



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón, Puno 2021”**

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

**AUTOR:**

Br. Chuquimamani Condori, Ronald Jheison (ORCID: 0000-0001-6472-0590)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

**LINEA DE INVESTIGACION:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERU**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A mi querido hijo, esposa, excelentes padres, hermanos y familiares queridos; que, con su apoyo incondicional, la confianza y la fortaleza que me brindaron para no rendirme con cada obstáculo y así poder alcanzar uno de mis objetivos anhelados en este caminar incesante que es el de ser un gran profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento especial a mi querida esposa ya que fue un pilar importante durante el desarrollo del cumplimiento de mis metas.

A mis padres, que día a día se esforzaron dándome ese apoyo incondicional y así poder alcanzar mi meta trazada.

A mi asesor Dr. Luis Alberto, Vargas Chacaltana; quien, con su amplio conocimiento en investigación supo guiarme de manera correcta durante el proceso de elaboración de mi tesis.

A mi nueva escuela de estudios universidad César Vallejo por haberme orientado y encaminado con docentes de amplia experiencia y si de dar las gracias se trata se me queda muy cortas las palabras.

Agradecimiento a: Sr. Abel Carpio, por el apoyo en la cosecha del tallo de algodón (Vítor – Arequipa).

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
INDICE DE CONTENIDO .....	iv
INDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEORICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	24
<b>3.1.</b> Tipo y diseño de investigación.....	25
<b>3.2.</b> Variables y operacionalización .....	26
<b>3.3.</b> Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis .....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
3.5. Procedimientos .....	33
3.6. Método de análisis de datos .....	34
3.7. Aspectos éticos .....	34
IV. RESULTADOS .....	35
V. DISCUSIÓN .....	65
VI. CONCLUSIONES .....	78
VII. RECOMENDACIONES .....	82
REFERENCIAS .....	84
ANEXOS .....	90
Anexo 1: Matriz de consistencia	
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables	
Anexo 3: Antecedentes	
Anexo 4: Informe de opinión sobre instrumento de investigación científica	
Anexo 5: Teoría y procedimientos de unidad de albañilería	
Anexo 6: Ensayos de Alabeo, Variación dimensional, Absorción, Densidad, Resistencia a compresión simple, Resistencia a compresión axial y calibración de equipos.	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales	11
<b>Tabla 2.</b> Zonas sísmicas .....	12
<b>Tabla 3.</b> Granulometría de la arena gruesa .....	15
<b>Tabla 4.</b> Tipos de mortero .....	<b>15</b>
<b>Tabla 5.</b> Métodos para determinar $f'm$ y $y'm$ .....	16
<b>Tabla 6.</b> Incremento de $f'm$ y $y'm$ por edad .....	16
<b>Tabla 7.</b> Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	17
<b>Tabla 8.</b> Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez .....	17
<b>Tabla 9.</b> Resistencias características a compresión de la albañilería .....	23
<b>Tabla10.</b> La cantidad total de la muestra .....	<b>29</b>
<b>Tabla11.</b> Rangos de validez .....	30
<b>Tabla12.</b> Validez del contenido del instrumento de las variables V1. Ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón y V2. Comportamiento mecánico de muros de albañilería .....	31
<b>Tabla13.</b> Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades con 0 % de cenizas de tallo de algodón. ....	<b>36</b>
<b>Tabla14.</b> Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades con 1 % de cenizas de tallo de algodón .....	37
<b>Tabla15.</b> Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades con 3 % de cenizas de tallo de algodón. ....	38
<b>Tabla16.</b> Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades con 5 % de cenizas de tallo de algodón .....	<b>39</b>
<b>Tabla17.</b> Resumen de datos obtenidos del ensayo de variación dimensional para cada % de adición de ceniza de tallo de algodón .....	40
<b>Tabla18.</b> Clasificación de las unidades de albañilería por variación dimensional .....	40
<b>Tabla19.</b> Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 0 % de cenizas de tallo de algodón .....	43
<b>Tabla20.</b> Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 1% de cenizas de tallo de algodón .....	43
<b>Tabla21.</b> Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 3% de cenizas de	

tallo de algodón .....	44
<b>Tabla 22.</b> Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 5% de cenizas de tallo de algodón .....	45
<b>Tabla 23.</b> Resumen Resultados del ensayo de Alabeo .....	45
<b>Tabla 24.</b> Resultados del ensayo de Absorción de unidades con 0% de cenizas de tallo de algodón .....	44
<b>Tabla 25.</b> Resultados del ensayo de Absorción de unidades con 1% de cenizas de tallo de algodón .....	49
<b>Tabla 26.</b> Resultados del ensayo de Absorción de unidades con 3% de cenizas de tallo de algodón .....	49
<b>Tabla 27.</b> Resultados del ensayo de Absorción de unidades con 5% de cenizas de tallo de algodón .....	50
<b>Tabla 28.</b> Resumen Resultados del ensayo de Alabeo .....	50
<b>Tabla 29.</b> Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 0% de cenizas de tallo de algodón	
<b>Tabla 30.</b> Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 1% de cenizas de tallo de algodón.....	52
<b>Tabla 31.</b> Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 3% de cenizas de tallo de algodón.....	53
<b>Tabla 32.</b> Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 5% de cenizas de tallo de algodón.....	54
<b>Tabla 33.</b> Resumen Resultados del ensayo de Densidad .....	50
<b>Tabla 34.</b> Resultados del ensayo a Compresión Simple de unidades con 0% de cenizas de tallo de algodón.....	56
<b>Tabla 35.</b> Resultados del ensayo a Compresión Simple de unidades con 1% de cenizas de tallo de algodón.....	56
<b>Tabla 36.</b> Resultados del ensayo a Compresión Simple de unidades con 3% de cenizas de tallo de algodón.....	57
<b>Tabla 37.</b> Resultados del ensayo a Compresión Simple de unidades con 5% de cenizas de tallo de algodón.....	57
<b>Tabla 38.</b> Resumen Resultados del ensayo a Compresión Simple .....	58
<b>Tabla 39.</b> Resultados del ensayo a Compresión Axial de pilas de albañilería con 0% de cenizas de tallo de algodón.....	61
<b>Tabla 40.</b> Resultados del ensayo a Compresión Axial de pilas de albañilería	

con 1% de cenizas de tallo de algodón.....	61
<b>Tabla 41.</b> Resultados del ensayo a Compresión Axial de pilas de albañilería con 3% de cenizas de tallo de algodón.....	62
<b>Tabla 42.</b> Resultados del ensayo a Compresión Axial de pilas de albañilería con 5% de cenizas de tallo de algodón.....	62
<b>Tabla 43.</b> Resumen Resultados del ensayo de Resistencia a Compresión Axial .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Alabeo cóncavo y convexo</b> .....	<b>13</b>
<b>Figura 2. Cuña metálica graduada</b> .....	<b>14</b>
<b>Figura 3. Elaborando los ladrillos</b> .....	<b>18</b>
<b>Figura 4. Delimitando y seleccionando las muestras de tallo de algodón</b> .....	<b>18</b>
<b>Figura 5. Realizando el corte de tallos de algodón</b> .....	<b>19</b>
<b>Figura 6. Plantaciones de algodón</b> .....	<b>19</b>
<b>Figura 7. Conformando los tallos de algodón</b> .....	<b>20</b>
<b>Figura 8. Recolectando los tallos de algodón</b> .....	<b>20</b>
<b>Figura 9. Realizando la quema preliminar de cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>21</b>
<b>Figura 10. Factor de corrección por esbeltez</b> .....	<b>23</b>
<b>Figura 11. Realizando el horneado de los ladrillos</b> .....	<b>26</b>
<b>Figura 12. Horneado de los tallos de algodón (cenizas de tallos)</b> .....	<b>27</b>
<b>Figura 13. Traslado y transporte de tallos de algodón</b> .....	<b>28</b>
<b>Figura 14. Midiendo la temperatura de calcinación de las cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>28</b>
<b>Figura 15. Calcinación de las cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>33</b>
<b>Figura 16. Resultados del ensayo de Variación Dimensional de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>41</b>
<b>Figura 17. Realizando Ensayo de Alabeo</b> .....	<b>42</b>
<b>Figura 18. Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>47</b>
<b>Figura 19. Ensayo de Absorción</b> .....	<b>48</b>
<b>Figura 20. Resultados del ensayo de Absorción de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>51</b>
<b>Figura 21. Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>55</b>
<b>Figura 22. Resultados del ensayo a Compresión Simple de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>59</b>
<b>Figura 23. Pilas Albañilería</b> .....	<b>60</b>
<b>Figura 24. Compresión Axial</b> .....	<b>60</b>
<b>Figura 25. Resultados del ensayo de Compresión Axial de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón</b> .....	<b>64</b>

## Resumen

El objetivo principal es determinar la influencia de las cenizas de tallo de algodón en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal, la resistencia a compresión, succión, densidad, variación dimensional y alabeo de las unidades de albañilería, para lo cual se realizó 12 pilas de albañilería conformadas por tres unidades, seis pilas por cada porcentaje de ceniza de tallo de algodón, al 0%, 1%, 3 % y 5 %. El diseño de investigación es experimental, cuasiexperimental, ya que se puede controlar y limitar la cantidad de cenizas de tallo de algodón que se empleará como sustituto de la arcilla común. Los resultados muestran que al aumentar las cenizas de tallo de algodón hasta un 1%, la resistencia a compresión axial se incrementa hasta llegar a un valor promedio de 47.84 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, al seguir aumentando las cenizas de tallo de algodón, hasta un 5%, la resistencia empieza a decaer, llegando a un valor de 38.01kg/cm<sup>2</sup>.

Llegando a la conclusión, que al aplicarse las cenizas de talos de algodón en los muros de albañilería influyen en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal, mejorando esta propiedad en un 19.45% con respecto a la muestra patrón.

Palabras clave: Cenizas de tallo, resistencia a compresión y pilas de albañilería

## ABSTRACT

The main objective is to determine the influence of cotton stem ash on the resistance to axial compression of masonry piles made with artisan clay brick, the resistance to compression, suction, density, dimensional variation and warping of the masonry units for which, 12 masonry piles were made consisting of three units, six piles for each percentage of cotton stem ash, at 0%, 1%, 3% and 5%. The research design is experimental, quasi-experimental, as the amount of cotton stem ash to be used as a substitute for common clay can be controlled and limited. The results show that when the cotton stem ash increases up to 1%, the resistance to axial compression increases until reaching an average value of 47.84 kg / cm<sup>2</sup>; However, as the cotton stalk ash continues to increase, up to 5%, the resistance begins to decline, reaching a value of 38.01kg / cm<sup>2</sup>. Reaching the conclusion that when the cotton thallus ashes are applied to the masonry walls, they influence the resistance to axial compression of masonry piles made with artisanal clay brick, improving this property by 19.45% with respect to the standard sample.

Keywords: Stem ash, compressive strength, and masonry pil

# **I. INTRODUCCION**

Actualmente el ladrillo artesanal se ha vuelto muy importante como unidad de albañilería y lo ha convertido en un elemento de la construcción indispensable en el mundo. Gran parte de las construcciones de muros de albañilería en la actualidad tienen como elemento básico al ladrillo artesanal.

El mejoramiento de la calidad de los ladrillos a través de la investigación de nuevas alternativas orientadas al reciclaje de desechos orgánicos es tendencia mundial.

Sobre esa base se desarrolla la investigación con ladrillos artesanales adicionando cenizas de tallo de algodón.

Como informa (Instituto Tecnológico de Massachusetts, 2015) ha elaborado un nuevo ladrillo denominado ecológico como alternativa al de arcilla mejorando su comportamiento mecánico como unidad de albañilería y por ende del muro construido con estos ladrillos.

El nuevo ladrillo, conocido como black bricks, es una mezcla que contiene un porcentaje de las cenizas que producen los hornos de las fábricas de papel. El material otorga alta resistencia a la compresión sin cocinarse a grandes temperaturas, como ocurre en las ladrilleras tradicionales que usan el carbón y el diésel.

Se considera como realidad problemática el hecho que el crecimiento poblacional de la ciudad de Puno genera la demanda de construcción de vivienda y otras edificaciones propias de una expansión urbana, debido a que la ubicación geográfica de la provincia la clasifica como sísmica exige que dichas construcciones y sus elementos cumplan con determinadas características de resistencia mecánica y la búsqueda del mejoramiento de estas.

El crecimiento urbano en la ciudad de Puno comienza en los años 70, desde entonces la demanda de edificaciones de vivienda y afines se ha multiplicado exponencialmente con el paso de los años a la par que se ha mantenido el sector agrícola como una de las principales actividades económicas.

Contar con construcciones resistentes se presenta como una necesidad para mitigar los riesgos de los habitantes ante cualquier fenómeno natural o provocado que involucre la afectación de dichas construcciones.

En Puno es muy común ver edificaciones cuyas estructuras han sido afectadas por movimientos telúricos, sobrecargas, asentamientos y otros factores, en muchas de estas edificaciones se verifica la utilización de ladrillo en la construcción de sus muros.

La falta de la calidad de las construcciones, así como de los materiales utilizados perjudican directamente a los pobladores de la ciudad de Puno.

Una alternativa de solución es la Investigación del mejoramiento de las propiedades mecánicas de muros aprovechando como innovación la incorporación de puzolanas resultado de la combustión de residuos orgánicos producidos del tallo de algodón en la elaboración de ladrillos como unidad de albañilería

La formulación del **problema general** será ¿Cómo influye la adición de cenizas de tallo de algodón en el comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales, Puno-2021? y como **problemas específicos** ¿Cómo influye la adición de cenizas de tallo de algodón en las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería, Puno-2021? ¿Cómo influye la adición de las cenizas de tallo de algodón en las propiedades físicas de la unidad de albañilería, Puno2021? ¿Cómo influye la adición de las cenizas de tallo de algodón en la resistencia a la compresión axial del muro de albañilería con ladrillos artesanales, Puno-2021?

### **Justificación de la investigación**

**Justificación teórica**, la investigación tiene por propósito determinar la mejora de las propiedades de ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón.

**Justificación práctica**, la investigación contribuirá a la búsqueda del mejoramiento de muros de albañilería como elementos estructurales de la construcción en la ciudad de Juliaca, utilizando desechos vegetales.

**Justificación técnica** permite contribuir conocimientos adquiridos sobre la importancia de la adición de la ceniza de tallo de algodón en los ladrillos artesanales y su efecto en los muros de albañilería.

**Justificación metodológica** servirá como referente para investigaciones similares. Es necesario seguir los procedimientos y estándares metodológicos para aplicarlos a la Ingeniería con finalidad de realizar una investigación científica y técnica

**Justificación social** Es importante que las viviendas que se construyan con ladrillos artesanales, se encuentren en óptimo estado y cumplan su tiempo de vida útil, para esto se requiere que los proyectos sean amigables, técnica y económicamente viables. La sociedad requiere que las viviendas cumplan con las especificaciones técnicas y normas de edificaciones, sobre todo innovar con nuevos productos alternativos, como las cenizas de tallo de algodón, para mejorar la resistencia de muros de albañilería frente a eventos sísmicos u otros.

## **Hipótesis**

Como hipótesis general, Las cenizas de tallo de algodón influyen en el comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales, Puno- 2021

Como hipótesis específicas, Las cenizas de tallo de algodón influyen en las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería, Puno-2021; Las cenizas de tallo de algodón influyen en las propiedades físicas de la unidad de albañilería, Puno-2021; Las cenizas de tallo de algodón influyen en la resistencia a compresión axial del muro de albañilería con ladrillos artesanales, Puno-2021.

## **Objetivo**

Como objetivo general, Determinar cómo influye la adición de cenizas de tallo de algodón en el comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales, Puno-2021. Como objetivos específicos

Determinar cómo influye la adición de cenizas de tallo de algodón en las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería, Puno-2021. Determinar

cómo influye la adición de cenizas de tallo de algodón en las propiedades físicas de la unidad de albañilería, Puno 2021. Determinar cómo influye la adición de cenizas de tallo de algodón a la compresión axial del muro de albañilería, Puno-2021

## **II. MARCOTEORICO**

En trabajos previos con **antecedentes nacionales**, Córdova y Román (2018), fijo como **objetivo**; Determinar si la adición de cascarilla de arroz en ladrillo de arcilla mejora su capacidad de resistencia a compresión, Calzada, 2019. Aplicando una **metodología**: tipo experimental y diseño cuantitativa; cuyos **resultados** fueron: resistencia a la compresión ( $f'_{b}$ ) y densidad al 0, 1.5, 3 y 4.5% de adición de cascara de arroz al ladrillo de arcilla fue: 73, 83.67, 85.13 y 77.29 kg/cm<sup>2</sup> y 1.01, 0.88, 0.91 y 0.95 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, Finalmente, como **conclusión**: qué incorporando cascarilla de arroz al 3.00% la resistencia y densidad promedio fueron  $f'_{c}$ =85.13kg/cm<sup>2</sup> y 0.91 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, en concordancia (N.T-E 0.70) del R.N.E.

Cerna (2018), fijo como **objetivo**; Determinar la influencia de la arcilla de Caolín en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal King Kong. Aplicando una **metodología**: tipo y diseño experimental; cuyos **resultados** fueron: ( $f'_{b}$ ), succión, absorción y ( $f'_{m}$ ) al 0, 5, 10 y 15% de adición de caolín al ladrillo de arcilla fue: (49.96, 52.52, 68.59 y 56.95 kg/cm<sup>2</sup>) ;(139.39, 116.76, 79.96 y 87.25 gr/200cm<sup>2</sup>/min); (17.24, 14.67, 12.23 y 12.97 %); (37.71, 46.46, 65.89 y 52.81 kg/cm<sup>2</sup>), respectivamente, Finalmente, como **conclusión**: los ladrillos con un 10% caolín, tuvieron una menor VD y alabeo; los ladrillos con un 10% de caolín presentaron los valores más óptimos, al obtener ( $f'_{b}$ ) de 68.59 kg/ cm<sup>2</sup>, succión de 79.96 g/200cm<sup>2</sup>/min y absorción de 12.23% cumpliendo la N.T-E 0.70 del R.N.E.

Chávez y Millones (2018), fijo como **objetivo**; Determinar la influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal. Aplicando una **metodología**: tipo aplicada y diseño no experimental; cuyos **resultados** fueron: ( $f'_{b}$ ), absorción y densidad al 0, 6, 12, 18 y 24% de adición de vidrio triturado al ladrillo de arcilla fue: (47.30, 56.06, 73.73, 64.64 y 46.76kg/cm<sup>2</sup>); (13.22, 11.80, 9.84, 10.32 y 10.11%) y (1.71, 1.84, 1.84, 1.81 y 1.78gr/cm<sup>3</sup>), respectivamente, Finalmente, como **conclusión**: los ladrillos con un 12% de vidrio triturado, presentaron una menor variación dimensional y

alabeo; y una resistencia a compresión (f´b) de 73.73 kg; no presentaron mejoras respecto a la absorción y densidad.

En trabajos previos con antecedentes internacionales Deulofeuth y Severiche (2019) fijo como **objetivo**; Evaluar el efecto de la adición del aserrín fino como reemplazo de la arcilla en diferentes proporciones, en las propiedades de los ladrillos, para determinar su viabilidad y uso en la construcción. Aplicando una **metodología**: enfoque metodológico mixto, alcance metodológico mixto y descriptivo y diseño experimental; cuyos **resultados** fueron: resistencia a la compresión (f´b) y absorción al 0, 3, 5, 7 y 10% de adición de aserrín al ladrillo de arcilla fueron: (151.70, 135.30, 130.90, 144.90 y 125.80 kg/cm<sup>2</sup>) y (22.03, 19.51, 19.48, 18.36 y 20.65%), respectivamente, Finalmente, como **conclusión**: no hay mejoras respecto al f´b y absorción.

Angumba (2016) fijo como **objetivo**; Fabricación de ladrillo con plástico reciclado, para la elaboración de muros no portantes en edificaciones. Aplicando una **metodología**: se tendrá que realizar una investigación para la captación, análisis, procesamiento y dosificación de la materia prima; cuyos **resultados** fueron: resistencia a la compresión (f´b) al 10, 25, 40, 55 y 65% de PET al ladrillo de arcilla fueron: (248.96, 288.70, 266.96, 17.91 y 36.33 kg/cm<sup>2</sup>), como **conclusión**: la dosificación óptima de la resistencia a la compresión, se obtiene al adicionar 40% de PET, en las dosificaciones de 55 y 65 la resistencia disminuye considerablemente debido a que el aumento de PET genera un esponjamiento del ladrillo, provocando un incremento de vacíos.

Cachago y Caguano (2016) fijo como **objetivo**; Utilizar los lodos provenientes de la planta de tratamiento de agua, generados en la empresa Franz Viegner F.V.- Área Andina S.A., para la elaboración de ladrillos artesanales. Aplicando una **metodología**: método experimental y método inductivo-deductivo; cuyos **resultados** fueron: resistencia a la compresión (f´b) al 0, 25, 50, y 100% de adición de lodo de tratamiento de agua residual al ladrillo de arcilla fueron: (31.71, 33.24, 34.26 y 30.69 kg/cm<sup>2</sup>) y la absorción y f´m al adicionar el 0 y 50% fueron : (14.24 y 16.17%) y (26.31 y 32.22 kg/cm<sup>2</sup>), como **conclusión**: al adicionar el 50% de lodo residual al suelo natural el f´b fue 34.26 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual se tomó

la decisión de trabajar con esa dosificación la absorción y el f'm, siendo los resultados: (14.24 y 16.17%) y (26.31 y 32.22 kr/cm<sup>2</sup>).

(Gavilanes and Santellán, 2016), Define and optimize the manufacturing process of the solid artisan brick type C from the canton Chambo. The type of reasoning to use is rational and empirical, because research on manufacturing of a quality artisan brick; is going to be, as the elements used by the artisans empirically, and in turn, with a rational stance, grounded mainly in theories and essays that are used to develop research. The total of the tested specimens of each of the investigated factories, does not comply with the minimum compressive strength (8 MPa) established in the NTEINEN 294 (1978). The elaboration of the brick in the canton Chambo is carried out in a artisanal way, without considering any regulations and based on their experience, although at present they have motor mixers that have allowed decrease the production time of the product.

(Saenz, 2016), Determine the influence of the thickness of the mortar joint on the resistance to axial compression of masonry piles. The bricks were selected crafts from the same batch according to NTP 399.613, then twelve piles for each thickness of mortar joint (1.0 cm, 1.5 cm, 2.0 cm, 3.0 cm and 4.0 cm) and all batteries were left in the open until the day of the test which was carried out after 28 days of elaboration of the samples. Resistance to axial compression of a masonry pile decreases up to 15% for every 1 cm increase in the thickness of the mortar joint. The influence between the five thicknesses was determined joint, decreasing 6.35% when going from 1.0 cm to 1.5 cm; 5.15% from 1.5 cm to 2.0 cm; 13.07% from 2.0 cm to 3.0 cm; and 10.26% from 3.0 cm to 4.0 cm

ZAMBRANO y et al. (2018) en su investigación Evaluación de la cascara de arroz para fabricación de ladrillos. (Artículo científico). Concluyó lo siguiente: Se desarrolló el flujo tecnológico y se cumplió con el proceso de la elaboración de ladrillo totalmente el aserrín por cáscara arroz. La factibilidad económica en la elaboración de ladrillo no es alta, debido al costo de la cáscara de arroz que es un poco elevado por el traslado de la misma. La elaboración de ladrillo con cáscara de arroz en su totalidad obtuvo características físicas de mayor apreciación y se realizó análisis de resistencia donde obtuvo niveles altos de resistencia a diferencia del ladrillo comercial.

MATTEY y et al, (2015). En su trabajo: Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenido de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructural (Artículo científico). Universidad del Valle, Cali – Colombia. Concluyó lo siguiente: Se pudo demostrar la viabilidad desde el ámbito mecánico, de originar bloques que no sean estructurales utilizando para ello la ceniza de cascarilla de arroz como sustitución parcial del incorporado fino, destacando que el empleo de esta CCA va ocasionar el relevo de hasta un 19% del agregado fino, consiguiendo valores de firmeza superiores a la mezcla patrón.

GONZÁLEZ Eddy; LIZÁRRAGA Liliana. (2015) en su trabajo de investigación titulado: Evaluación de las propiedades físico mecánicas de ladrillos de arcilla recocida, elaborados con incorporación de residuos agrícolas (Artículo Científico). Universidad Autónoma de Yucatán Mérida – México. Concluyó lo siguiente: Es permitido agregar restos agrícolas en la elaboración de ladrillos. Obteniéndose en la medida que la arcilla lo admita. Asimismo, la firmeza al comprimir un ladrillo estructural utilizando la arcilla, es relevante subir la temperatura de cocción alrededor de 1,000°C. Se considera subir a 900°C temperatura, para el caso del ladrillo no estructural. Permitiendo el agregado de cascabillo de café y olote hasta un 3% en peso, con excepción de la cascara de coco, cuyo requerimiento mínimo de absorción no cumple. Se considera una ventaja más que se consigue con el agregado de restos agrícolas, dándole un valor a este residuo, que habitualmente es calcinado donde se origina, ocasionando la contaminación en diferentes ámbitos.

## **UNIDAD DE ALBAÑILERÍA**

### **Características generales**

- Su característica posibilita ser llevada fácilmente. Bloque por sus características posibilita ser llevada con cierta dificultad para su traslado.
- Para su construcción emplean arcilla, sílice-cal o concreto.
- Serán construidas artesanal o industrialmente.

## Clasificación para fines estructurales

Tabla 1. Clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: NTP E.070 Albañilería (2006)

De acuerdo a sus propiedades tendremos tipos de ladrillos: Tipo I, II, III, IV y V

### Por sus dimensiones

- Ladrillos: Se transportan fácilmente. Una pieza tradicional tiene: ancho de 11 a 14cm, largo de 23 a 29cm, altura de 6 a 9cm y peso de 3 a 6kg.

### Fabricación

Tenemos las siguientes:

- Arcilla
- Sílice – Cal
- Concreto
- Artesanales
- Industriales

### Limitaciones en su aplicación

Tabla 2. Zonas sísmicas

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: NTE E.030 Diseño Sismorresistente

#### Pruebas □ Muestreo

En la construcción hasta 50 millares se tomará indistintamente o aleatoriamente 10 unidades, las que serán sujetas al proceso de variación dimensional (VD) y alabeo (AL). De las 10 unidades, 05 ensayarán a compresión ( $f'b$ ) y 05 a absorción (AB).

#### □ $f'b$ y VD

Serán ensayadas de acuerdo a **NTP 399.613 y 339.604**.

Prueba de VD se realizará para encontrar el espesor en juntas del ladrillo. Cuando las juntas horizontales aumentan sobre la dimensión establecida como máxima (de 1 a 1.5 cm) la compresión y la resistencia al corte ( $f'm$ ) del elemento disminuye en 15% por cada 3 mm de aumento.

Para obtener la VD se empleará la fórmula:

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

Donde:

%V = Variación de Dimensión en Porcentaje.

DN= Dimensión Nominal.

DP= Dimensión Promedio de cada dimensión

#### □ Alabeo

Utilizaremos la **Norma NTP 399.613**.

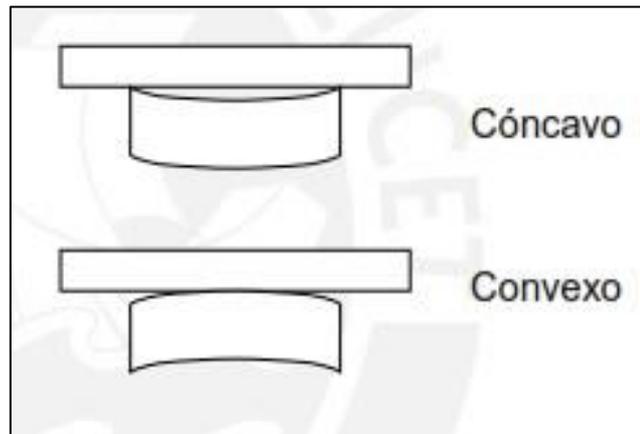


Figura 1 Alabeo cóncavo y convexo

Se usarán ladrillos enteros depositando la parte plana en una mesa plana, después se ingresa una cuña graduada milimétricamente en parte más alabeada según si es cóncava o convexa.

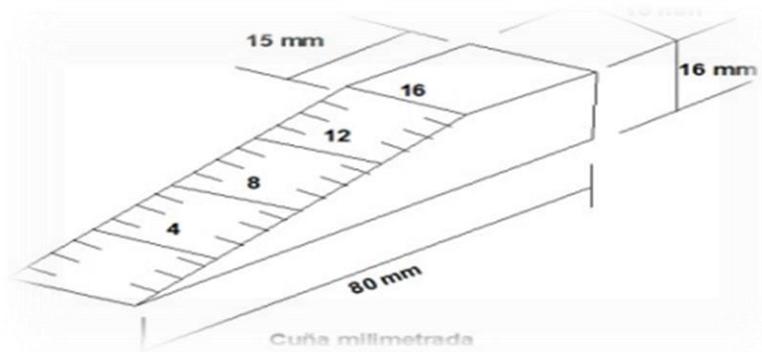


Figura 2 Cuña metálica graduada

### □ Absorción

Según **NTP 399.604 y 399.1613.**

La absorción se expresa en porcentaje mediante la fórmula siguiente:

$$A \% = \frac{W_s - W_d}{W_d} * 100$$

Donde:

A % = Absorción promedio (%)

Ws = Peso del espécimen con agua.

Wd = Peso seco del espécimen.

### Aceptación de la unidad

- El ladrillo no debe ser mayor a 20% de imperfecciones (coeficiente de variación), para aquellos contruidos de manera industrial, o 40 % para fabricados de manera artesanal, si no cumple esta consideración se repetirá con una muestra diferente y si continua con ello se desestimaré la totalidad del lote.
- La absorción no excederá el 22%.
- Los ladrillos tienen que estar libre de impurezas.

- Los ladrillos de arcilla tienen que tener una cocción adecuada, un tinte uniforme y sin vitrificaciones. Debe tener un sonido pronunciado cuando se aplica un golpe fuerte
- El ladrillo no debe poseer ninguna imperfección, que perjudique su consistencia y durabilidad.
- El ladrillo no debe tener manchas o vetas.

## MORTERO

Según la NTE E.070 ALBAÑILERÍA (2006)

Tabla 3. Granulometría de la arena gruesa

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: NTP E.070 Albañilería (2006)

Tabla 4. Tipos de mortero

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: NTP E.070 Albañilería (2006)

## RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

Tabla 5. Métodos para determinar  $f'_m$  y  $v'_m$

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
$(f'_m)$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$(v'_m)$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente: NTP E.070 Albañilería (2006)

- En edificaciones las  $f'_m$  y  $v'_m$  se tienen que comprobar a través de ensayos de laboratorio antes y durante el proceso constructivo. Se tomarán como muestra 5 especímenes.
- Los prismas van a tener un refrentado de cemento-yeso.
- Los prismas se almacenarán a menos 10°C por 28 días. Se ensayan a 28<prismas <14 días, la resistencia se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6. Incremento de  $f'_m$  y  $v'_m$  por edad

Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

Fuente: NTP E.070 Albañilería (2006)

- La  $f'_m$  y  $v'_m$  en muretes se obtiene como el valor promedio.
- De no realizarse los ensayos de prismas, se podrá emplear los valores mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7(\*\*) Resistencias características de la albañilería Mpa (Kg/cm<sup>2</sup>)

Materia Prima	Denominación	UNIDAD $f_k$	PILAS $f_m$	MURETES $v_m$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Silice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: NTP E.070 Albañilería (2006)

El valor  $f_m$  se obtuvo contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que figura en la Tabla 8.

Tabla 8 Factores de corrección de  $f_m$  por esbeltez

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: NTP E.070 Albañilería (2006)

## LADRILLO

Facilidad en transportar y empleada en diferentes estructuras.



Figura 3 Elaborando los ladrillos



Figura 4 Delimitando y seleccionando las muestras de tallo de algodón  
Figura 5 Realizando el corte de tallos de algodón



Figura 6 Plantaciones de algodón



Figura 7 Conformando los tallos de algodón



Figura 8 Recolectando los tallos de algodón

Figura 9 Realizando la quema preliminar de cenizas de tallo de algodón.



Los **porcentajes de adición** de la ceniza de tallo de algodón considerados para reemplazar en los ladrillos artesanal fueron de 1%, 3%, 5% dichas cenizas se obtuvieron previa **Combustión**, este proceso de combustión se realizó de manera artesanal introduciendo la ceniza previa (obtenida en el cultivo de algodón dentro del distrito de Vitor – Arequipa) en el horno de ladrillera artesanal en la parte superior así como se puede ver en la figura Nro 14 y/o 15 Al combustionar el tallo se generan óxidos, de los cuales destaca el dióxido de silicio en una proporción por encima del 50 %, por experiencia con otros desechos vegetales similares al realizar de forma frontal podría afectar algunas propiedades, es por ello que se debe tener consideración y precisión en el proceso de cocción, temperatura mayor a los 400°C y permitir utilizarlos en la fabricación de ladrillos.

Posteriormente se procedió a la **Molienda**, donde la ceniza atraviesa un proceso en el cual se logra una adecuada presentación estando en condiciones de ser aprovechada para luego pasar por la malla #30.

**Fabricación de ladrillos con adición de cenizas de tallo de algodón** Para la fabricaron ladrillos con dosificaciones de 1%, 3% y 5% del material puzolánico

obtenido (cenizas de tallo de algodón) se procedió previamente a coordinar con la fábrica de ladrillos “PROGRESAR J&S” ubicados en el distrito de Juliaca, para poder incorporar estas dosificaciones previamente calculadas en relación de peso dentro de la etapa de mezcla de arcilla y arena humedecida.

**Resistencia a Compresión** (Estado de comprensión uniaxial) este estado en elementos de albañilería consiste en la aplicación de carga vertical paralela a la pila. El método más usado para el ensayo es aquel en el que las juntas de mortero se encuentran perpendicular al eje de carga.

$$f'_m = \frac{\text{Carga Max.} \times f_e}{\text{Área Bruta}}$$

Donde:

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

$f_e$  = Factor de corrección por esbeltez

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Figura 10 Factor de corrección por esbeltez

Norma Peruana NTP 339.605 (2013) donde se recomienda que los prismas tengan un mínimo de tres hiladas. Asimismo, para el caso en que no se realicen

ensayos en prismas, propone los valores de resistencia para la albañilería que se observan en la Tabla 9

Tabla 9 Resistencias características a compresión de la albañilería de arcilla (kg/cm<sup>2</sup>)

Materia Prima	Denominación	Pilas f'm
ARCILLA	King Kong artesanal	35 kg/cm <sup>2</sup>
	King Kong industrial	65 kg/cm <sup>2</sup>
	Rejilla industrial	85 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: NTP 339.605

### **III. METODOLOGIA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación.

#### *Tipo: Aplicada*

Al respecto Vargas (2009) sostiene que la investigación aplicada “requiere un marco, es decir, seleccionar teorías en cual exponen definiciones centrales y sus rasgos contextuales de acuerdo a la problemática identificada” (p. 7).

La investigación será de **tipo aplicada** debido a que parte de los antecedentes que se realizaron en otras investigaciones.

Según Niño (2011) sostiene que “un diseño experimental implanta relaciones de causa y efecto, así mismo descubre, comprueba, niega o confirma teorías” (p. 34). El proyecto está basado en un **diseño experimental** ya se está manipulando una de las variables, en esta investigación se evalúa las propiedades mecánicas en muros construidos con ladrillos artesanales con adición de puzolana (ceniza de tallo de algodón), se realizaron ensayos de muestras (muretes) sometidos a dos tipos de pruebas de resistencia (compresión y corte).

“Los diseños cuasiexperimentales consisten en manipular una variable independiente con el fin de observar el efecto que representa sobre las variables dependientes” (p. 184).

Además, consta de un **diseño cuasiexperimental**, que es derivado del diseño experimental, ya que el investigador definirá el lugar de donde se extraerá la muestra a evaluar.

Al respecto Niño (2011) señala que “implica averiguar las causas de las cosas y hechos de la realidad, respondiendo preguntas fundamentales con la finalidad de conocer el porqué de los sucesos” (p. 35).

La investigación es de **nivel explicativo** debido a que se evaluará las mejoras en muros construidos de ladrillos artesanales adicionando ceniza de tallo de algodón determinando la variación de los resultados para cada tipo de ensayo de las muestras.

Por otro lado, Niño (2011) mencionan que “está relacionado con la cantidad y utiliza principalmente las mediciones y cálculos” (p. 31). El

tema es de **enfoque cuantitativo** debido a la hipótesis cuyo resultado será representado numéricamente, es decir, en cuanto mejorará la plasticidad, compactación y resistencia de la subrasante.

### 3.2 Variables y operacionalización:

**V1**

Ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón.

**V2:**

Muros de albañilería.

(ANEXO N°2)

### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Muestreo:**

Según Niño (2011) señala que “el muestreo se define como la técnica mediante el cual se calcula la muestra de la población” (p. 57).

El muestreo será de tipo no probabilístico debido a que la muestra está delimitada por el investigador, es decir, no se escogió al azar. Se escogió la zona más afectada para la obtención de las muestras.



Figura 11 Realizando el horneado de los ladrillos



Figura 12 Horneado de los tallos de algodón (cenizas de tallos)

### **Población**

Según (Gonzales & Salazar, 2008) considera que la población consiste en “Grupo de datos en las cuales se habilita un determinado estudio estadístico se le denomina población y están profundamente ligada a lo que se va a analizar” (p.11)

Esta investigación presenta a la población que está constituida por 10,000.00 unidades de ladrillo artesanal tipo King Kong de 12cm x 22.40cm x 8.30cm que fueron cocinados en el horno de la ladrillera “Progresar J&S” tal cual se puede apreciar la figura Nro 11.



Figura 13 Traslado y transporte de tallos de algodón



Figura 14 Midiendo la temperatura de calcinación de las cenizas de tallo de algodón

### **Muestra**

Según (Gonzales & Salazar, 2008) considera que “La muestra se correlaciona con la población es decir una cantidad determinada de aspectos escogidos científicamente, donde la suma de las partes suma el todo” (p. 15)

En la presente investigación con respecto a nuestros objetivos la **muestra** está conformada por 88 unidades de ladrillos conformándose de la siguiente manera: 01 grupo de 40 unidades de ladrillo, de las cuales 10 unidades son para el control o patrón sin adición de cenizas de tallo de algodón, 10 unidades con adición de cenizas de tallo de algodón al 1%, 01 grupo de 10 unidades con adición de cenizas de tallo de algodón al 3%, 01 grupo de 10 unidades con adición de cenizas de tallo de algodón al 5%. Y el segundo grupo consta de 48 unidades de ladrillos que serán sometidos a compresión axial (pilas de 4 ladrillo) de las cuales, 12 unidades son para el control o patrón sin adición de cenizas de tallo de algodón, 12 unidades con adición de cenizas de tallo de algodón al 1%, 12 unidades con adición de cenizas de tallo de algodón al 3%, 12 unidades con adición de cenizas de tallo de algodón al 5%.

En esta investigación se empleó el **muestreo** no probabilístico.  
 Tabla 10 La cantidad total de la muestra

<b>Ensayos</b>	<b>Muros (unid)</b>	<b>Ladrillos (unid)</b>
Compresión simple f' b, Densidad, Variación dimensional, Alabeo y Absorción		40
Resistencia a compresión axial	12	48
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>88</b>

Fuente: 331.019 NTP, (1982)

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

#### **Técnica.**

Niño (2011) sostiene “se entiende como la actividad que implica la investigación, son llamados también métodos o como el instrumento que se aplicará a la investigación” (p. 30).

Según Niño (2011) señala que “la observación nos permite tener conocimiento del mundo cotidiano y evadir sus peligros y solventar sus necesidades” (p. 62).

La técnica aplicada en el proyecto de investigación será la observación, debido a que es el método más confiable que acerca a la verdad.

#### **Instrumento de recolección de datos.**

Según Baena (2017) señala que “los instrumentos son considerado como apoyo de la técnica con la finalidad de que cumpla con su propósito” (p.83). En cada variable se aplicarán diversos instrumentos, como ensayos efectuados en laboratorio validándolos para poder determinar el comportamiento de la ceniza de tallo de algodón en las propiedades mecánicas de los muros de albañilería.

#### **Validez.**

Según Hernández et al. (2014) mencionan que “la validez está relacionada con el grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (p. 233).

Será validado por el juicio de especialistas, que consistirá en validar los instrumentos que se aplicarán en el desarrollo de los ensayos de laboratorio, y a través de la obtención las firmas de tres especialistas en el tema se dará mayor consistencia a los instrumentos propuestos.

#### **Confiabilidad.**

En el proyecto de investigación, está relacionado con la calibración de los equipos empleados en los ensayos de laboratorio, con el fin de garantizar datos más exactos posibles y a la vez son confiables.

Se debe considerar una tabla para la interpretación de la validez según rangos y magnitudes de validez.

Tabla 11 Rangos de validez.

Rango de validez	Interpretación
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta

Fuente: Oseda et al (2016)

Tabla 12 Validez del contenido del instrumento de las variables V1. Ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón y v2. Comportamiento mecánico de muros de albañilería

N°	Grado	Nombres y apellidos	CIP	Dictámenes
1	Ing. Civ	Mary Callo Saravia		0.833
2	Ing. Civ	Oscar Zeca Choque		0.833
3	Ing. Civ	Wilmer Condori Carrizales		1.00

El promedio de la validez es **0.889** que según la tabla de Rangos de validez es alta.

Se debe considerar una tabla para la interpretación de la validez según rangos y magnitudes de validez.

Cumpliendo los análisis de confiabilidad y validez se realizó la prueba piloto con una muestra de muro de albañilería construido con ladrillos artesanales con adición de ceniza de tallo de algodón en porcentajes de

1%, 3% y 5%, los instrumentos van a aplicarse de manera sistemática supervisados por el investigador recolectándose la información en las fichas de recopilación de información.

## **ACCIONES Y ACTIVIDADES**

Para realizar este trabajo se hicieron las actividades siguientes:

1. Revisión de bibliografía
2. Adquisición de materiales de construcción:
  - En la ciudad de Juliaca se adquirieron los ladrillos de arcilla “King Kong de 12cm x 22.40cm x 8.30cm” de la ladrillera PROGRESAR J&S, para luego realizar las pruebas correspondientes.
  - En la Ciudad de Juliaca se adquirió el agregado para el mortero y se usó el agua de la misma ciudad.
3. Construcción de especímenes:
  - Limpiar los ladrillos para después asentarlos con mortero en proporción volumétrica 1:4 (cemento-arena). Con espesor del mortero de 1.0 cm. Se ensayaron 3 pilas para cada dosificación
  - Tiempo de espera: 21 días como mínimo para que el mortero logre alcanzar la resistencia máxima.
4. Los ensayos se realizaron en unidades, utilizando 40 ladrillos para realizar los ensayos de compresión, densidad, ensayo de variación dimensional, ensayo de alabeo, ensayo de absorción. Los ensayos fueron realizados en el centro de investigación especializado, de nombre: GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN
5. Realización de ensayos en Prismas de albañilería, 3 pilas el cual se desarrollaron en el Laboratorio de Estructuras de GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN.

6. Finalmente, se realizó la elaboración del informe Final, comparando los resultados obtenidos con los datos de investigaciones ya realizadas, para concluir con la importancia del estudio. Se detallan los pasos que se tomaron para controlar los ensayos, señalando la normativa considerada y el procedimiento respectivo.

### **MATERIALES Y/O INSTRUMENTOS Unidad de albañilería**

Se empleó el ladrillo artesanal de arcilla, con las siguientes características: datos que son proporcionados por el fabricante.

Características del ladrillo artesanal Tipo Unidad de Albañilería:

Dimensiones

Ancho: 12 cm

Alto: 8.30 cm

Largo: 22.40 cm

Usos y Aplicaciones

Sustituye al King Kong de sogá.

Características

Ladrillo resistente.

### **3.5 Procedimientos**

(ANEXO 5: PROCEDIMIENTOS)



Figura15 Calcinación de las cenizas de tallo de algodón

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

Los datos obtenidos por el laboratorio se analizaron a través de cuadros numéricos utilizando el software Microsoft Excel, en la cual se indicaron los porcentajes de ceniza de tallo de algodón que se va a adicionar a los ladrillos con los que se construirán las muestras de muro. Para ver si la hipótesis que se ha planteado en dicha investigación es cierta o nula, se realizará las respectivas pruebas de compresión axial para cada pila y/o prismas construidos.

### **3.7 Aspectos éticos**

En la actual investigación se respetaron validez de los resultados, propiedad intelectual de los autores, confiabilidad de la información conseguida y la identidad de las personas que participan en el estudio.

## **IV. RESULTADOS**

## I. Propiedades físicas del ladrillo

### 1.1 Variación dimensional

Este ensayo permitió determinar la variación porcentual de las dimensiones de cada muestra, para desarrollar el análisis físico y estadístico de los resultados obtenidos de cada grupo. El proceso se basa en la NTP 399.613, la cual permite establecer una relación entre los resultados obtenidos y las especificaciones fabricadas.

Se emplearon diez unidades de ladrillo artesanal por cada porcentaje de reemplazo de cenizas de tallo de algodón (0 %, 1%, 3% Y 5%) en la composición de la materia prima del ladrillo artesanal. Las unidades fueron elegidas aleatoriamente con la finalidad de obtener una muestra representativa, los resultados fueron:

Tabla N°13 Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades con 0 % de cenizas de tallo de algodón.

**VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLO**  
(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**ANCHO**      **12.00**      **cm**  
**LARGO**      **22.40**      **cm**  
**ALTURA**    **8.30**      **cm**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA	Ancho (cm)	% Variación	Largo (cm)	% Variación	Altura (cm)	% Variación
1	0% M - 01	11.80	1.67	22.50	-0.45	8.50	-2.41
2	0% M - 02	11.60	3.33	22.00	1.79	7.85	5.42
3	0% M - 03	12.10	-0.83	22.35	0.22	8.10	2.41
4	0% M - 04	12.00	0.00	22.20	0.89	8.25	0.60
5	0% M - 05	11.80	1.67	22.15	1.12	8.05	3.01
6	0% M - 06	11.50	4.17	22.50	-0.45	8.35	-0.60
7	0% M - 07	11.70	2.50	22.40	0.00	7.90	4.82
8	0% M - 08	11.50	4.17	21.85	2.46	7.95	4.22
9	0% M - 09	11.65	2.92	22.20	0.89	8.10	2.41
10	0% M - 10	11.70	2.50	22.10	1.34	8.60	-3.61
	Des. Estan.	0.2		0.21		0.25	
	C.V.	1.7		0.94		3.06	
	PROMEDIO=	11.74	2.21	22.23	0.78	8.17	1.63

En la Tabla n.13., se indica que los ladrillos de arcilla artesanal con 0 % de cenizas de tallo de algodón, presentan un coeficiente de variación en su largo, ancho y alto de 0.94, 1.70 y 3.06 respectivamente, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 40 % exigido por la NTE E.070 (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de 0.78 % en el largo, 2.21 % de ancho y 1.63 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo IV, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070 (2006).

Tabla N°14 Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades con 1 % de cenizas de tallo de algodón.

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLO  
(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**ANCHO 12.00 cm**  
**LARGO 22.40 cm**  
**ALTURA 8.30 cm**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ancho (cm)	% Variación	Largo (cm)	% Variación	Altura (cm)	% Variación
1	1% M - 01	11.40	5.00	22.35	0.22	8.05	3.01
2	1% M - 02	11.50	4.17	22.20	0.89	8.20	1.20
3	1% M - 03	11.90	0.83	22.00	1.79	7.80	6.02
4	1% M - 04	11.70	2.50	22.50	-0.45	8.00	3.61
5	1% M - 05	12.00	0.00	22.30	0.45	7.95	4.22
6	1% M - 06	12.40	-3.33	22.00	1.79	8.25	0.60
7	1% M - 07	11.65	2.92	21.90	2.23	7.80	6.02
8	1% M - 08	11.55	3.75	21.90	2.23	8.50	-2.41
9	1% M - 09	11.70	2.50	22.10	1.34	8.30	0.00
10	1% M - 10	11.70	2.50	22.05	1.56	8.45	-1.81
	Desv. Estand.	0.29		0.20		0.25	
	C.V.	2.47		0.90		3.08	
	PROMEDIO=	11.75	2.08	22.13	1.21	8.13	2.05

En la Tabla n 14., se indica que los ladrillos de arcilla artesanal con 1 % de cenizas de tallo de algodón, presentan un coeficiente de variación en su largo, ancho y alto de 0.90, 2.47 y 3.08 % respectivamente, por lo que

se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 40 % exigido por la NTE E.070 (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de 1.21 % en el largo, 2.08 % de ancho y 2.05 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo IV, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070 (2006).

Tabla N°15 Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades con 3 % de cenizas de tallo de algodón.

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLO  
(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

**ANCHO 12.00 cm**  
**LARGO 22.40 cm**  
**ALTURA 8.30 cm**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA	Ancho (cm)	% Variación	Largo (cm)	% Variación	Altura (cm)	% Variación
1	3% M - 01	11.80	1.67	22.15	1.12	8.00	3.61
2	3% M - 02	11.60	3.33	21.70	3.13	8.25	0.60
3	3% M - 03	11.90	0.83	21.80	2.68	7.90	4.82
4	3% M - 04	11.90	0.83	22.05	1.56	7.80	6.02
5	3% M - 05	11.85	1.25	22.15	1.12	8.60	-3.61
6	3% M - 06	11.70	2.50	22.25	0.67	8.20	1.20
7	3% M - 07	12.10	-0.83	22.20	0.89	8.05	3.01
8	3% M - 08	11.55	3.75	22.60	-0.89	7.95	4.22
9	3% M - 09	11.70	2.50	22.80	-1.79	8.00	3.61
10	3% M - 10	11.50	4.17	22.40	0.00	8.20	1.20
	Desv. Estad.	0.19		0.33		0.23	
	C.V.	1.62		1.49		2.84	
	PROMEDIO=	11.76	2.00	22.21	0.85	8.10	2.47

En la Tabla N° 15, se indica que los ladrillos de arcilla artesanal con 3 % de cenizas de tallo de algodón, presentan un coeficiente de variación en su largo, ancho y alto de 1.49, 1.62 y 2.84 respectivamente, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 40 % exigido por la NTE E.070 (2006); además, estas unidades tienen una variación

dimensional promedio de 0.85 % en el largo, 2.00 % de ancho y 2.47 % de alto, clasificando como ladrillos de Tipo V, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070 (2006)

Tabla N°16 Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades con 5 % de cenizas de tallo de algodón.

**VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLO  
(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)**

**ANCHO 12.00 cm  
LARGO 22.40 cm  
ALTURA 8.30 cm**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ancho (cm)	% Variación	Largo (cm)	% Variación	Altura (cm)	% Variación
1	5% M - 01	11.45	4.58	22.50	-0.45	8.40	-1.20
2	5% M - 02	11.60	3.33	22.05	1.56	8.70	-4.82
3	5% M - 03	11.50	4.17	22.15	1.12	8.30	0.00
4	5% M - 04	11.75	2.08	21.75	2.90	8.50	-2.41
5	5% M - 05	11.90	0.83	22.60	-0.89	8.10	2.41
6	5% M - 06	11.80	1.67	22.60	-0.89	8.20	1.20
7	5% M - 07	11.45	4.58	22.10	1.34	8.00	3.61
8	5% M - 08	11.60	3.33	22.00	1.79	7.90	4.82
9	5% M - 09	11.70	2.50	22.00	1.79	7.85	5.42
10	5% M - 10	11.60	3.33	22.15	1.12	8.10	2.41
	Desv. Estad.	0.15		0.28		0.27	
	C.V.	1.29		1.26		3.29	
	PROMEDIO=	11.64	3.04	22.19	0.94	8.21	1.14

En la Tabla N° 16, se indica que los ladrillos de arcilla artesanal con 5 % de cenizas de tallo de algodón, presentan un coeficiente de variación en su largo, ancho y alto de 1.26, 1.29 y 3.29 respectivamente, por lo que se acepta el lote de fabricación, ya que está por debajo del 40 % exigido por la NTE E.070 (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio de 0.94 % en el largo, 3.04 % de ancho y 1.14 %

de alto, clasificando como ladrillos de Tipo III, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070 (2006).

Tabla 17 Resumen de datos obtenidos del ensayo de variación dimensional para cada % de adición de ceniza de tallo de algodón

		% DE CENIZA ADICIONADA			
		L0 0%	L1 1%	L2 3%	L3 5%
<b>DIMENSIONES PROMEDIO (mm)</b>	Largo	22.23	22.13	22.21	22.19
	Ancho	11.74	11.75	11.76	11.64
	Altura	8.17	8.13	8.10	8.21
<b>DIMENSIÓN ESPECIFICADA D. E. (mm)</b>	Largo	22.40	22.40	22.40	22.40
	Ancho	12.00	12.00	12.00	12.00
	Altura	8.30	8.30	8.30	8.30
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (<math>\delta</math>)</b>	Largo	0.21	0.20	0.33	0.28
	Ancho	0.20	0.29	0.19	0.15
	Altura	0.25	0.25	0.23	0.27
<b>VARIACIÓN DIMENSIONAL V. D. (%)</b>	Largo	0.78	1.21	0.85	0.94
	Ancho	2.21	2.08	2.00	3.04
	Altura	1.63	2.05	2.47	1.14
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN C. V. (%)</b>	Largo	0.94	0.90	1.49	1.26
	Ancho	1.70	2.47	1.62	1.29
	Altura	3.06	3.08	2.84	3.29

### Clasificación del ladrillo por variación dimensional

Tabla 18 Clasificación de las unidades de albañilería por variación dimensional.

% DE CENIZA TALLO ALGODÓN	VARIACIÓN DIMENSIONAL						CLASIFICACIÓN SEGÚN NTP E.070
	LARGO		ANCHO		ALTURA		
	L (mm)	V. D. (%)	A (mm)	V. D. (%)	H (mm)	V. D. (%)	
0%	22.23	0.78	11.74	2.21	8.17	1.63	<b>Tipo IV</b>
1%	22.13	1.21	11.75	2.08	8.13	2.05	<b>Tipo IV</b>
3%	22.21	0.85	11.76	2.00	8.10	2.47	<b>Tipo V</b>
5%	22.19	0.94	11.64	3.04	8.21	1.14	<b>Tipo III</b>

En el tabla N°18., se visualiza de una manera más óptima los resultados del ensayo de variación dimensional, donde los valores obtenidos se muestran en valor absoluto, para una mejor representación del cambio de porcentajes del presente ensayo.

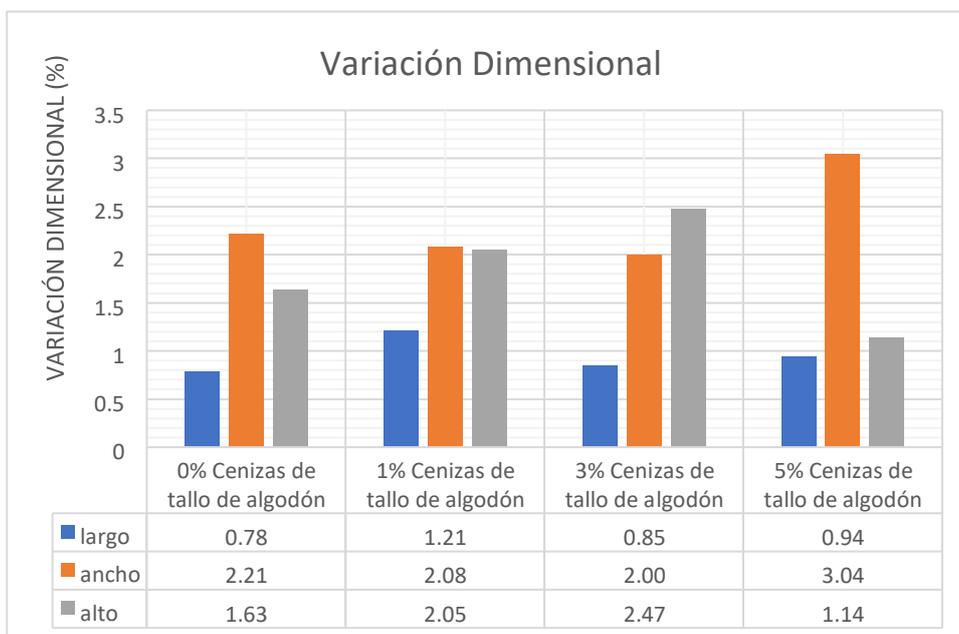


Figura 16. Resultados del ensayo de Variación Dimensional de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón

De la Fig. 16, se infiere que el porcentaje de variación dimensional en el largo, ancho y alto es más óptimo en los ladrillos con 0 % de cenizas de tallo de algodón; puesto que, la variación dimensional aumenta en aquellas unidades con menor y mayor porcentaje de cenizas de tallo de algodón.

## 1.2. Alabeo

Este ensayo permitió determinar la mayor concavidad y convexidad del ladrillo. Su desarrollo se basa en la Norma NTP 399.613.



Fig. 17. Realizando Ensayo de Alabeo

Se utilizaron diez unidades de ladrillo artesanal por cada sustitución de cenizas de tallo de algodón (0 %, 1 %, 3 % y 5 %) por arcilla común. Las unidades fueron elegidas aleatoriamente con la finalidad de obtener una muestra representativa, luego se tomaron las medidas de concavidad y convexidad, respectivamente, obteniéndose los siguientes resultados:

En la Tabla N°19, se señala que el alabeo promedio de las unidades con 0 % de cenizas de tallo de algodón, son de 2.30 mm y 1,33 mm para la cara superior e inferior respectivamente.

Tabla N°19. Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 0 % de cenizas de tallo de algodón.

**ALABEO DE LADRILLO**

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARA SUPERIOR				CARA INFERIOR				ALABEO	
		DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	Cara superior	Cara inferior
1	0% M - 01	CV	2.00	CV	2.00	CC	1.00	CC	0.50	2.00	0.75
2	0% M - 02	CC	1.00	CV	1.00	CC	0.50	CC	2.00	1.00	1.25
3	0% M - 03	CC	0.50	CC	2.00	CV	0.50	CV	0.00	1.25	0.25
4	0% M - 04	CC	4.00	CC	2.00	CV	2.00	CV	3.00	3.00	2.50
5	0% M - 05	CV	3.00	CV	5.00	CC	0.50	CV	1.00	4.00	0.75
6	0% M - 06	CV	4.00	CV	3.50	CV	2.00	CV	1.00	3.75	1.50
7	0% M - 07	CC	2.00	CC	3.00	CC	1.00	CC	2.00	2.50	1.50
8	0% M - 08	CC	3.00	CV	1.00	CV	2.00	CV	1.00	2.00	1.50
9	0% M - 09	CC	4.00	CC	0.50	CV	1.00	CV	3.00	2.25	2.00
10	0% M - 10	CC	0.50	CC	2.00	CV	0.50	CC	2.00	1.25	1.25
									Promedio=	2.30	1.33

En la Tabla N° 20, se señala que el alabeo promedio en las unidades con 1 % de cenizas de tallo de algodón, son de 3.28 mm y 1.90 mm para la cara superior e inferior respectivamente.

Tabla N°20. Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 1 % de cenizas de tallo de algodón.

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)											
N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARA SUPERIOR				CARA INFERIOR				ALABEO	
		DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	Cara superior	Cara inferior
1	1% M - 01	CV	0.50	CV	4.00	CC	2.00	CV	2.00	2.25	2.00
2	1% M - 02	CC	3.00	CC	3.00	CV	4.00	CV	1.00	3.00	2.50
3	1% M - 03	CC	4.00	CV	5.00	CV	1.00	CV	3.00	4.50	2.00
4	1% M - 04	CV	3.00	CV	3.00	CC	1.00	CC	3.00	3.00	2.00
5	1% M - 05	CV	3.00	CV	3.00	CC	2.00	CC	1.00	3.00	1.50
6	1% M - 06	CC	4.00	CV	4.00	CV	0.00	CC	1.00	4.00	0.50
7	1% M - 07	CC	1.00	CC	5.00	CC	3.00	CC	3.00	3.00	3.00
8	1% M - 08	CC	3.00	CC	3.00	CC	1.00	CC	2.00	3.00	1.50
9	1% M - 09	CC	3.00	CC	3.00	CC	2.00	CC	2.00	3.00	2.00
10	1% M - 10	CC	4.00	CV	4.00	CV	2.00	CV	2.00	4.00	2.00
									Promedio=	3.28	1.90

En la Tabla N°21, se señala que el alabeo promedio en las unidades con 3 % de cenizas de tallo de algodón, son de 2.90 mm y 1.93 mm para la cara superior e inferior respectivamente.

Tabla N°21. Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 3 % de cenizas de tallo de algodón.

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍ, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)											
N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARA SUPERIOR				CARA INFERIOR				ALABEO	
		DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	Cara superior	Cara inferior
1	3% M - 01	CC	2.00	CC	1.00	CV	0.50	CV	2.00	1.50	1.25
2	3% M - 02	CC	2.00	CC	2.00	CV	1.00	CV	2.00	2.00	1.50
3	3% M - 03	CC	2.00	CV	3.00	CV	3.00	CC	1.00	2.50	2.00
4	3% M - 04	CV	3.00	CV	3.00	CC	1.00	CV	1.00	3.00	1.00
5	3% M - 05	CC	4.00	CC	3.00	CC	2.00	CC	3.00	3.50	2.50
6	3% M - 06	CC	3.00	CC	4.00	CV	2.50	CV	2.00	3.50	2.25
7	3% M - 07	CC	2.00	CC	3.00	CV	1.50	CV	2.00	2.50	1.75
8	3% M - 08	CV	3.00	CV	4.00	CC	1.50	CV	3.00	3.50	2.25
9	3% M - 09	CV	4.00	CV	3.50	CC	2.50	CC	3.00	3.75	2.75
10	3% M - 10	CC	2.50	CV	4.00	CC	2.00	CC	2.00	3.25	2.00
								Promedio=		2.90	1.93

En la Tabla N°22, se señala que el alabeo promedio en las unidades con 5 % de cenizas de tallo de algodón, son de 2.55 mm y 3.50 mm para la cara superior e inferior respectivamente.

Tabla.22. Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 5% de cenizas de tallo de algodón

**NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA,, NTP 399.613, ITINTEC 331.019**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARA SUPERIOR				CARA INFERIOR				ALABEO	
		DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	Cara superior	Cara inferior
1	5% M - 01	CC	3.00	CV	3.50	CV	3.00	CV	4.00	3.25	3.50
2	5% M - 02	CV	3.00	CV	2.00	CC	2.00	CV	2.50	2.5	2.25
3	5% M - 03	CC	3.00	CC	2.50	CC	3.00	CC	3.00	2.75	3.00
4	5% M - 04	CV	1.50	CV	2.50	CV	1.00	CV	1.00	2	1.00
5	5% M - 05	CC	2.50	CC	3.00	CV	3.50	CV	1.50	2.75	2.50
6	5% M - 06	CV	2.00	CC	3.00	CV	3.00	CV	3.00	2.5	3.00
7	5% M - 07	CC	2.50	CV	2.50	CC	3.00	CC	2.00	2.5	2.50
8	5% M - 08	CC	1.51	CC	1.50	CC	2.00	CC	2.50	1.51	2.25
9	5% M - 09	CC	4.00	CC	3.00	CC	2.00	CV	4.00	3.5	3.00
10	5% M - 10	CC	3.00	CC	1.50	CV	2.00	CC	2.00	2.25	2.00
								Promedio=		2.55	3.50

Tabla N°23. Resumen Resultados del ensayo de alabeo

Muestra	Alabeo promedio	
	Cara Superior (mm)	Cara Inferior (mm)
Unidades con 0% Cenizas de tallo de algodón	2.3	1.33
Unidades con 01% Cenizas de tallo de algodón	3.28	1.9
Unidades con 03% Cenizas de tallo de algodón	2.9	1.93
Unidades con 05% Cenizas de tallo de algodón	2.55	3.5

En la Tabla N°23, se señala que el alabeo promedio de las unidades con 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón, son de 2.30 mm y 1.33 mm para la cara superior e inferior respectivamente.

El alabeo promedio en las unidades con 1 % de cenizas de tallo de algodón, son de 3.28 mm y 1.90 mm para la cara superior e inferior respectivamente

El alabeo promedio en las unidades con 3 % de cenizas de tallo de algodón, son de 2.90 mm y 1.93 mm para la cara superior e inferior respectivamente.

El alabeo promedio en las unidades con 5 % de cenizas de tallo de algodón, son de 2.55 mm y 3.50 mm para la cara superior e inferior respectivamente.

Las unidades con un porcentaje de cenizas de tallo de algodón del 0 %, clasifican como ladrillos Tipo I, pudiendo clasificar hasta como ladrillos Tipo IV, debido a que se tiene un alabeo promedio comprendido entre 2 mm y 4 mm; sin embargo, las unidades con 1 %, 3 % y 5 % de cenizas de tallo de algodón clasifican como ladrillos Tipo I, pudiendo clasificar hasta como ladrillos Tipo IV, pues presentaron un alabeo promedio máximo de 2 mm y 4 mm. Por lo que se deduce que la incorporación de cenizas de tallo de algodón en la masa cerámica del ladrillo, disminuye el alabeo presentado en estas unidades de albañilería

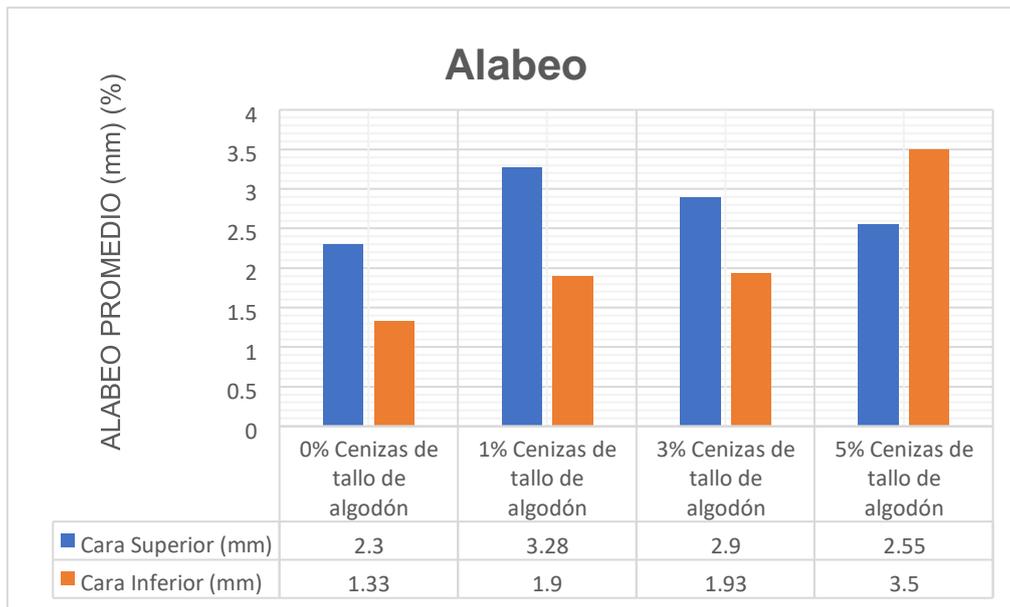


Figura 18. Resultados del ensayo de Alabeo de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón

En la Figura 18, se observa que la cara superior de los ladrillos presenta un mayor alabeo, a comparación de la cara inferior de estos. Además, se infiere que las unidades de albañilería con 0 % presentan el menor alabeo, con respecto a las unidades de 1 %, 3 % y 5 % de cenizas de tallo de algodón.

### 1.3. Absorción

Para este ensayo, se utilizaron cinco unidades de ladrillo artesanal seleccionadas aleatoriamente, por cada porcentaje de sustitución de cenizas de tallo de algodón. Se obtuvo el peso seco en un horno a 100 °C y se les sumergió en agua por un tiempo de veinticuatro horas, para obtener el peso saturado. La NTE E.070 (2006) señala que la absorción para ladrillos de arcilla no debe ser mayor que 22 %.



Fig. 19. Ensayo de Absorción

Tabla N°24. Resultados del ensayo de absorción de unidades con 0 % de cenizas de tallo de algodón.

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Peso agua (g)	Absorción (%)
0% - 1 (M-04)	3,186.00	3,906.00	720.00	22.60
0% - 2 (M-06)	3,270.00	4,028.00	758.00	23.18
0% - 3 (M-07)	3,194.00	3,931.00	737.00	23.07
0% - 4 (M-08)	3,261.00	3,990.00	729.00	22.36
0% - 5 (M-09)	3,252.00	3,969.00	717.00	22.05
<b>Absorción promedio (%)</b>				<b>22.65</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0.48</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>				<b>2.12</b>

En la Tabla N°24, se indica que la absorción promedio del ladrillo artesanal con 0 % de cenizas de tallo de algodón es de 22.65 %

Tabla N°25. Resultados del ensayo de absorción de unidades con 1 % de cenizas de tallo de algodón, la cual no está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 (2006), por lo que no se acepta la unidad.

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Peso agua (g)	Absorción (%)
1% - 1 (M-01)	3,343.00	3,981.00	638.00	19.08
1% - 2 (M-03)	3,320.00	4,040.00	720.00	21.69
1% - 3 (M-05)	3,313.00	3,980.00	667.00	20.13
1% - 4 (M-06)	3,297.00	3,994.00	697.00	21.14
1% - 5 (M-09)	3,367.00	3,991.00	624.00	18.53
<b>Absorción promedio (%)</b>				<b>20.11</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>1.33</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>				<b>6.61</b>

En la Tabla N° 25, se indica que la absorción promedio del ladrillo artesanal con 1 % de cenizas de tallo de algodón es de 20.11 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 (2006), por lo que se acepta la unidad.

Tabla N°26. Resultados del ensayo de absorción de unidades con 3 % de cenizas de tallo de algodón.

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Peso agua (g)	Absorción (%)
3% - 1 (M-02)	3,294.00	4,048.00	754.00	22.89
3% - 2 (M-05)	3,265.00	4,039.00	774.00	23.71
3% - 3 (M-06)	3,301.00	4,056.00	755.00	22.87
3% - 4 (M-08)	3,239.00	3,974.00	735.00	22.69
3% - 5 (M-10)	3,256.00	3,986.00	730.00	22.42
<b>Absorción promedio (%)</b>				<b>22.92</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0.48</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>				<b>2.09</b>

En la Tabla N°26, se indica que la absorción promedio del ladrillo artesanal con 3 % de cenizas de tallo de algodón es de 22.92 %, la cual no está por

debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 (2006), por lo que no se acepta la unidad.

Tabla N°27. Resultados del ensayo de absorción de unidades con 5 % de cenizas de tallo de algodón.

Espécimen	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Peso agua (g)	Absorción (%)
5% - 1 (M-01)	3,180.00	3,957.00	777.00	24.43
5% - 2 (M-02)	3,223.00	4,011.00	788.00	24.45
5% - 3 (M-07)	3,255.00	4,035.00	780.00	23.96
5% - 4 (M-08)	3,155.00	3,925.00	770.00	24.41
5% - 5 (M-09)	3,164.00	3,905.00	741.00	23.42
<b>Absorción promedio (%)</b>				<b>24.13</b>
<b>Desviación estándar</b>				0.45
<b>Coefficiente de variación (%)</b>				1.86

En la Tabla N°27, se indica que la absorción promedio del ladrillo artesanal con 5 % de cenizas de tallo de algodón es de 24.13 %, la cual no está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 (2006), por lo que no se acepta la unidad.

Tabla N°28. Resumen Resultados del ensayo de Absorción

Muestras	Absorción Promedio %
Unidades con 0% Cenizas de tallo de algodón	22.65
Unidades con 1% Cenizas de tallo de algodón	20.11
Unidades con 3% de Cenizas de tallo de algodón	22.92
Unidades con 5% de Cenizas de tallo de algodón	24.13

En la Tabla N°28, se establece que la absorción promedio del ladrillo de arcilla artesanal con 0 % de cenizas de tallo de algodón es de 22.65 %, la cual está por encima del 22 % exigido por la NTE E.070 (2006), por lo que no se acepta la unidad.

La absorción promedio del ladrillo de arcilla artesanal con 1 % de cenizas de tallo de algodón es de 20.11 %, la cual está por debajo del 22 % exigido por la NTE E.070 (2006), por lo que se acepta la unidad.

La absorción promedio del ladrillo de arcilla artesanal con 3 % de cenizas de tallo de algodón es de 22.92 %, la cual está por encima del 22 % exigido por la NTE E.070 (2006), por lo que no se acepta la unidad.

La absorción promedio del ladrillo de arcilla artesanal con 5 % de cenizas de tallo de algodón es de 24.13 %, la cual está por encima del 22 % exigido por la NTE E.070 (2006), por lo que no se acepta la unidad.

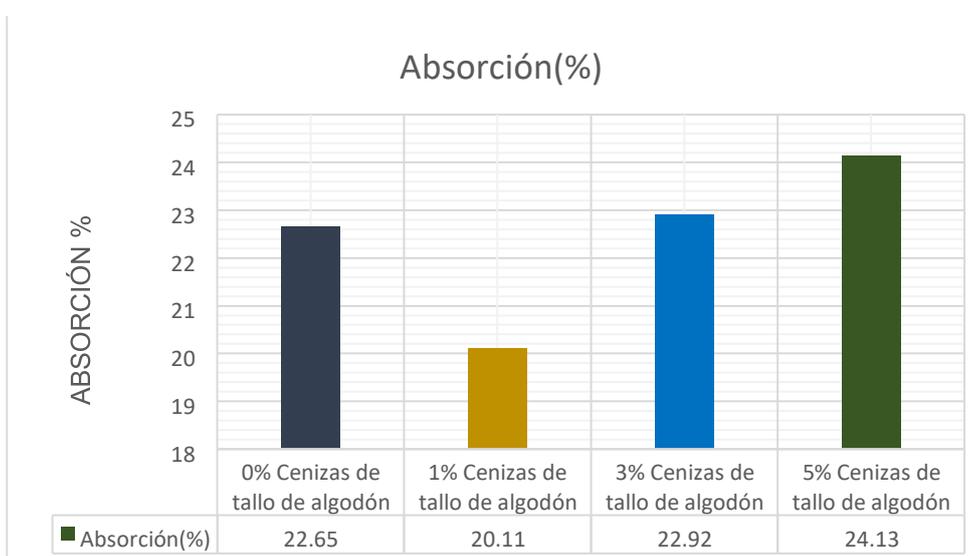


Fig. 20. Resultados del ensayo de Absorción de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón

En la Figura 20, se contempla que los ladrillos con 1 % de cenizas de tallos de algodón presentan una absorción más baja, las otras muestras no cumplen con lo establecido por la NTE E.070 (2006), al sobrepasar el 22 % de absorción.

#### 1.4. DENSIDAD

En la Tabla N°29, se indica que la densidad promedio del ladrillo artesanal con 0 % de cenizas de tallo de algodón es de 1.54 gr/cm<sup>3</sup>, la cual está por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, por lo que se acepta la unidad.

Tabla 29. Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 0% de cenizas de de tallo de algodón

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Volúmen (cm)	Masa (gr)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Promedio
1	0% M - 04	12.00	22.20	8.25	2197.80	3261.00	1.48	1.54
2	0% M - 06	11.50	22.50	8.35	2160.56	3270.00	1.51	
3	0% M - 07	11.70	22.40	7.90	2070.43	3194.00	1.54	
4	0% M - 08	11.50	21.85	7.95	1997.64	3261.00	1.63	
5	0% M - 09	11.65	22.20	8.10	2094.90	3252.00	1.55	

Se contempla que los ladrillos con 0 % de cenizas de tallos de algodón presentan una densidad superior cumpliendo con lo establecido por la NTE ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, al sobrepasar el mínimo establecido.

En la Tabla N°30, se indica que la densidad promedio del ladrillo artesanal con 1 % de cenizas de tallo de algodón es de 1.57 gr/cm<sup>3</sup>, la cual está por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, por lo que se acepta la unidad.

Tabla 30. Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 1% de cenizas de tallo de algodón

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Volúmen (cm)	Masa (gr)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Promedio
1	1% M - 01	11.40	22.35	8.05	2051.06	3343.00	1.63	1.57
2	1% M - 03	11.90	22.00	7.80	2042.04	3320.00	1.63	
3	1% M - 05	12.00	22.30	7.95	2127.42	3313.00	1.56	
4	1% M - 06	12.40	22.00	8.25	2250.60	3297.00	1.46	
5	1% M - 09	11.70	22.10	8.30	2146.13	3367.00	1.57	

Se contempla que los ladrillos con 1 % de cenizas de tallos de algodón presentan una densidad superior cumpliendo con lo establecido por la

NTE ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, al sobrepasar el mínimo establecido.

En la Tabla N°31, se indica que la densidad promedio del ladrillo artesanal con 3 % de cenizas de tallo de algodón es de 1.54 gr/cm<sup>3</sup>, la cual está por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, por lo que se acepta la unidad.

Tabla 31. Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 0% de cenizas de tallo de algodón

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Volúmen (cm)	Masa (gr)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Promedio
1	3% M - 02	11.60	21.70	8.25	2076.69	3294.00	1.59	1.54
2	3% M - 05	11.85	22.15	8.60	2257.31	3265.00	1.45	
3	3% M - 06	11.70	22.25	8.20	2134.67	3301.00	1.55	
4	3% M - 08	11.55	22.60	7.95	2075.19	3239.00	1.56	
5	3% M - 10	11.50	22.40	8.20	2112.32	3256.00	1.54	

Se contempla que los ladrillos con 3 % de cenizas de tallos de algodón presentan una densidad superior cumpliendo con lo establecido por la NTE ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, al sobrepasar el mínimo establecido.

En la Tabla N°32, se indica que la densidad promedio del ladrillo artesanal con 5 % de cenizas de tallo de algodón es de 1.53 gr/cm<sup>3</sup>, la cual está por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, por lo que se acepta la unidad.

Tabla 32. Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 5% de cenizas de tallo de algodón

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Volúmen (cm)	Masa (gr)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Promedio
1	5% M - 01	11.45	22.50	8.40	2164.05	3180.00	1.47	1.53
2	5% M - 02	11.60	22.05	8.70	2225.29	3223.00	1.45	
3	5% M - 07	11.45	22.10	8.00	2024.36	3255.00	1.61	
4	5% M - 08	11.60	22.00	7.90	2016.08	3155.00	1.56	
5	5% M - 09	11.70	22.00	7.85	2020.59	3164.00	1.57	

Se contempla que los ladrillos con 5 % de cenizas de tallos de algodón presentan una densidad superior cumpliendo con lo establecido por la NTE ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, al sobrepasar el mínimo establecido.

Tabla N°33. Resumen de resultados del ensayo de densidad

Muestras	Densidad(gr/cm <sup>3</sup> )
0% Cenizas de tallo de algodón	1.54
1% Cenizas de tallo de algodón	1.57
3% Cenizas de tallo de algodón	1.54
5% Cenizas de tallo de algodón	1.53

En la Tabla 33, se señala que la densidad de las unidades con 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón es 1.54 Kg/cm<sup>3</sup>, 1.57 Kg/cm<sup>3</sup>, 1.54 Kg/cm<sup>3</sup> y 1.53 Kg/cm<sup>3</sup> respectivamente.

Las unidades con un porcentaje de cenizas de tallo de algodón del 0%, 1 %, 3% y 5% cumple por estar por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, por lo que se aceptan las unidades.

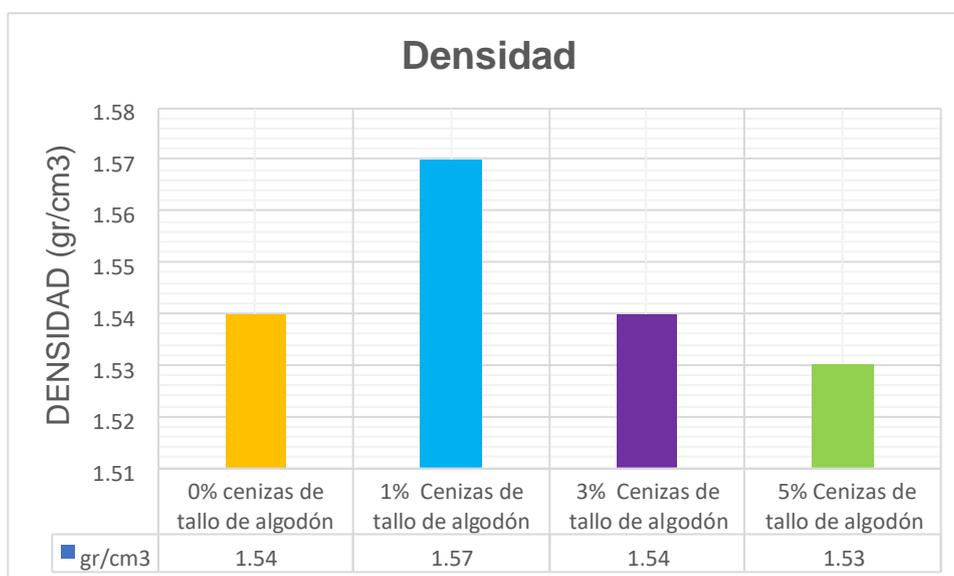


Fig. 21. Resultados del ensayo de Densidad de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón

En la Fig. 21, se observa que los ladrillos con 0 %, 1%, 3% y 5% de arcilla de cenizas de tallo de algodón presentaron una mejor densidad, las unidades cumplen por estar por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, por lo que se aceptan las unidades.

## II. Propiedades mecánicas del ladrillo

### 2.1 Resistencia a compresión simple

En este ensayo se emplearon cinco unidades de ladrillo artesanal secos por cada porcentaje de sustitución de ceniza de tallo de algodón (0 %, 1 %, 3 % y 5 %), los cuales fueron evaluados de acuerdo a la NTP 399.613. Las unidades fueron elegidas aleatoriamente con la finalidad de obtener una muestra representativa. La resistencia característica a compresión axial ( $f'_b$ ) fue calculada restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra, teniendo en consideración la resistencia mínima (50 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006).

N°34. Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 0 % de ceniza de tallo de algodón.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE:		Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA					
1	0% M - 4	---	3/05/2021	12.00	22.20	266.4	15858	<b>59.53</b>
2	0% M - 6	---	3/05/2021	11.50	22.50	258.75	15412	<b>59.56</b>
3	0% M - 7	---	3/05/2021	11.70	22.40	262.08	15456	<b>58.97</b>
4	0% M - 8	---	3/05/2021	11.50	21.85	251.275	15110	<b>60.13</b>
5	0% M - 9	---	3/05/2021	11.65	22.20	258.63	15849	<b>61.28</b>
<b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>59.89</b>
<b>Desviación estándar</b>								<b>0.88</b>
<b>Coefficiente de variación( %)</b>								<b>1.47</b>
<b>Resistencia característica a compresión f' b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>59.01</b>

En la Tabla N°34, se indica que los ladrillos de arcilla artesanal con 0 % de cenizas de tallo de algodón presentan una resistencia característica a compresión promedio de 59.01 kg/cm<sup>2</sup>, clasificándose como ladrillos Tipo I para fines estructurales, de acuerdo a la NTE E.070 (2006).

Tabla N°35. Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 1 % de ceniza de tallo de algodón.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE:		Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA					
1	1% M - 1	---	3/05/2021	11.40	22.35	254.79	18896	<b>74.16</b>
2	1% M - 3	---	3/05/2021	11.90	22.00	261.8	19105	<b>72.98</b>
3	1% M - 5	---	3/05/2021	12.00	22.30	267.6	17922	<b>66.97</b>
4	1% M - 6	---	3/05/2021	12.40	22.00	272.8	18566	<b>68.06</b>
5	1% M - 9	---	3/05/2021	11.70	22.10	258.57	18953	<b>73.30</b>
<b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>71.09</b>
<b>Desviación estándar</b>								<b>3.32</b>
<b>Coefficiente de variación( %)</b>								<b>4.67</b>
<b>Resistencia característica a compresión f' b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>67.77</b>

En la Tabla N°35, se indica que los ladrillos de arcilla artesanal con 1 % de cenizas de tallo de algodón presentan una resistencia característica a compresión promedio de 67.77 kg/cm<sup>2</sup>, clasificándose como ladrillos Tipo I para fines estructurales, de acuerdo a la NTE E.070 (2006).

N°36. Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 3 % de ceniza de tallo de algodón.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE:		Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA					
1	3% M - 2	---	3/05/2021	11.60	21.70	251.72	17893	<b>71.08</b>
2	3% M - 5	---	3/05/2021	11.85	22.15	262.48	17609	<b>67.09</b>
3	3% M - 6	---	3/05/2021	11.70	22.15	259.16	16929	<b>65.32</b>
4	3% M - 8	---	3/05/2021	11.55	22.60	261.03	16971	<b>65.02</b>
5	3% M - 10	---	3/05/2021	11.50	22.40	257.60	18705	<b>72.61</b>
<b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>68.22</b>
<b>Desviación estándar</b>								<b>3.44</b>
<b>Coefficiente de variación( %)</b>								<b>5.04</b>
<b>Resistencia característica a compresión f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>64.78</b>

En la Tabla N°36, se indica que los ladrillos de arcilla artesanal con 3 % de cenizas de tallo de algodón presentan una resistencia característica a compresión promedio de 64.78 kg/cm<sup>2</sup>, clasificándose como ladrillos Tipo I para fines estructurales, de acuerdo a la NTE E.070 (2006).

Tabla N°37. Resultados del ensayo a compresión simple de unidades con 5 % de ceniza de tallo de algodón.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE:		Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA					
1	5% M - 1	---	3/05/2021	11.45	22.50	257.63	14417	<b>55.96</b>
2	5% M - 2	---	3/05/2021	11.60	22.05	255.78	15613	<b>61.04</b>
3	5% M - 7	---	3/05/2021	11.45	22.10	253.05	16147	<b>63.81</b>
4	5% M - 8	---	3/05/2021	11.60	22.00	255.20	14920	<b>58.46</b>
5	5% M - 9	---	3/05/2021	11.70	22.00	257.40	14795	<b>57.48</b>
<b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>59.35</b>
<b>Desviación estándar</b>								<b>3.10</b>
<b>Coefficiente de variación( %)</b>								<b>5.22</b>
<b>Resistencia característica a compresión f'b (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>56.25</b>

En la Tabla N°37, se indica que los ladrillos de arcilla artesanal con 5 % de cenizas de tallo de algodón presentan una resistencia característica a compresión promedio de 56.25 kg/cm<sup>2</sup>, clasificándose como ladrillos Tipo I para fines estructurales, de acuerdo a la NTE E.070 (2006).

N°38. Resumen de resultados del ensayo a compresión simple

Muestras	Resistencia a Compresión simple f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
Unidades con 0% Cenizas de tallo de algodón	59.01
Unidades con 1% Cenizas de tallo de algodón	67.77
Unidades con 3% Cenizas de tallo de algodón	64.78
Unidades con 5% Cenizas de tallo de algodón	56.25

En la Tabla N°38, se señala que la resistencia a compresión simple de las unidades con 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón es 59.01 Kg/cm<sup>2</sup>, 67.77 Kg/cm<sup>2</sup>, 64.78 Kg/cm<sup>2</sup> y 56.25 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Las unidades con un porcentaje de cenizas de tallo de algodón del 0%, 1 %, 3% y 5% cumple con lo establecido en la NTE E.070 (2006) para ladrillos de arcilla artesanal, el cual es superior a 50 kg/cm<sup>2</sup>; Por lo que se deduce que la incorporación de cenizas de tallo de algodón en la masa cerámica del ladrillo, incrementa la resistencia a la compresión en estas unidades de albañilería.

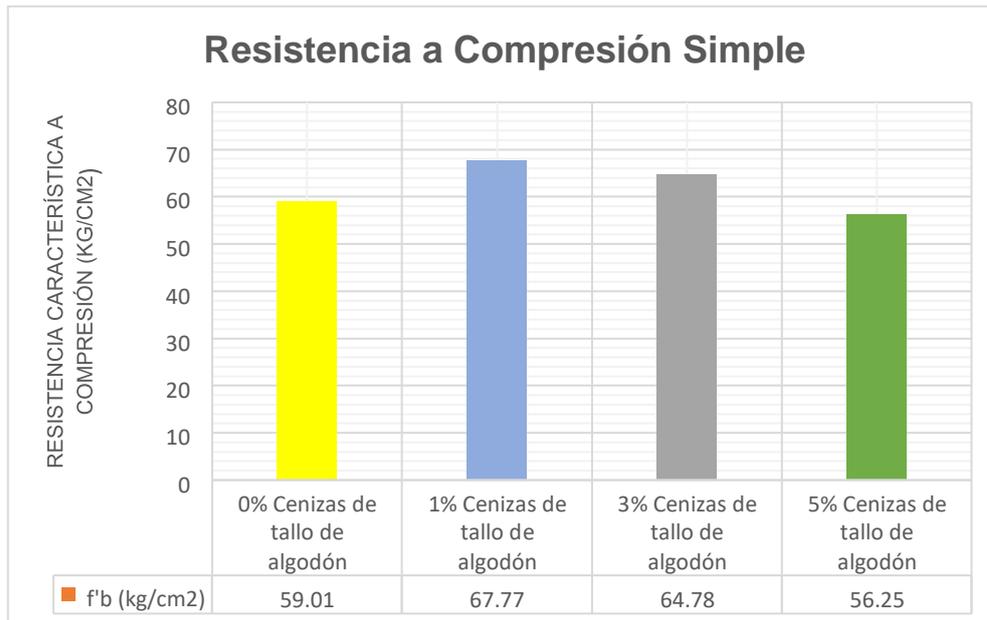


Fig. 22. Resultados del ensayo de Compresión Simple de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón

En la Figura 22, se observa que los ladrillos con 0 %, 1%, 3% y 5% de arcilla de cenizas de tallo de algodón presentaron una mejor resistencia a compresión, las unidades cumplen con la resistencia mínima (50 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), las unidades de clasifican como ladrillos Tipo I.

## 2.2. Ensayo de pilas de albañilería

Para este ensayo se hizo tres pilas de albañilería por cada muestra de ladrillos, obteniéndose pilas con unidades al 0 %, 1 %, 3 % y 5 % de cenizas de tallo de algodón, las cuales tuvieron un tiempo de curado de veintiocho días de acuerdo con la NTE E.070 (2006), para luego ser ensayadas a compresión axial y calcular su esfuerzo máximo promedio. Además, la NTE E.070 (2006) indica que la resistencia característica mínima a compresión axial de pilas de albañilería es de 35 kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos de arcilla artesanal. La resistencia característica a compresión axial se calculó como el promedio de los esfuerzos máximos menos la desviación estándar.



Fig. 23. Pilas Albañilería



Fig. 24. Compresión Axial

Tabla N°39. Resultados del ensayo a compresión axial de pilas de albañilería con 0% de cenizas de tallo de algodón.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA	FECHA DE:		Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA						
1	0% M - 1	15/04/2021	13/05/2021	28	11.85	22.20	263.07	10605	<b>40.31</b>
2	0% M - 2	15/04/2021	13/05/2021	28	11.90	22.50	267.75	9214	<b>34.41</b>
3	0% M - 3	15/04/2021	13/05/2021	28	11.70	22.05	257.99	8836	<b>34.25</b>
<b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>36.32</b>
<b>Desviación estándar</b>									<b>2.82</b>
<b>Coefficiente de variación( %)</b>									<b>7.76</b>
<b>Resistencia característica a compresión f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>33.50</b>

De la Tabla N°39., se establece que la resistencia característica promedio a compresión axial de las pilas de albañilería (f'm) con 0 % de cenizas de tallo de algodón es de 33.50 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es inferior a 35 kg/cm<sup>2</sup>, incumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 (2006) para ladrillos de arcilla artesanal.

Tabla N°40. Resultados del ensayo a compresión axial de pilas de albañilería con 1% de cenizas de tallo de algodón.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA	FECHA DE:		Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA						
1	1% M - 1	15/04/2021	13/05/2021	28	11.50	22.10	254.15	12938	<b>50.91</b>
2	1% M - 2	15/04/2021	13/05/2021	28	11.45	22.00	251.90	11814	<b>46.90</b>
3	1% M - 3	15/04/2021	13/05/2021	28	11.90	22.20	204.18	12639	<b>47.84</b>
<b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>48.55</b>
<b>Desviación estándar</b>									<b>1.71</b>
<b>Coefficiente de variación( %)</b>									<b>3.52</b>
<b>Resistencia característica a compresión f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>46.84</b>

De la Tabla N°40, se establece que la resistencia característica promedio a compresión axial de las pilas de albañilería (f'm) con 1 % de cenizas de

tallo de algodón es de 46.84 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es superior a 35 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 (2006) para ladrillos de arcilla artesanal.

Tabla N°41. Resultados del ensayo a compresión axial de pilas de albañilería con 3% de cenizas de tallo de algodón.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA	FECHA DE:		Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA						
1	3% M - 1	15/04/2021	13/05/2021	28	12.00	22.05	264.60	11499	<b>43.46</b>
2	3% M - 2	15/04/2021	13/05/2021	28	11.95	22.10	264.10	10880	<b>41.2</b>
3	3% M - 3	15/04/2021	13/05/2021	28	11.70	22.30	260.91	12487	<b>47.86</b>
<b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>44.17</b>
<b>Desviación estándar</b>									<b>2.77</b>
<b>Coeficiente de variación( %)</b>									<b>6.27</b>
<b>Resistencia característica a compresión f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>41.40</b>

De la Tabla N°41, se establece que la resistencia característica promedio a compresión axial de las pilas de albañilería (f'm) con 3 % de ceniza de tallo de algodón es de 41.40 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es superior a 35 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 (2006) para ladrillos de arcilla artesanal.

Tabla N°42. Resultados del ensayo a compresión axial de pilas de albañilería con 5% de cenizas de tallo de algodón.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA	FECHA DE:		Edad (Días)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA						
1	5% M - 1	15/04/2021	13/05/2021	28	11.60	21.80	252.88	8742	<b>34.57</b>
2	5% M - 2	15/04/2021	13/05/2021	28	11.80	21.90	258.42	9822	<b>38.01</b>
3	5% M - 3	15/04/2021	13/05/2021	28	11.90	22.60	268.94	9626	<b>35.79</b>
<b>Resistencia promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>36.12</b>
<b>Desviación estándar</b>									<b>1.42</b>
<b>Coeficiente de variación( %)</b>									<b>3.93</b>
<b>Resistencia característica a compresión f'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>34.70</b>

De la Tabla N°42, se establece que la resistencia característica promedio a compresión axial de las pilas de albañilería ( $f'm$ ) con 5 % de cenizas de tallo de algodón es de 34.70 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es inferior a 35 kg/cm<sup>2</sup>, incumpliendo con lo establecido en la NTE E.070 (2006) para ladrillos de arcilla artesanal.

Tabla N°43. Resumen Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial

Muestras	Resistencia a compresión axial $f'm$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Unidades con 0% Cenizas de tallo de algodón	33.50
Unidades con 1% Cenizas de tallo de algodón	46.84
Unidades con 3% Cenizas de tallo de algodón	41.40
Unidades con 5% Cenizas de tallo de algodón	34.70

En la Tabla N°43, se señala que la resistencia a compresión axial de las unidades con 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón es 33.50 Kg/cm<sup>2</sup>, 46.84 Kg/cm<sup>2</sup>, 41.40 Kg/cm<sup>2</sup> y 34.70 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

En la Tabla N°43, las unidades con un porcentaje de cenizas de tallo de algodón del 1 % y 3%, cumple con lo establecido en la NTE E.070 (2006) para ladrillos de arcilla artesanal, el cual es inferior a 35 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, las unidades con 0 % y 5 % de cenizas de tallo de algodón incumplen con lo establecido en la NTE E.070 (2006) para ladrillos de arcilla artesanal, el cual es inferior a 35 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que se deduce que la incorporación de cenizas de tallo de algodón en la masa cerámica del ladrillo, incrementa la resistencia a la compresión en estas unidades de albañilería

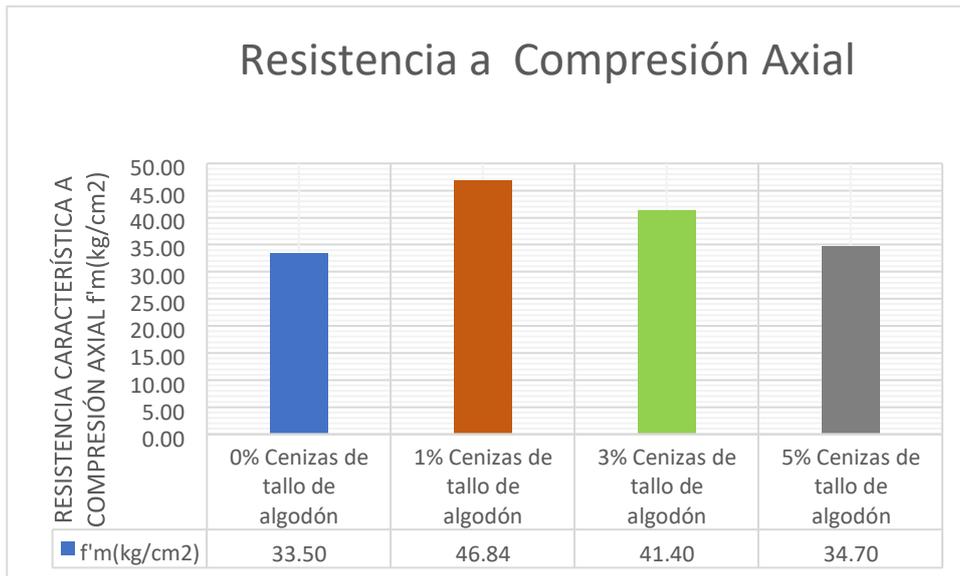


Fig. 25. Resultados del ensayo de Compresión Axial de unidades con 0%, 1%, 3% y % 5% de Cenizas de tallo de algodón

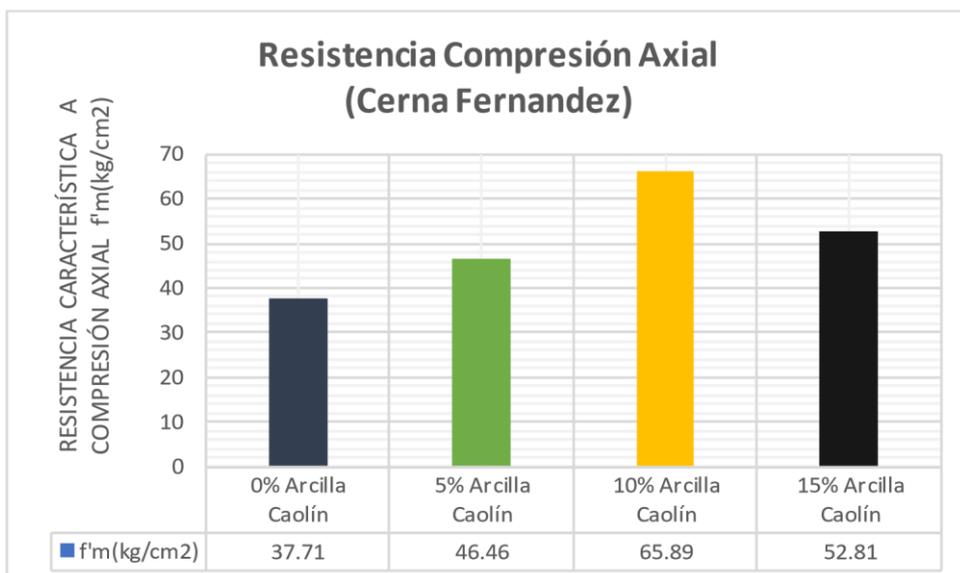
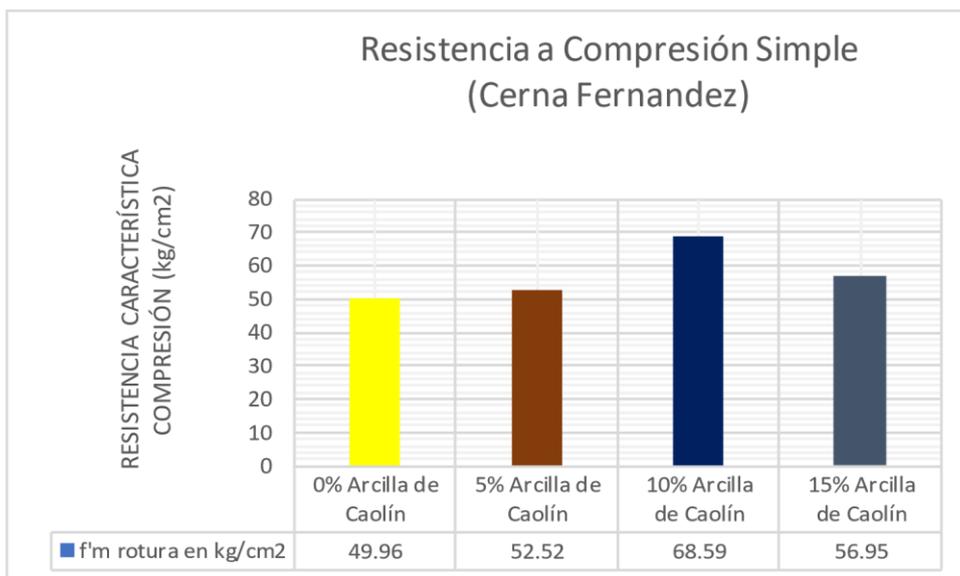
En la Figura 25, se observa que las pilas de albañilería con 1 % y 3% de cenizas de tallo de algodón presentan una mayor resistencia a compresión axial, sin embargo, a medida que se aumenta las cenizas de tallo de algodón, la resistencia empieza a decaer. Además, se establece que las pilas conformadas por unidades de 1 % y 3 % de cenizas de tallo de algodón cumplen co

n la resistencia característica de la albañilería, al sobrepasar los 35 kg/cm<sup>2</sup> impuestos por la NTE E.070 (2006); sin embargo, las pilas con unidades del 0 % y 5% de cenizas de tallo de algodón, no cumplen con la resistencia mínima, siendo no aptos para ser usados como muros de albañilería.

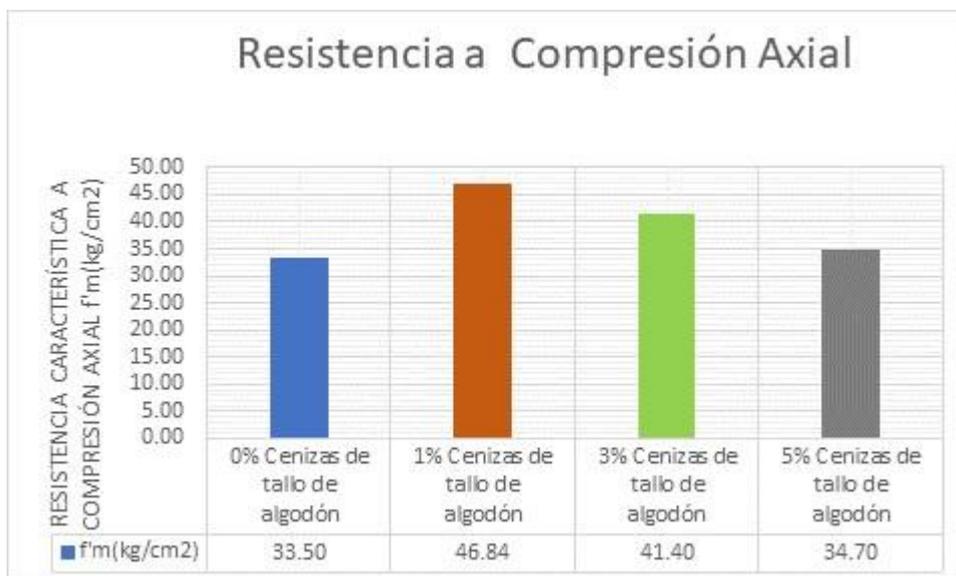
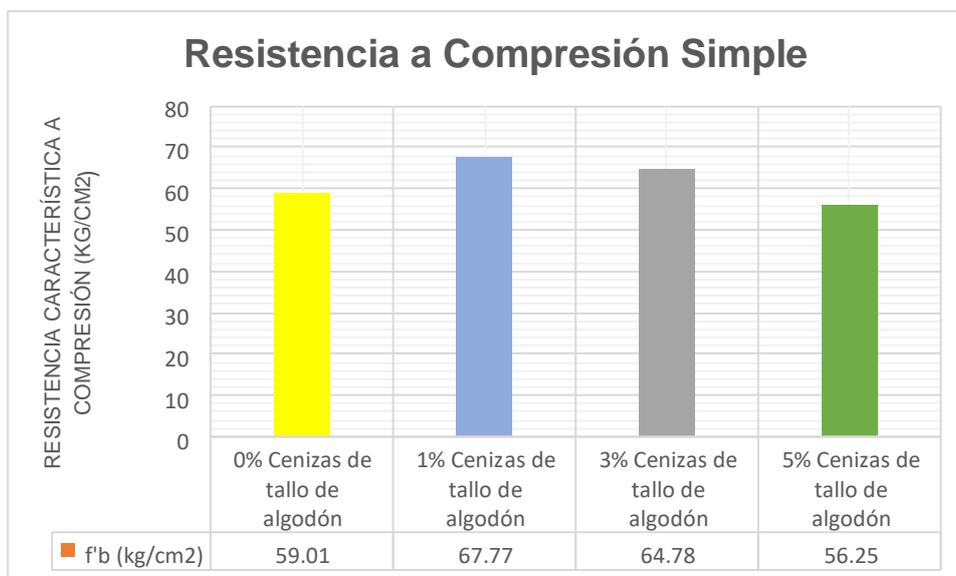
## **V. DISCUSIÓN**

**OG: Determinar el cambio del comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón Puno-2021.**

Para Cerna Fernández Junior Mijael, en su tesis titulada "Influencia de la arcilla de Caolín en la resistencia de compresión Axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal King Kong, Huamachuco 2018", la resistencia a compresión simple de unidades de albañilería y resistencia a compresión axial en muros de albañilería al adicionar 0%, 5%, 10% y 15% de arcilla de caolín es como sigue:



En nuestra investigación la resistencia a compresión simple en unidades de albañilería y resistencia a compresión axial en muros de albañilería, al adicionar 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón es.



De acuerdo con la tesis realizada por Cerna Fernández Junior (2019), determina que los ladrillos con adición de arcilla de caolín al 0%, 5%, 10% y 15%, se logra obtener una máxima **resistencia a compresión simple** adicionando 10% de arcilla de caolín, donde las unidades cumplen con la resistencia mínima (60 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), y clasifican como ladrillos Tipo II, además se aprecia que a medida que se incremente mayor porcentaje de adición de cenizas de caolín la resistencia disminuye; en nuestro caso se observa que

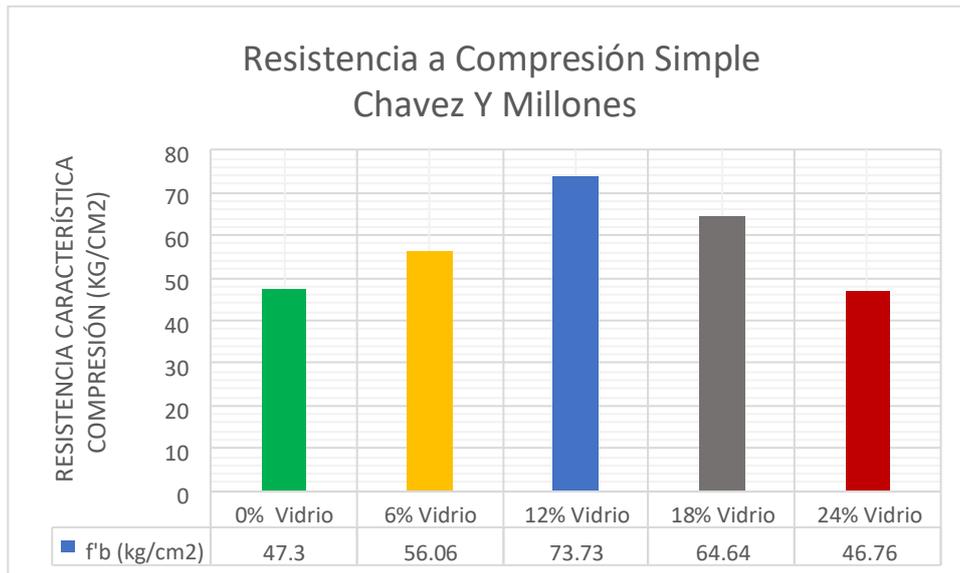
los ladrillos con adición de 0 %, 1%, 3% y 5% de arcilla de cenizas de tallo de algodón presentan una mejor resistencia a compresión simple al adicionar 1% de cenizas de tallo de algodón, cumpliendo con la resistencia mínima (50 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), se aprecia también que a medida que se incrementa mayor porcentaje de cenizas de tallo de algodón la resistencia disminuye, las unidades se clasifican como ladrillos Tipo I.

Asimismo, Cerna Fernández Junior (2019), determina que los ladrillos con adición de arcilla de caolín al 0%, 5%, 10% y 15%, logra obtener una máxima **resistencia a compresión axial** adicionando 10% de arcilla de caolín, donde las unidades cumplen con la resistencia mínima (35 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), además se aprecia que a medida que incrementa mayor porcentaje de adición de cenizas de caolín la resistencia disminuye; en nuestro caso se observa que los ladrillos con adición de 0 %, 1%, 3% y 5% de arcilla de cenizas de tallo de algodón presentan una mejor resistencia a compresión axial al adicionar 1% de cenizas de tallo de algodón, cumple con la resistencia mínima (35 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), se aprecia también que a medida que se incrementa mayor porcentaje de cenizas de tallo de algodón la resistencia disminuye.

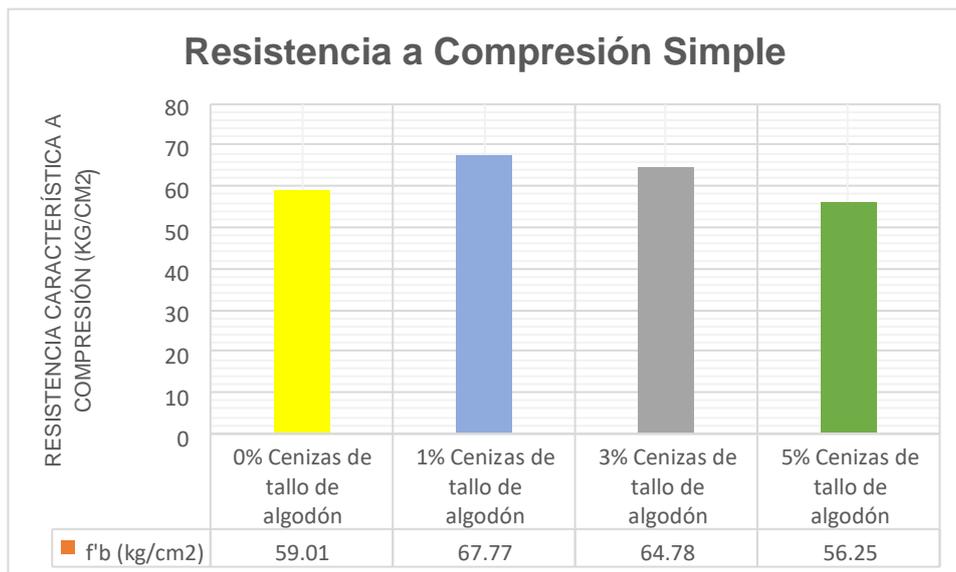
En tal sentido existe **coincidencia** con Cerna Fernández Junior respecto a la resistencia a la compresión simple y resistencia a la compresión axial

### **OE 1: Determinar cuánto varía las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería con adición de cenizas de tallo de algodón Puno-2021**

De acuerdo con la tesis realizada por Chávez Torres y Millones Sipión (2018), determina que los ladrillos con adición de vidrio al 0%, 6%, 12%, 18% y 24%, logran obtener una máxima **resistencia a compresión simple** adicionando 12%, donde las unidades cumplen con la resistencia mínima (60 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), y clasifican como ladrillos Tipo III, además se aprecia que a medida que se incrementa mayor porcentaje de adición de vidrio la resistencia disminuye.



En nuestra investigación se observa que los ladrillos con adición de 0 %, 1%, 3% y 5% de arcilla de cenizas de tallo de algodón presentan una mayor resistencia a compresión simple al adicionar 1%, cumpliendo con la resistencia mínima (50 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), se aprecia también que a medida que se incrementa mayor porcentaje de cenizas de tallo de algodón la resistencia disminuye, las unidades de clasifican como ladrillos Tipo I.



En tal sentido existe **coincidencia** con Chávez Torres y Millones Sipión respecto a la resistencia a la compresión simple.

**OE 2: Determinar cuánto varía las propiedades físicas de la unidad de albañilería con adición de cenizas de tallo de algodón Puno 2021.**

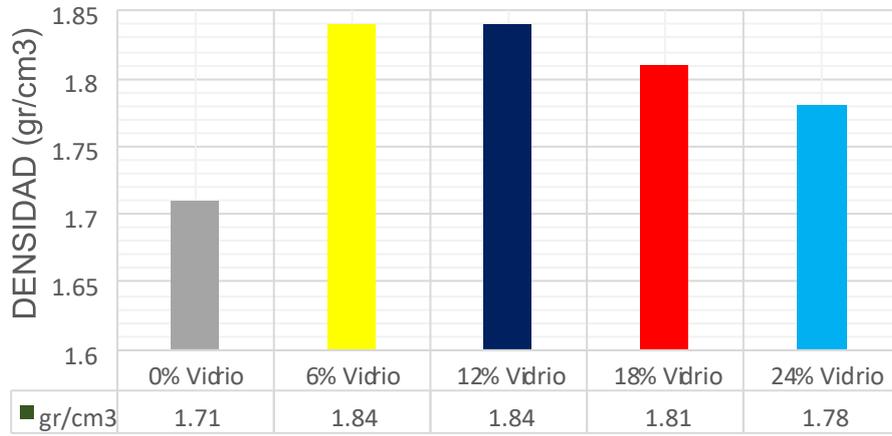
Chávez y Millones (2018), refiere en su investigación que los ladrillos con adición de vidrio al 0 %, 6%, 12%, 18% y 24%, presentan una densidad variable y todas las muestras cumplen por estar por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, siendo los porcentajes 6% y 12% los porcentajes óptimos, por lo que se aceptan las unidades.

Cerna Fernández (2019), contempla que los ladrillos al adicionar arcilla de caolín al 0%, 5%, 10% y 15%, presentan en su totalidad una absorción menor al 22%, cumpliendo con lo establecido por la NTE E.070 (2006).

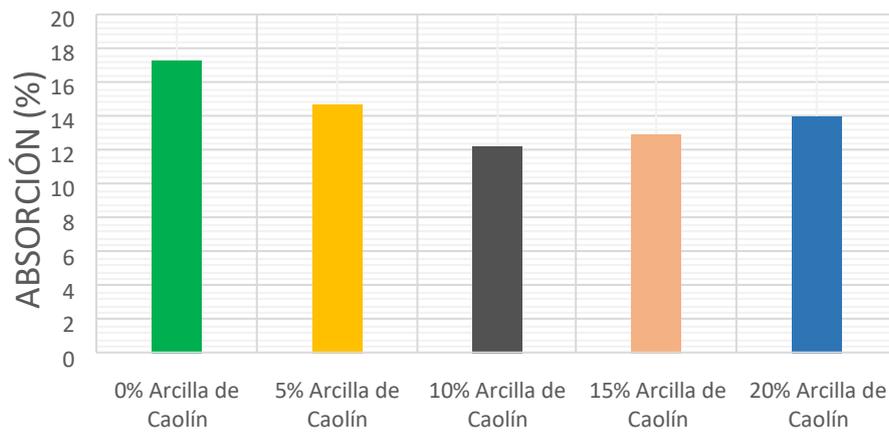
En la variación dimensional, el largo, ancho y alto de los ladrillos, al adicionar arcilla de caolín al 0%, 10%, 15% y 20%, se determina que el 10% es el óptimo de las muestras; puesto que, la variación dimensional aumenta en las otras muestras con menor y mayor porcentaje de adición.

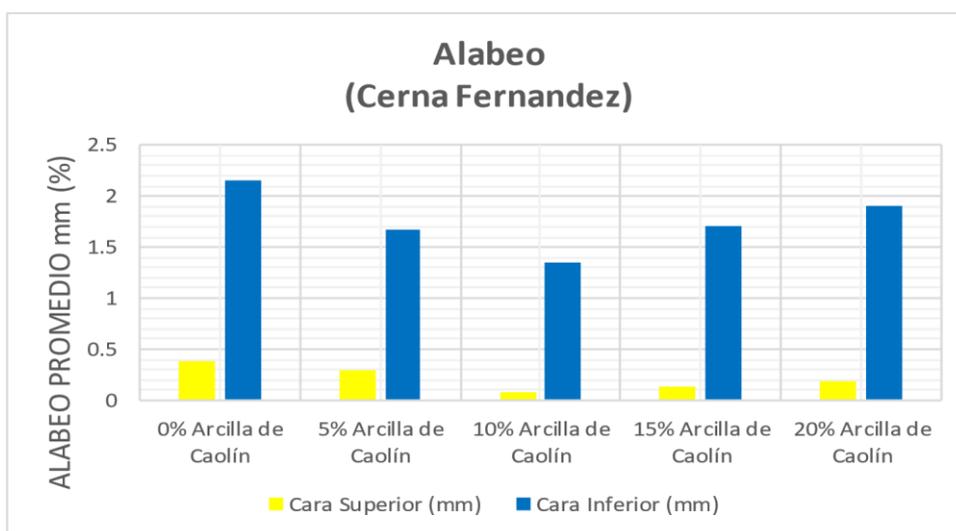
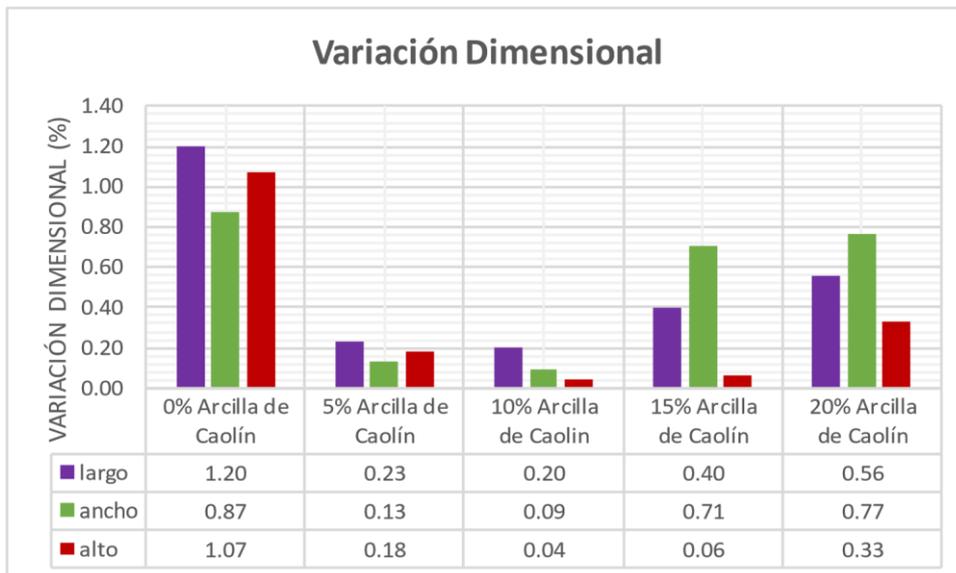
Se observa que la cara superior de los ladrillos presenta un menor alabeo, a comparación de la cara inferior de estos. Además, se infiere que las unidades de albañilería con 10 % presentan el menor alabeo, con respecto a las unidades de 6 %, 12 %, 18% y 24 % de arcilla de caolín.

### Densidad (Chavez y Millones)



### Absorción(%) (Cerna Fernandez)



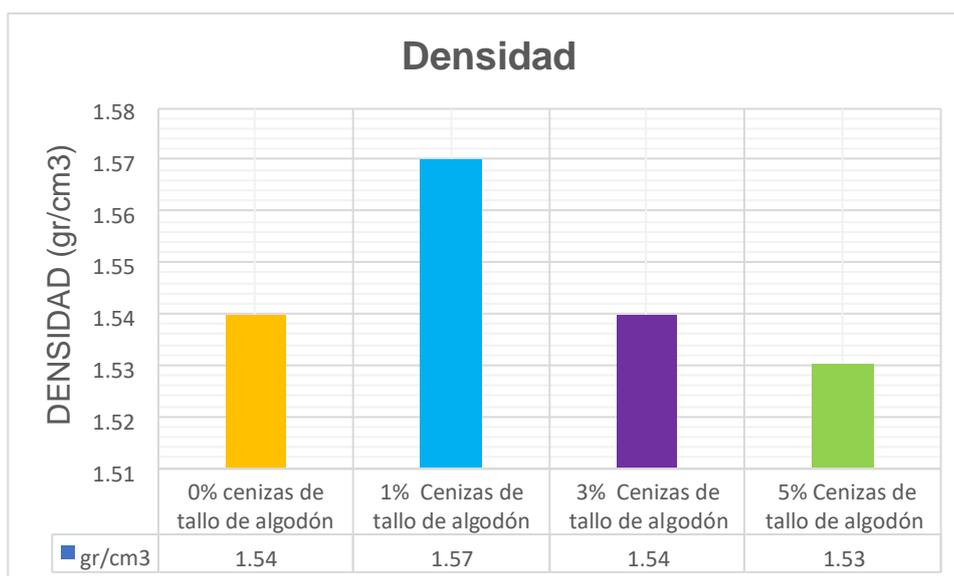


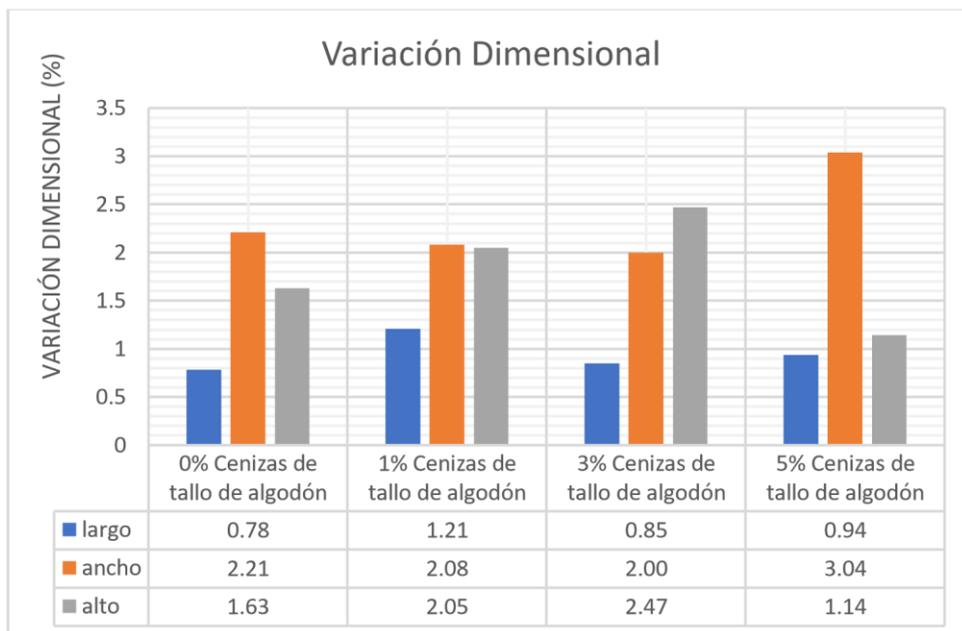
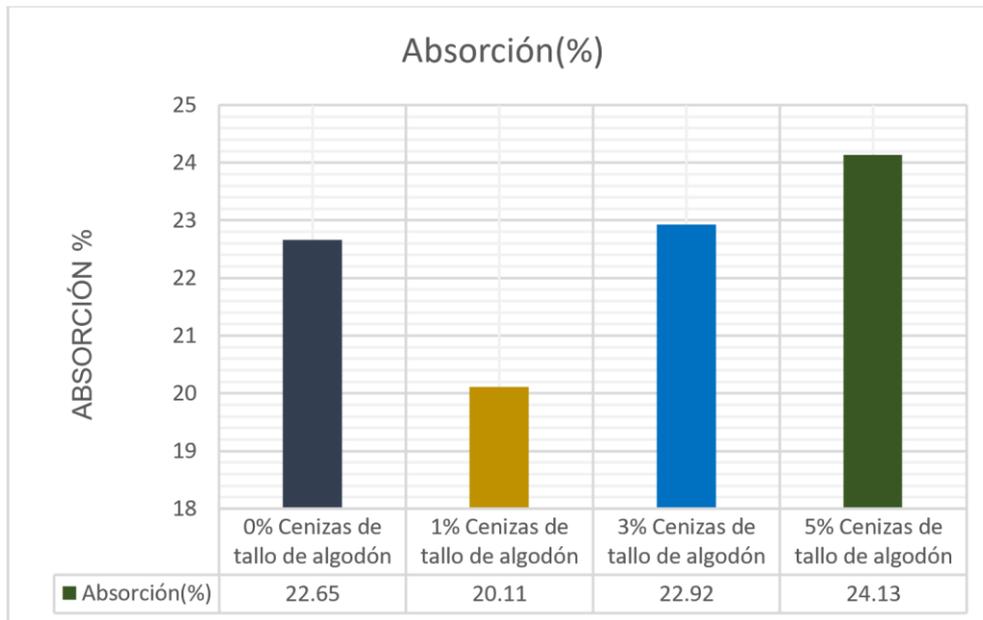
En nuestra investigación los ladrillos con adición de cenizas de tallo de algodón al 0 %, 1%, 3% y 5%, presentan una densidad variable, y todas las muestras cumplen por estar por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, siendo el 1% el porcentaje óptimo, por lo que se aceptan las unidades.

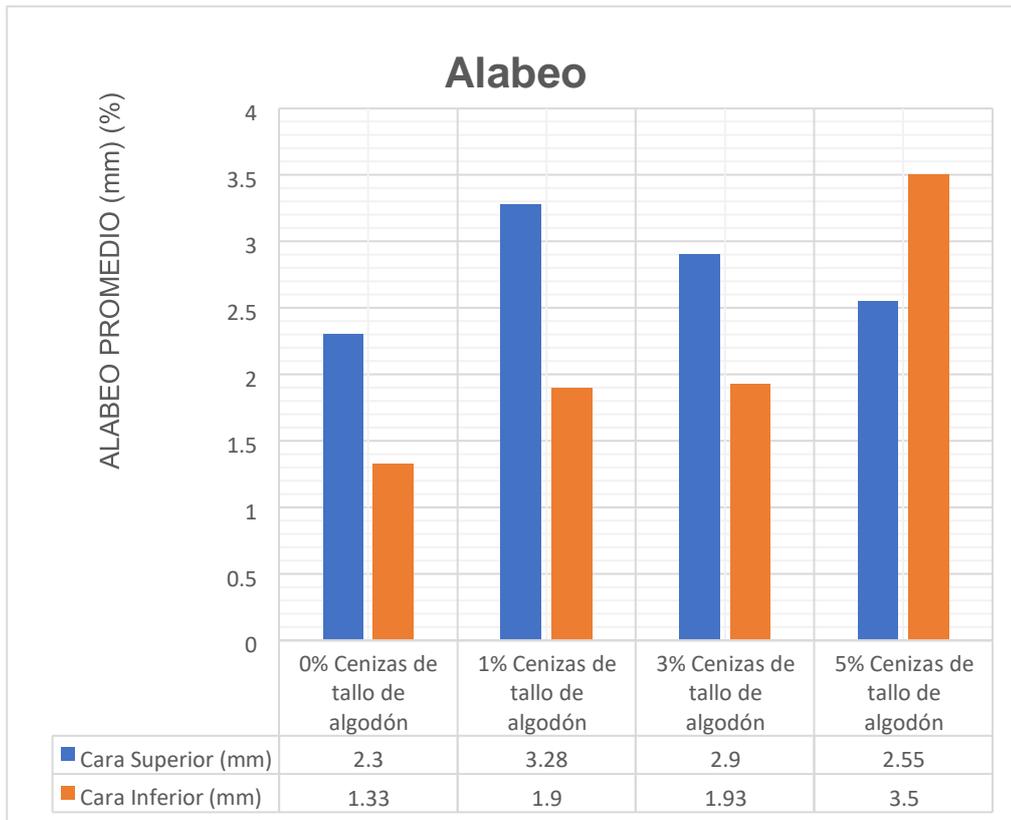
Respecto a la absorción, contempla que los ladrillos al adicionar el 1 % de cenizas de tallos de algodón presentan la más baja, mientras que las otras muestras no cumplen con lo establecido por la NTE E.070 (2006), al sobrepasar el 22 % de absorción.

En la variación dimensional, el largo, ancho y alto es más óptimo en los ladrillos de la muestra patrón, al adicionar con 0 % de cenizas de tallo de algodón; puesto que, la variación dimensional aumenta en las otras muestras con menor y mayor porcentaje de cenizas de tallo de algodón.

Se observa que la cara superior de los ladrillos presenta un mayor alabeo, a comparación de la cara inferior de estos. Además, se infiere que las unidades de albañilería con 0 % presentan el menor alabeo, con respecto a las unidades de 1 %, 3 % y 5 % de cenizas de tallo de algodón.







En la presente investigación y la realizada por Chávez y Millones (2018), respecto a la **densidad** se infiere que existe coincidencia, puesto que las muestras al adicionar a la unidad de albañilería vidrio y cenizas de tallo de algodón en sus diferentes porcentajes, cumplen por estar por encima del mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>.

Respecto a la absorción, la presente investigación discrepa con Cerna Fernández (2019), puesto que se contempla resultados diferentes al adicionar al ladrillo cenizas de tallo de algodón y arcilla de caolín en diferentes porcentajes a las muestras, presentando para Cerna una menor variación dimensional en sus muestras, a diferencia de la adición de cenizas de tallo de algodón, teniendo como referencia con lo establecido por la NTE E.070 (2006).

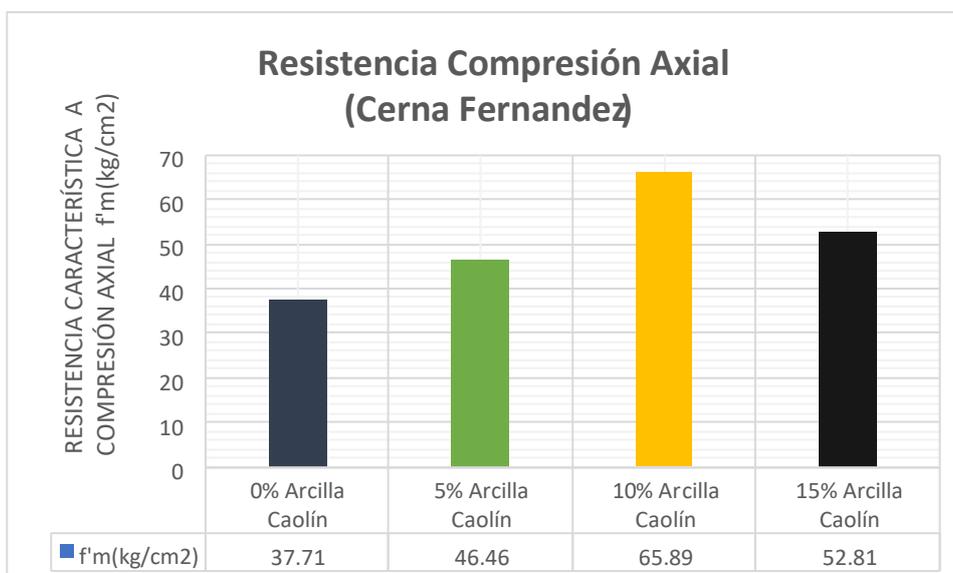
En referencia a la variación dimensional, se discrepa con Cerna Fernández (2019), puesto que se contempla resultados diferentes al adicionar al ladrillo cenizas de tallo de algodón y arcilla de caolín en diferentes porcentajes a las muestras, presentando para Cerna valores mínimos en sus dimensiones en

comparación a la investigación realizada, teniendo como referencia con lo establecido por la NTE E.070 (2006).

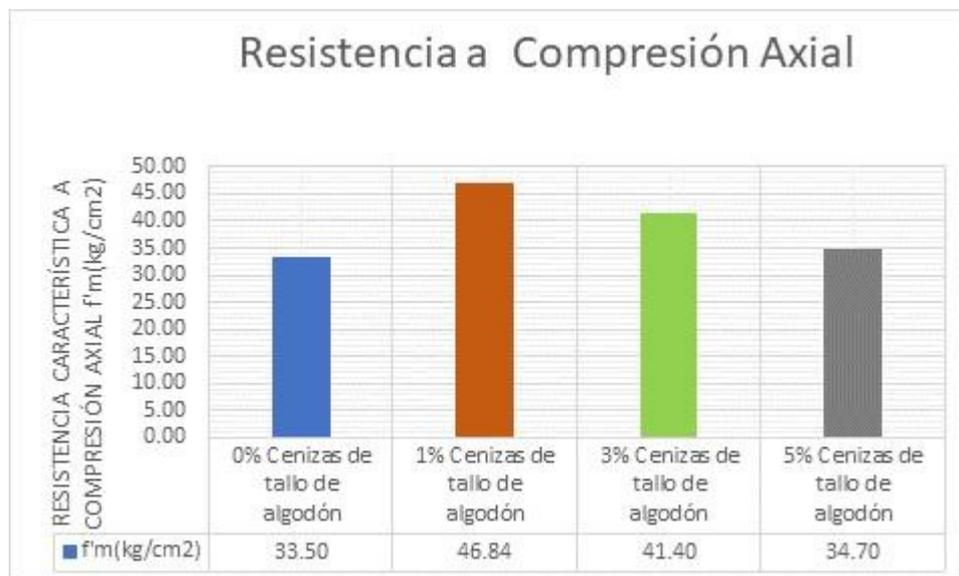
En referencia al alabeo, para Cerna, las muestras presentan un menor alabeo en comparación a las unidades al adicionar cenizas de tallo de algodón, mostrando una discrepancia muy marcada

**OE 3: Determinar cuánto varía la resistencia a la compresión axial del muro de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón Puno-2021.**

Para Cerna Fernández Junior Mijael, en su tesis titulada "Influencia de la arcilla de Caolín en la resistencia de compresión Axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal King Kong, Huamachuco 2018", la resistencia a compresión axial en muros de albañilería al adicionar 0%, 5%, 10% y 15% de arcilla de caolín es como sigue:



En nuestra investigación la resistencia a compresión axial en muros de albañilería, al adicionar 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón es como sigue:



Cerna Fernández Junior (2019), determina que los ladrillos con adición de arcilla de caolín al 0%, 5%, 10% y 15%, cumplen con la resistencia mínima (35 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006); en nuestro caso, cumplen con la resistencia mínima de compresión axial al adicionar 1% y 3% de cenizas de tallo de algodón, por lo tanto, se puede apreciar que existe una similitud.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Respecto al comportamiento mecánico en muros de albañilería se tiene lo siguiente:
  - ✓ La resistencia a la compresión simple en la unidad de albañilería al adicionar 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón, cumplen con la resistencia mínima (50 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), presentando un mejor resultado de resistencia a compresión simple al adicionar 1% de cenizas de tallo de algodón, se aprecia también que a medida que se incremente mayor porcentaje de cenizas de tallo de algodón la resistencia disminuye, por ende las unidades clasifican como ladrillos Tipo I.
  - ✓ La resistencia a la compresión axial en muro de albañilería en la unidad al adicionar 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón, cumplen con la resistencia mínima (35 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), a excepción al adicionar 5% de cenizas de tallo de algodón, presentando un mejor resultado de resistencia a compresión axial al adicionar 1% a la muestra, se aprecia también que a medida que se incremente mayor porcentaje la resistencia disminuye, por ende las unidades clasifican como ladrillos Tipo I.
2. La resistencia a la compresión simple en la unidad de albañilería al adicionar 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón, presentan los siguientes valores: 59.01 kg/cm<sup>2</sup> , 67.77 kg/cm<sup>2</sup>, 64.78 kg/cm<sup>2</sup>, 56.25 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, cumpliendo con la resistencia mínima (50 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), siendo el mejor resultado de 67.77 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 1% de cenizas de tallo de algodón, se aprecia también que a medida que se incremente mayor porcentaje la resistencia disminuye, por ende las unidades clasifican como ladrillos Tipo I.
3. De las propiedades físicas de la unidad de albañilería se tiene:
  - ✓ La unidad de albañilería con adición de cenizas de tallo de algodón al 0 %, 1%, 3% y 5%, presentan una densidad variable presentando los siguientes resultados: 1.54 kg/cm<sup>3</sup>, 1.57 kg/cm<sup>3</sup>, 1.54 kg/cm<sup>3</sup>, 1.53 kg/cm<sup>3</sup> respectivamente, todas las muestras cumplen por estar sobre el mínimo exigido por NTP ITINTEC 331.017 Mínimo = 1.50 gr/cm<sup>3</sup>,

siendo el 1% el porcentaje óptimo, por lo que se aceptan las unidades.

- ✓ Respecto a la absorción, contempla que la unidad de albañilería al adicionar el 0%, 1 %, 3% y 5% de cenizas de tallos de algodón presentan los siguientes resultados: 22.65%, 20.11%, 22.92% y 24.13% respectivamente, siendo la muestra de la adición del 1% la más baja, cumpliendo con lo establecido por la NTE E.070 (2006), al no sobrepasar el 22 % de absorción, mientras que las otras muestras no cumplen con la norma.
  - ✓ En la variación dimensional la unidad de albañilería artesanal con adición de 0%, 1%, 3% y 5 % de cenizas de tallo de algodón, presentan un coeficiente de variación de largo, ancho y alto, por debajo del 40 % exigido por la NTE E.070 (2006); además, estas unidades tienen una variación dimensional promedio clasificándolos como ladrillos de Tipo IV, IV, V y III respectivamente, de acuerdo con lo estipulado en la NTE E.070 (2006).
  - ✓ El alabeo en la unidad de albañilería tiene para la muestra de adición de 0% de cenizas de tallo de algodón, dimensiones para la cara superior e inferior que la clasifican como ladrillos Tipo I, pudiendo clasificar hasta ladrillos Tipo IV, debido a que tiene un alabeo promedio comprendido entre 2 mm y 4 mm; y para las unidades de albañilería con 1 %, 3 % y 5 % de cenizas de tallo de algodón clasifican como ladrillos Tipo I, pudiendo clasificar hasta ladrillos Tipo IV, pues presentan un alabeo promedio máximo de 2 mm y 4 mm. Por lo que se deduce que la incorporación de cenizas de tallo de algodón en la masa cerámica del ladrillo, disminuye el alabeo presentado en estas unidades de albañilería.
4. La resistencia a la compresión axial en el muro de albañilería con ladrillos artesanales con adición de 0 %, 1%, 3% y 5% de cenizas de tallo de algodón, tienen los siguientes resultados: 33.50 kg/cm<sup>2</sup>, 46.84 kg/cm<sup>2</sup>, 41.40 kg/cm<sup>2</sup> y 34.70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, cumpliendo con la resistencia mínima (35 kg/cm<sup>2</sup>) requerida por la NTE E.070 (2006), a

excepción de las muestras al adicionar 0% y 5% de cenizas de tallo de algodón, presentando un mejor resultado al adicionar 1% a la muestra, se aprecia también que a medida que se incremente mayor porcentaje la resistencia disminuye, por ende las unidades clasifican como ladrillos Tipo I.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. La presente investigación tiene el propósito de obtener resultados al aplicar la adición de cenizas de tallo de algodón en el ladrillo artesanal, se recomienda realizar investigaciones en otros tipos de unidades de albañilería fabricados por empresas artesanales, como es el caso de unidades de ladrillo para techo y pandereta.
2. Realizar una comparación entre la resistencia a compresión de pilas de ladrillos artesanales con pilas de ladrillos industriales, fabricadas con cenizas de tallo de algodón en distintos porcentajes.
3. Realizar estudios sobre la temperatura adecuada en el proceso de cocción del ladrillo, ya que podría influir en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería.
4. Se recomienda a los maestros de las ladrillas artesanales adecuarse a los parámetros de la norma ITINTEC 331.017, 331.019, 399.605, 399.613 y la norma E.070 Albañilería, para lograr un producto con mejores propiedades, particularmente durante el proceso constructivo, antes, durante y post proceso de fabricación.
5. Durante el proceso constructivo de: extracción de arcilla, mezcla, moldeado, transporte, cocción y descarga del horno, se debe contar con equipos de protección personal (EPP) como: guantes de cuero curtido al cromo, zapatos especiales, cascos, chalecos, mascarilla, purificadores de aire, fajas y lentes.
6. Realizar estudios de suelo de las ladrilleras artesanales para obtener un mejor producto y por ende mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

## **REFERENCIAS**

- AGUIRRE, Freddy, CASTILLA, Néstor. Propuesta de una Briqueta Ecológica Utilizando Cascarilla y Polvillo de Arroz. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, Trujillo – Perú, 2017. Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Tesis%20propuesta%20de%20una%20briqueta%20ecologica%20utilizando%20cascarilla%20y%20polvillo%20de%20arroz.pdf.
- AKASAKI, y et al. Evaluación del concepto de madurez en el hormigón con adición de cenizas de cascarilla de arroz. Rev. ing. constr. [online]. 2016, vol.31, n.3. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S071850732016000300003&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S071850732016000300003&lng=es&nrm=iso).
- ALIAGA, Agustín. Evaluación de ceniza de cascarilla de arroz y tipos de agregados finos sobre la compresión, sorptividad y densidad de morteros de cemento portland tipo 1, Trujillo 2017. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo – Perú, 2018. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13124>
- ÁLVAREZ, Kerly. Elaboración y comercialización de material de construcción a base de la cascarilla de arroz y su incidencia en el fortalecimiento de la preservación del medio ambiente. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil – Ecuador, 2014. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7969/1/BCIEQ%20T%200002%20Alvarez%20Marcillo%20Kerly%20Geraldine.pdf>.
- ANTICO, Federico; WIENER, María; ARAYA, Gerardo; GONZALEZ, Raúl. Ecobricks: a sustainable substitute for construction materials. Revista de la Construcción [online]. 2017, vol.16, n.3. Disponible en: 23 [https://www.researchgate.net/publication/322197361\\_Ecobricks\\_A\\_sustainable\\_substitute\\_for\\_construction\\_materials](https://www.researchgate.net/publication/322197361_Ecobricks_A_sustainable_substitute_for_construction_materials).
- ARCOS, Claudia; MACIAZ, Diego; RODRIGUEZ, Jorge. La cascarilla de arroz como fuente de SiO<sub>2</sub>. Rev.fac.ing.univ. Antioquia [online]. 2007, n.41. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S012062302007000300001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S012062302007000300001).
- BENAVIDEZ, y et al. Propiedades térmicas y mecánicas de ladrillos comerciales de MgO-C. Matéria (Rio J.) [online]. 2015, vol.20, n.3. CARDONA y et al.

- Posibilidades de usar la ceniza de cascarilla de arroz como reforzante en el sector de polímeros – una revisión. (Revista científica). Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2018: 17 (1). Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/7628>.
- CASAS, Lizbeth. Efectos de la utilización de la cascarilla de arroz y almidón como ligante en la resistencia de paneles aglomerados de uso en la construcción. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 2015. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_ff137d315e6631cf5e8a23de827cf62d](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_ff137d315e6631cf5e8a23de827cf62d).
  - DORIA, Gloria; VALENCIA, Gloria; HORMAZA, Angelina; GALLEGO, Darío. Estudio preliminar de la cascarilla de arroz modificada y su efecto en la adsorción de Cr(VI) en solución. Rev. P+L [online]. 2016, vol.11, n.1. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1909-04552016000100011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-04552016000100011).
  - FRANCO, Jonathan. Economía el ladrillo (foro de desarrolladores). 2008 disponible en: <http://jonathanmanuelfrancotancun.blogspot.com/2008/06/elladrillo.html.24>
  - FUENTES, Natalia; FRAGOZO, Oscar; VIZCAINO, Lissette. Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. Cienc. Ing. Neogranad. [online]. 2015, vol.25, n.2. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v25n2/v25n2a06.pdf>.
  - GALINDO, Jorge, MAURICIO, Andrés, CAICEDO, Marisol. Caracterización de los ladrillos constitutivos de un puente histórico en Popayán (Colombia). (Revista). Revista ingeniería e Investigación, 2008: 28 (2). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v28n2/v28n2a02.pdf>.
  - GARCIA, C; GONZALEZ, A; VACA, M. Ladrillos cerámicos hechos de arcilla municipal derivada de la incineración de residuos sólidos y cenizas: un estudio de calidad. En g. Investig. [en línea]. 2013, vol.33, n.2.
  - GONZÁLEZ, Eddy, LIZÁRRAGA, Liliana. Evaluación de las propiedades físicas mecánicas de arcilla recocida, elaborados con incorporación de residuos agrícolas, caso Chiapas, México. (Artículo científico). Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, México, 2015: 19 (2). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750925002>.

- GONZÁLEZ, Raizarás, SALAZAR, Franciris. Aspectos básicos del estudio de muestra y población para la elaboración de los proyectos de investigación. (Tesis de pregrado). Universidad de Oriente Núcleo de Sucre, Cumaná – Venezuela, 2008.
- GUILLANTE, Patrícia et al. Efecto sinérgico de RHA y FCW en la mitigación de la reacción de agregados alcalinos. Ambiente. constr. [en línea]. 2019, vol.19, n.2.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. (6ta ed.). México, 2014. ISBN: 978-1-1562-2396-0.
- LANGE, M; GARBERS, A; CROMARTY, R. Desgaste de ladrillos refractarios de magnesia-cromo en función de la temperatura mate. JS Afr. Inst. Min. Metall [en línea]. 2014, vol.114, n.4.25 LIMA,
- Humberto; WILLRICH, Fábio; BARBOSA, Normando. Comportamiento estructural de la carga de las paredes de ladrillo del suelo-cemento con la adición de residuos de cerámica de piso. Rev. bras. ing. agricola ambiente. [en línea]. 2003, vol.7, n.3.
- LINAREZ, Claudio. Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (cáscara y ceniza de arroz), como material sostenible para la construcción. Iquitos Loreto-2014. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos – Perú, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3253>.
- LUNA, Lisset; RIOS, Carlos, QUINTERO, Luz. Reciclaje de residuos sólidos agroindustriales como aditivos en la fabricación de ladrillos para el desarrollo de materiales de construcción sostenibles. Dyna rev.fac.nac.minas [en línea]. 2014, vol.81, n.188. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S001273532014000600004&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S001273532014000600004&script=sci_abstract&tlng=es).
- LLANOS, Oriana, RÍOS, Andrea, JARAMILLO, César, RODRÍGUEZ, Luis. La cascarilla de arroz como una alternativa en procesos de descontaminación. (Artículo científico). Artículo de Revisión, 2016: 11 (2). Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S190904552016000200013&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S190904552016000200013&script=sci_abstract&tlng=es).
- MATHEWS, Christopher. Requerimiento Agroclimáticos del cultivo de arroz (ficha técnica). Ministerio de agricultura y riesgo. 2017. Disponible en: [www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe) MATTEY y et al, aplicación de ceniza de cascarilla de arroz

obtenido de un proceso agroindustrial para la fabricación de bloques en concreto no estructural. (Artículo regular). Universidad del Valle, Cali – Colombia, 2015: 35 (2). Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025569522015000200015.26](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025569522015000200015.26)

- MEHENDALE, S.; BAMBOLE, A; RAGHUNATH, S. Desarrollo de un pseudoelemento de interfaz para el modelado de mampostería de ladrillo reforzado. Rev. ALCONPAT [online]. 2017, vol.7, n.1. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/img/revistas/ralconpat/v7n1//2007-6835-ralconpat-7-01-00007-gf2.png>.
- MOLINA, Esteban. Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2010. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6262/evaluaciondelusodelacascarilladearroznenlafabricacion.pdf?sequence=1>.
- MONTEAGUDO, Silvia; CASATI, María; GALVEZ, Jaime. Influence of the bed joint thickness on the bearing capacity of the brick masonry under compression loading: an ultrasound assessment. Revista de la Construcción [online]. 2015, vol.14, n.1. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718915X2015000100001&lng=en&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718915X2015000100001&lng=en&nrm=iso).
- RAMOS, Carlos, SOLÓRZANO, Gilberh. Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, la Libertad, 2018. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo – Perú, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31441>.
- RESTREPO, Juan; TAKEUCHI, Caori. Estudio del comportamiento de elementos de borde en la mampostería estructural con ladrillos de alta resistencia. Ing. Investig. [online]. 2006, vol.26, n.2. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012056092006000200002&script=sci\\_abstract&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012056092006000200002&script=sci_abstract&lng=en).27 REVISTA BBC New Mundo [en línea] EE.UU.2010[Fecha de consulta:15 de junio de 2019]. Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101112\\_paja\\_arroz\\_ecosistema\\_af](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101112_paja_arroz_ecosistema_af).

- SÁNCHEZ, Jorge, OROZCO, Julia, PEÑALOZA, Leidy. Evaluación de mezclas de arcilla para la fabricación de ladrillos refractarios que sirvan para la reconversión tecnológica de los hornos utilizados en norte de santander. (revista de investigaciones). Universidad Francisco de Paulo Santander, Cúcuta – Colombia, 2014: 26 (1). Disponible en: [http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/62\\_b3\\_57-64.pdf](http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/62_b3_57-64.pdf).
- SELLITTO, y et al. Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento. Ambient. soc. [online]. 2013, vol.16, n.1. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414753X2013000100009&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414753X2013000100009&script=sci_abstract&tlng=pt).
- SERRANO, Tomas; BORRACHERO, Victoria; MONZO, José; PAYA, Jordi. Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades. Dyna rev.fac.nac.minas [online]. 2012, vol.79, n.175. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v79n175/v79n175a15.pdf>.
- SOUZA, Daniel; BARBOZA, Aline; LIMA, Eduardo. Análisis de fiabilidad aplicados a bloques cerámicos estructurales. Ambiente. constr. [en línea]. 2018, vol.18, n.2.
- SOUZA, Micael; SORIANO, Julio; PATINO, Marco. Resistência à compressão e viabilidade econômica de blocos de concreto dosado com resíduos de tijolos cerâmicos. Matéria (Rio J.) [online]. 2018, vol.23, n.3. Disponible en: 28

# **ANEXOS**

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN PUNO 2021**

Autor: Chuquimamani Condori Ronald

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo influye la adición de cenizas de tallo de algodón en el comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales, Puno2021?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar como influye la adición de cenizas de tallo de algodón en el comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales, Puno2021.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Las cenizas de tallo de algodón influyen en el comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales, Puno- 2021</p>	INDEPENDIENTE	Cenizas de tallo de algodón	Propiedades Mecánicas	Resistencia a compresión( $f'b=kg/cm^2$ )	Ficha de recopilación de datos
<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cómo influye la adición de cenizas de tallo de algodón en las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería, Puno2021?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar como influye la adición de cenizas de tallo de algodón en las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería, Puno2021</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>Las cenizas de tallo de algodón influyen en las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería, Puno2021</p>			Propiedades Físicas	Densidad(gr/cc) Variación dimensional(mm) Alabeo(mm) Absorción (%)	
<p>¿Cómo influye la adición de las cenizas de tallo de algodón en las propiedades físicas de la unidad de albañilería, Puno2021?</p>	<p>Determinar como influye la adición de cenizas de tallo de algodón en las propiedades físicas de la unidad de albañilería Puno 2021</p>	<p>Las cenizas de tallo de algodón influyen en las propiedades físicas de la unidad de albañilería, Puno2021</p>	DEPENDIENTE	Muros de albañilería	Resistencia a compresión axial	f'm rotura en kg/cm2	Ficha de recopilación de datos de ensayo a compresión
<p>¿Cómo influye la adición de las cenizas de tallo de algodón en la resistencia a la compresión axial del muro de albañilería con ladrillos artesanales, Puno2021?</p>	<p>Determinar como influye la adición de cenizas de tallo de algodón en la resistencia a la compresión axial del muro de albañilería, Puno2021</p>	<p>Las cenizas de tallo de algodón influyen en la resistencia a compresión axial del muro de albañilería con ladrillos artesanales, Puno2021</p>					

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

**TITULO: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN PUNO 2021**

Autor: Chuquimamani Condori Ronald

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón Variable Independiente	Ladrillo Artesanal, ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano, secado en hornos, manejable	Las propiedades de la ceniza del tallo de algodón servirán para determinar la resistencia óptima de muros ejecutados con ladrillo artesanales (arcilla) al ser adicionados en 8% 13% y 18% de k volumen total de estos.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a compresión( $f'b=kg/cm^2$ )	Escala Nominal	<p>Método científico consiste en procedimiento que sigue para absolver preguntas de investigación que suscitan la naturaleza y los problemas que afectan a la sociedad</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación Explicativa</p> <p>Enfoque : Cuantitativo</p> <p>Diseño de Investigación Cuasi Experimental</p> <p>Población 200 ladrillos Muestreo: No Probabilístico</p> <p>Técnica: Observación directa</p>
	Cenizas de tallo de algodón, el tallo de algodón es un residuo agrícola formado compuestos de celulosa fibrosa típica que contienen sílice (SiO <sub>2</sub> ).		Propiedades Físicas	Densidad(gr/cc) Variación dimensional(mm) Alabeo(mm) Absorción (%)		
Comportamiento mecánico de muros de albañilería Variable dependiente	Comportamiento mecánico de muros de albañilería, está indicado en este estudio como la resistencia la compresión uniaxial, compresión diagonal y tensión uniaxial a las que se encuentra sometido dicho elemento	Es la resistencia máxima a los diferentes tipos de cargas que va a soportar los muretes de albañilería fabricado con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón	Resistencia a compresión axial	$f'm$ rotura en $kg/cm^2$	Escala Ordinaria	<p>Instrumento de Investigación</p> <p>Fichas de recopilación</p>

## Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón, Puno 2021

Chuquimamani Condori Ronald Jheison

AUTOR	TITULO	Año	Porcentajes (%)	Variación dimensional: largo, ancho y altura (%)			Alabeo: cara superior e inferior (m m)		Resistencia a la compresión (f' b = kr/cm2)	Absorción (%)	Resistencia a la compresión Axial (f' m=kg/cm2)	Densidad (gr/cm3)
Deulofeuth Carrera Cristían David Severiche Hernández Juan José	Incidencia de la adición del aserrín fino en las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla	2019	Arcilla						151.70	22.03		
			Aserrin 3%						135.30	19.51		
			Aserrin 5%						130.90	19.48		
			Aserrin 7%						144.90	18.36		
			Aserrin10%						125.80	20.65		
Angumba Aguilar Pedro Javier	Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante	2016	PET 10%						248.96			
			PET 25%						288.70			
			PET 40%						266.96			
			PET 55%						17.91			
			PET 65%						36.33			
Cachago Alquina Mayra Paola Caguano Cevallos Carla Daniela	"Utilización de lodos de la planta de tratamiento de agua residual de la empresa Franz Viegener F.V.-Área Andina S.A., para la elaboración de ladrillos artesanales	2016	Arcilla						31.71	14.24	26.31	
			Lodo 25%						33.24			
			Lodo 50%						34.26	16.17	32.22	
			Lodo 100%						30.69			
Córdova Tineo Olver Román Silva Nahum	Evaluación de la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla con adición de cascarilla de arroz, Calzada, 2019	2016	Arcilla						73.79			1.01
			CA 1.5%						83.67			0.88
			CA 3.0%						85.13			0.91
			CA 4.5%						77.29			0.95
Cerna Fernández Junior Mijael	"Influencia de la arcilla de Caolín en la resistencia de compresión Axial de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo de arcilla artesanal king kong,Huamachuco 2018 "	2019	Arcilla	1.20	0.87	1.07	0.38	2.15	49.96	17.24	37.71	
			Caolin 5%	-0.23	-0.13	0.18	0.30	1.68	52.52	14.67	46.46	
			Caolin10%	0.20	0.09	-0.04	0.08	1.35	68.59	12.23	65.89	
			Caolin15%	0.40	0.71	0.06	0.13	1.70	56.95	12.97	52.81	
Chávez Torres, César Vladimir Millones Sipión, Frank Junio	Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal, distrito del Santa-Ancash-2018	2018	Arcilla	-4.27	-5.42	7.06	1.40	1.55	47.30	13.22		1.71
			Vidrio 6%	6.77	-6.92	-6.12	1.50	1.65	56.06	11.80		1.84
			Vidrio12%	-5.36	-5.75	-4.94	1.20	1.30	73.73	9.84		1.84
			Vidrio 18%	-6.09	-6.33	-4.71	1.60	1.90	64.64	10.32		1.81
			Vidrio 24%	-5.00	-5.83	-2.71	1.60	2.00	46.76	10.11		1.78

## ANEXO 4: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Callo Saravia Mary Hortensia  
 Institución donde labora : Jr. 4 de Noviembre N° 297 Esg. Manuel Prado - oficina  
 Especialidad : Ing. Civil  
 Instrumento de evaluación : Resistencia a la compresión de unidades de albañilería, Densidad, Variación dimensional, Alabeo, Absorción, Resistencia a compresión axial.  
 Autor del instrumento: Chuquimamani Condori, Ronald Jheison

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				✓	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>				✓	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				✓	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				✓	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				✓	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				✓	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>				✓	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				✓	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				✓	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

  
*Mary H. Callo Saravia*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 69153

Juliaca, 08 de Mayo del 2021

## ANEXO 4: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: ZELA CHOQUE OSCAR.  
 Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE USICAYOS.  
 Especialidad : INGENIERO CIVIL.  
 Instrumento de evaluación : Resistencia a la compresión de unidades de albañilería, Densidad, Variación dimensional, Alabeo, Absorción, Resistencia a compresión axial.  
 Autor del instrumento: Chuquimamani Condori, Ronald Jheison

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Juliaca, 07 de MAYO del 2021

  
 Ing. Oscar Zela Choque  
 CIP: 122803  
 INGENIERO CIVIL

## ANEXO 4: INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: CONDORI CARRIZALEJ WILNER EDISON  
 Institución donde labora : MINISTERIO DE VIVIENDA PNR  
 Especialidad : INGENIERO CIVIL  
 Instrumento de evaluación : Resistencia a la compresión de unidades de albañilería, Densidad, Variación dimensional, Alabeo, Absorción, Resistencia a compresión axial.  
 Autor del instrumento: Chuquimamani Condori, Ronald Jheison

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

 **Ing. Wilner Edison Condori Carrizales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 117958

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 46

Juliaca, 06 de MAYO del 2021

## **ANEXO 5: TEORIA Y PROCEDIMIENTOS DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA**

### **SEGÚN LA NORMA E.070**

La unidad de albañilería conocido como ladrillo o bloque, es el componente básico para la construcción de la albañilería. Actualmente tenemos variedad de estas, por lo que se ve la necesidad de establecer clasificaciones de acuerdo a sus principales propiedades. Es importante recalcar que el comportamiento sísmico de nuestras edificaciones dependerá en su mayoría de la calidad de materiales empleados y el procedimiento constructivo adecuado.

Esta unidad se elabora de materias primas diversas: arcilla, de concreto de cemento portland, y la mezcla de sílice y cal; entre las principales. Y también varía el modo constructivo pues existen métodos de mezcla como, el de compactación o de extrusión; así como por fabricación industrial o en situación precaria. Por todos estos aspectos no es extraño que las dimensiones, formas, y su propio peso tengan variedad, haciendo que la calidad de la unidad también este entre un pésimo y excelente.

#### **Materia prima de la unidad de albañilería de arcilla**

La materia prima fundamental es la arcilla, quien está compuesta de sílice y alúmina con proporciones variantes de óxidos metálicos y otras sustancias. Las arcillas se clasifican de acuerdo a su composición básica, en calcáreas y no calcáreas, las primeras tienen aproximadamente 15 % de carbonato de calcio y ocasionan el color amarillento en los ladrillos, las arcillas no calcáreas están formadas de silicato de alúmina, presentan de 2 a 10 % de óxidos de hierro y feldespato, y dependiendo del contenido de óxido de hierro, producen un color rojo o salmón (Gallegos y Casabonne, 2005).

Las arcillas provienen de la degradación natural de las rocas ígneas o de los feldespatos, y de los depósitos aluviales o eólicos, los cuales presentan cantidades considerables de arena y limos. Las arcillas impuras están compuestas de arena y limo aproximadamente en un 33 %, las cuales lo hacen ideales para fabricar los mejores ladrillos, ya que estas arcillas disminuyen las

contracciones y agrietamientos en la etapa de secado y quema (Gallegos y Casabonne, 2005).

Para la fabricación de ladrillos, es necesario que las arcillas al ser mezcladas con agua, presenten una consistencia plástica, de manera tal que tomen la forma del molde. Además, sus partículas deben presentar una suficiente adhesión, como para mantenerse estable después del quitado del molde, y ser capaces de mantenerse estables y consistentes cuando se funden a temperaturas elevadas, por último, la unidad no debe presentar grietas. Las arcillas superficiales cumplen con estas condiciones y al pertenecer a una formación sedimentaria reciente son más sencillas de explotar (Gallegos y Casabonne, 2005).

### **Proceso de fabricación artesanal de la unidad de albañilería de arcilla**

De acuerdo con el Ministerio de la Producción (2010), las etapas del proceso de fabricación para ladrillos artesanales son los siguientes:

- a) Extracción de arcilla y tierras.** - La extracción de arcilla y tierra arenosa se puede hacer de lugares lejanos o en la misma zona de fabricación y el procedimiento de extracción usado en las ladrilleras artesanales es a través de la excavación manual de canteras (Ministerio de la Producción, 2010). En donde se emplean picos, lampas y carretillas; luego, se tamiza a través de mallas metálicas con el objetivo de excluir las piedras y materias extrañas (San Bartolomé, 1994).
- b) Mezcla.** - Algunos artesanos además de arcilla, agua y arena, añaden otros agregados a la mezcla tales como cenizas, aserrín y cáscaras de arroz o de café. Dejan reposar esta masa por un día, con la finalidad de que los terrones más pequeños se deshagan, así la mezcla se vuelve más consistente y adquiere la textura solicitada para el moldeo. Las impurezas tales como raíces, restos de arbustos y piedras son separadas de forma manual y en pocas ocasiones se tamiza la arena para eliminar sus impurezas o lograr un grano más homogéneo. Además, la materia prima no se escoge ni está sujeto a molienda para una inspección granulométrica. Las propiedades finales de la mezcla son determinadas en base a su consistencia, conforme a las necesidades, experiencia, o disponibilidad de cada artesano (Ministerio de la Producción, 2010).

- c) Moldeado o labranza.** - El material mezclado se moldea para dar forma al ladrillo requerido, ya sea sólido o hueco. Los moldes pueden ser metálicos o de madera, los cuales no presentan tamaños estandarizados y difieren dependiendo a la región y al artesano. Habitualmente se emplea arena muy fina para facilitar el retiro de mezcla del molde (Ministerio de la Producción, 2010).
- d) Secado.** - Los ladrillos crudos recién moldeados se colocan en tendales, los cuales son espacios de terreno planos preparados para este fin, frecuentemente se ubican lo más cercano posible al lugar de moldeo. Las unidades se secan por la acción natural del viento y el sol, cuando llueve se cubre con mantas de plástico. El proceso de secado culmina cuando el ladrillo ha perdido un 13 % de humedad aproximadamente y está listo para ser cargado al horno; el tiempo de secado puede variar de cinco a siete días, dependiendo del clima. A partir del tercer o cuarto día se van volcaras para un secado más uniforme, raspando los lados en contacto con el suelo para quitar la tierra capturada. En la parte final del secado, se forman pequeñas torres con los ladrillos en canto y de un ladrillo por lado, llegando a una altura de 1 m a 1,20 m aproximadamente (Ministerio de la Producción, 2010).
- e) Carga del horno.** - En un inicio se arma el “malecón” o arreglo de encendido, acoplando los ladrillos secos de manera tal, que formen una bóveda sobre el canal de encendido a todo lo largo del horno. En la quema con carbón, se construye una especie de parrilla en la base de esta bóveda, con ladrillos enteros y tallados manualmente. Por arriba de la bóveda armada como malecón de encendido, los ladrillos se colocan en capas horizontales continuas, cada una cruzada respecto de la anterior, hasta ocupar toda la altura del horno. La separación entre los ladrillos es de tres a cinco milímetros para posibilitar el flujo aire y de los gases calientes resultado de la combustión, así como para transmitir el calor durante la cocción (Ministerio de la Producción, 2010).
- f) Cocción.** - El quemado es un trabajo netamente artesanal que el Maestro Hornero va adaptando de acuerdo con el producto que se va consiguiendo. Los canales de encendido están hechos a la altura del suelo, traspasan el horno de extremo a extremo y sus aperturas están en

las caras de mayor longitud. Las características y magnitudes de las aperturas obedecen al tipo de combustible a que se emplea para la quema (Ministerio de la Producción, 2010).

- g) Descarga de horno.** - Cuando el calor de cocción ha llegado a la parte superior y se ha consumido todo el carbón, se deja enfriar por un periodo de cuatro a seis días. Por consecuencias de las corrientes de aire durante la combustión, el enfriamiento se da de abajo hacia arriba. En épocas de alta demanda, a los artesanos no les importa el tiempo de enfriamiento normal, y descargan los ladrillos cuando aún están calientes (Ministerio de la Producción, 2010).
- h) Clasificación y despacho.** - Los ladrillos artesanales se descargan y depositan cerca del horno, clasificándolos en ladrillos bien cocidos, medianamente cocidos y crudos. Los ladrillos adquiridos por los compradores, se pagan de acuerdo al quemado del producto, mientras más cocidos, mayor es su precio; mientras que, los ladrillos crudos se volverán a cocer. Las ladrilleras artesanales no hacen ensayos de calidad (Ministerio de la Producción, 2010).

### **Clasificación de las Unidades de Albañilería:**

#### **□ Por sus Dimensiones. –**

Los ladrillos: tienen la característica principal a su peso y sus dimensiones pequeñas que hace que se pueda manejar con una sola mano, en el proceso de asentado. Una pieza tradicional debe tener un ancho de 11cm a 14cm, un largo de 23cm a 29cm y una altura de 6cm a 9cm; con un peso oscilante de 3kg a 6kg.

Los bloques: a diferencia están hechos para ser manejados por las dos manos y puede llegar a pesar hasta los 15 kilogramos, su ancho no está determinado pues varía por los alveolos o huecos que tienen para ser manejados, claro que también son usados para la armadura o el concreto líquido.

#### **□ Por su Materia Prima y fabricación. –**

- Existen por la materia prima tres tipos: de arcilla, de Sílice – Cal y de Concreto
- Existen por la fabricación dos tipos: los artesanales y los industriales.

#### □ **Por sus alveolos.** –

Esta clasificación se basa en el área neta de la unidad, respecto a la superficie bruta de la cara y las características de los alveolos, existen cuatro tipos:

- ✓ **Solidas o macizas:** los alveolos están necesariamente perpendicular a la cara del asiento, que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta, por lo cual para ser solido aún puede tener alveolos. En la aplicación de este tipo se considera para todas las propiedades las de la sección bruta, como el área, modulo resistente y la inercia calculados en función del espesor y largo de la unidad sin tener en cuenta los alveolos. Generalmente las unidades artesanales son macizas por la facilidad de su fabricación, mientras que las que tienen alveolos son hechos en fábrica.
- ✓ **Alveolares o huecas:** a diferencia de las sólidas los alveolos exceden el 30% del área bruta y en estas se puede rellenar con concreto líquido. En la aplicación de este tipo se considera para las propiedades las de la sección neta. Existen las perforadas dentro de esta categoría, que se caracterizan por tener alveolos reducidos no pueden ser rellenos ni armados.
- ✓ **Tubulares:** tienen los alveolos paralelos a la cara de asiento. El tamaño de los alveolos será en relación al área bruta de la cara lateral.

#### **Propiedades de las Unidades de Albañilería:**

- ✓ **Propiedades Físicas:** que tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:
  - Resistencia a la Compresión.
  - A la Tracción medida como tracción por flexión.
  - Variabilidad dimensional
  - Alabeos
  - Succión
  - Textura de la cara de asiento.
- ✓ **Propiedades Mecánicas:** que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:
  - Resistencia a la Compresión.
  - Densidad □ Absorción.

- Coeficiente de Saturación.

Las unidades de albañilería deben de cumplir con los requisitos y exigencias mínimas especificados por la Norma E.0.70 de Albañilería.

El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de unidades de albañilería está condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

### **CLASIFICACION DE LA UNIDAD PARA FINES ESTRUCTURALES**

Para esta clasificación existen tres ensayos importantes quienes nos indicaran que tipo de ladrillo se está usando

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

- El ladrillo se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades.  
Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.
- Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.

- Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.
- Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.
- Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

**Variabilidad dimensional:** La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo necesaria por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión.

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

Dónde:

% V: Variación de dimensión en porcentaje

DN: Dimensión nominal

DP: Dimensión promedio de cada dimensión

### **Procedimiento**

- Se mide el largo, ancho y alto de diez unidades enteras y secas, representativas de cada lote, con un vernier de acero graduado.
- Sus dimensiones son medidas a través de los dos extremos y en ambas caras desde el punto medio de los bordes que limitan las caras. Se registran estas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm y se registra el promedio de cada dimensión con una aproximación de 0,5 mm.
- Se determina las dimensiones especificadas por el fabricante del ladrillo, al cual se le conoce como dimensión nominal

### **Alabeo:**

El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Así mismo puede disminuir el área de contacto con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso puede

producir fallas de tracción por flexión en la unidad por el peso existente en las hiladas superiores de la albañilería. Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla metálica que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros.

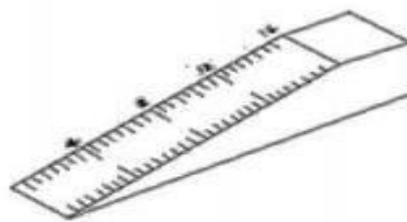


FIGURA 1.- Las medidas están dadas en milímetros.

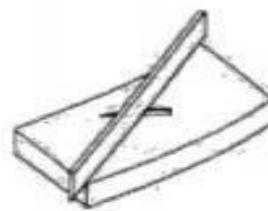


FIGURA 2

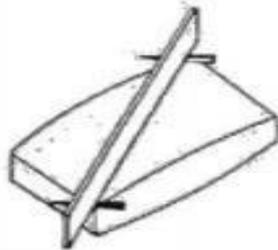


FIGURA 3



FIGURA 4

## Procedimiento

- Se usa como especímenes las diez unidades seleccionadas para el ensayo de variación dimensional.
- Se emplea una cuña de madera de medición de 60 mm de longitud por 12,5 mm de ancho y por 12,5 mm de espesor en un extremo, el que va reduciéndose hasta llegar a cero en el otro extremo. La cuña deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm.
- Para medir la concavidad, el borde recto de la regla se coloca sobre una diagonal de uno de los lados mayores del ladrillo. Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima. Luego, se realiza la lectura con la precisión de un milímetro y se registra el valor obtenido.

- Para medir la convexidad, el borde recto de la regla se coloca sobre una diagonal de uno de los lados mayores del ladrillo. Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, en donde ambas cuñas deben registrar la misma medida.

### **Resistencia a compresión de la unidad**

- Se prepara una capa de base para cada espécimen, a través de un mortero de yeso, de un espesor máximo de cuatro milímetros.
- Se determina las dimensiones promedio de las unidades, es decir el valor promedio de su largo, ancho y alto, por lo menos con la lectura de tres valores. Los valores de sus tres dimensiones, dará el valor más probable del área resistente, así como de las dimensiones que se van a deformar.
- Se ensayan los especímenes del ladrillo sobre su mayor dimensión y se centran debajo del apoyo esférico superior con un margen de dos milímetros.
- La resistencia característica a compresión del ladrillo ( $f'b$ ) se determina utilizando la Ecuación n° 3.4

$$fb = Pu / A$$

Ecuación n.º 3. 3. Resistencia a compresión de la unidad.

$$f'b = fb - S$$

Ecuación n.º3. 4. Resistencia característica a compresión de la unidad.

En donde:

Pu: Carga de rotura, en kg.

A: Área de contacto, en cm<sup>2</sup>.

f'b: Resistencia a compresión, en kg/cm<sup>2</sup>.

S: Desviación estándar, en kg/cm<sup>2</sup>.

f'b: Resistencia característica a compresión, en kg/cm<sup>2</sup>.

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:**

La resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'b$ ) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad

estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro.

Los principales componentes de la resistencia a la compresión de albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo ( $f^{\prime}b$ ), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada.

De todos los componentes anteriores citados, los pertinentes a la norma de la resistencia son la resistencia a compresión y la geometría del ladrillo.

## **PRUEBAS NO CLASIFICATORIAS DE LA UNIDAD PARA FINES ESTRUCTURALES**

### **Absorción:**

La Prueba de Absorción se basó en la NTP 399.613 y tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras, obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

Cabe advertir que la NTP 399.613 requiere que la prueba de absorción se realice con medias unidades como especímenes de prueba, ya que como mencionamos estas pruebas están destinadas a unidades de arcilla las cuales fácilmente pueden ser divididas en medias unidades.

Las unidades designadas para la prueba serán sometidas a un secado uniforme en un horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110 °C . Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural contenida en dichos especímenes para obtener un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.

A continuación, se procede a pesar las muestras con una aproximación de 1 gr. Se preparan los recipientes en los cuales se sumergirán los especímenes, con la finalidad de que todas las caras del espécimen estén en contacto directo con el agua.

Antes de sumergir los especímenes, se procede a tomar un registro de la temperatura del agua potable contenida en baldes.

Se sumerge el espécimen en agua limpia que se encuentre a una temperatura entre 15.5 °C a 30 °C, por un periodo de 24 horas. Pasado este lapso, se retira el espécimen, limpiando el agua superficial con un paño para posteriormente pesar el espécimen con una aproximación de 1 gr. Las muestras se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados del agua.

Calculamos la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

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

Dónde:

$W_d$  = Peso seco del espécimen.

$W_s$  = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas.

Finalmente se calcula el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,001 %.

- Se secan las muestras en el horno a una temperatura entre 110 °C y 115 °C, durante veinticuatro horas, luego se retiran los ladrillos del horno y se les deja enfriar a temperatura ambiente, para registrar el peso seco.
- Se colocan los ladrillos secos en un recipiente con agua, manteniéndose completamente sumergidos durante veinticuatro horas, asegurando que la temperatura del agua esté entre 15 °C y 30 °C.
- Se retiran los ladrillos del recipiente y se quita el agua superficial con un paño húmedo, para registrar el peso saturado.

- Los ladrillos deben ser pesados dentro de los cinco minutos a partir del momento que se extraen del recipiente. **Resistencia a compresión de pilas de albañilería** Antes del ensayo:
- Se marca y codifica cada pila de albañilería.
- Se determina las dimensiones promedio de las pilas, es decir, el valor promedio del largo, ancho y alto, por lo menos con la lectura de tres valores para garantizar el valor más cercano a la realidad que tiene cada una de sus dimensiones
- Los valores de sus tres dimensiones dan el valor más probable del área resistente, así como de la dimensión que se va a deformar.
- Se debe verificar el paralelismo de las caras que van a ser comprimidas.
- Se coloca las pilas de albañilería entre los platillos de la prensa hidráulica y se procede a someter a carga.

Durante el ensayo:

- Medir la carga y deformación longitudinal en la máquina de compresión.
- Se procede a anotar cada una de las deformaciones producidas por al incremento de carga, cada mil kilogramos.
- Finalmente, se retira la pila de albañilería y se procede a preparar la máquina para la siguiente prueba.
- Después del ensayo:
- Se extrae la probeta de la máquina y luego se registra la carga de rotura y la deformación máxima.
- El esfuerzo a la compresión de cada pila se determina utilizando la Ecuación n.º3. 18 y la Ecuación 3. 19.

$$f_m = P_{m\acute{a}x} / A$$

Ecuación n.º 3. 18. Resistencia a compresión de pilas de albañilería.  
 $f'_m = f_m - S$

Ecuación n.º3. 19. Resistencia característica a compresión de pilas de albañilería.

En donde:

P<sub>máx</sub>: Carga máxima, en kg/cm<sup>2</sup>.

A: Área bruta, en cm<sup>2</sup>.

S: Desviación estándar, en kg/cm<sup>2</sup>.

f<sub>m</sub>: Resistencia a compresión en kg/cm<sup>2</sup>.

f'<sub>m</sub>: Resistencia característica a compresión, en kg/cm<sup>2</sup>.

**Succión:** es la medida de la rapidez del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación de mortero – unidad en la inter fase de contacto y por lo tanto la resistencia a la tracción de la albañilería.

Puesto que cuando la unidad tiene demasiada succión, al colocar el mortero esta absorbe el agua de él haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad.

$$Succion = \frac{(P_{su} - P_{se}) \times 200}{A}$$

Dónde:

P<sub>su</sub>: peso de unidad en succión

P<sub>se</sub>: peso de unidad en seco

A: área de contacto de la unidad

### Procedimiento

- Se pesa cada ladrillo con precisión de 0,1 g.
- Se seca a una temperatura comprendida entre 110 °C y 115 °C hasta peso constante.
- Se mide el área de la cara del ladrillo que estará en contacto con el agua, descontando el área de los taladros o perforaciones en la cara de asiento en caso tuvieran.

- En una bandeja nivelada, se añade agua hasta que quede cubierto a unos diez milímetros de la base de los ladrillos, manteniendo el nivel constante durante todo el ensayo.
- Cada unidad se coloca en posición de asiento sobre los apoyos, y se mantiene así durante un minuto. Se saca el ladrillo y se lo seca superficialmente con ayuda de un paño y se obtiene su peso en gramos.
- La succión de cada unidad se expresa en gramos por centímetro cuadrado y minuto, con precisión de 0.01 g/cm<sup>2</sup> /min,

ANEXO 6: ENSAYOS ALABEO, VARIACIÓN DIMENSIONAL, ABSORCIÓN, DENSIDAD, RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE, RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS









# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL KING KONG CON 5 % DE ADICIÓN DE DENIZA DE TALLO DE ALGODÓN

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

TESISTA : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

ASUNTO : ENSAYO DE ALABEO

FECHA : 26/04/2021

## ALABEO DE LADRILLO

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARA SUPERIOR				CARA INFERIOR				ALABEO	
		DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	DIAG. 01	mm	DIAG. 02	mm	Cara superior	Cara Inferior
1	5% M-01	CC	3.00	CV	3.50	CV	3.00	CV	4.00	3.25	3.50
2	5% M-02	CV	3.00	CV	2.00	CC	2.00	CV	2.50	2.50	2.25
3	5% M-03	CC	3.00	CC	2.50	CC	3.00	CC	3.00	2.75	3.00
4	5% M-04	CV	1.50	CV	2.50	CV	1.00	CV	1.00	2.00	1.00
5	5% M-05	CC	2.50	CC	3.00	CV	3.50	CV	1.50	2.75	2.50
6	5% M-06	CV	2.00	CC	3.00	CV	3.00	CV	3.00	2.50	3.00
7	5% M-07	CC	2.50	CV	2.50	CC	3.00	CC	2.00	2.50	2.50
8	5% M-08	CC	1.51	CC	1.50	CC	2.00	CC	2.50	1.51	2.25
9	5% M-09	CC	4.00	CC	3.00	CC	2.00	CV	4.00	3.50	3.00
10	5% M-10	CC	3.00	CC	1.50	CV	2.00	CC	2.00	2.25	2.00
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX											
Promedio =										2.55	2.50

NOTA: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Mecánica, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAQUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**TESIS** : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL KING KONG -  
MUESTRA PATRÓN

**TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**TESISTA** : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI

**LUGAR** : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

**FECHA** : 26/04/2021

## VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLO

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

ANCHO= 12.00 cm  
LARGO= 22.40 cm  
ALTURA= 8.30 cm

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ANCHO (cm)	% Variacion	LARGO (cm)	% Variacion	ALTURA (cm)	% Variacion
1	0% M - 01	11.80	1.67	22.50	-0.45	8.50	-2.41
2	0% M - 02	11.60	3.33	22.00	1.79	7.85	5.42
3	0% M - 03	12.10	-0.83	22.35	0.22	8.10	2.41
4	0% M - 04	12.00	0.00	22.20	0.89	8.25	0.60
5	0% M - 05	11.80	1.67	22.15	1.12	8.05	3.01
6	0% M - 06	11.50	4.17	22.50	-0.45	8.35	-0.60
	0% M - 07	11.70	2.50	22.40	0.00	7.90	4.82
	0% M - 08	11.50	4.17	21.85	2.46	7.95	4.22
	0% M - 09	11.65	2.92	22.20	0.89	8.10	2.41
	0% M - 10	11.70	2.50	22.10	1.34	8.60	-3.61
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
	PROMEDIO =	11.74	2.21	22.23	0.78	8.17	1.63

NOTA: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Construcción, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**TESIS** : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL KING KONG CON 1 % DE ADICIÓN DE CENIZA DE TALLO DE ALGODÓN

**TESISTA** : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

**TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**LUGAR** : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

**FECHA** : 26/04/2021

## VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLO

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

ANCHO= 12.00 cm  
 LARGO= 22.40 cm  
 ALTURA= 8.30 cm

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ANCHO (cm)	% Variacion	LARGO (cm)	% Variacion	ALTURA (cm)	% Variacion
1	1 % M - 01	11.40	5.00	22.35	0.22	8.05	3.01
2	1 % M - 02	11.50	4.17	22.20	0.89	8.20	1.20
3	1 % M - 03	11.90	0.83	22.00	1.79	7.80	6.02
4	1 % M - 04	11.70	2.50	22.50	-0.45	8.00	3.61
5	1 % M - 05	12.00	0.00	22.30	0.45	7.95	4.22
6	1 % M - 06	12.40	-3.33	22.00	1.79	8.25	0.60
7	1 % M - 07	11.65	2.92	21.90	2.23	7.80	6.02
8	1 % M - 08	11.55	3.75	21.90	2.23	8.50	-2.41
9	1 % M - 09	11.70	2.50	22.10	1.34	8.30	0.00
10	1 % M - 10	11.70	2.50	22.05	1.56	8.45	-1.81
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX							
PROMEDIO =		11.75	2.08	22.13	1.21	8.13	2.05

NOTA: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**TESIS** : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL KING KONG CON 3 % DE ADICIÓN DE CENIZA DE TALLO DE ALGODÓN

**TESISTA** : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI

**ASUNTO** : ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

**TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**LUGAR** : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

**FECHA** : 26/04/2021

## VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLO

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

ANCHO= 12.00 cm  
 LARGO= 22.40 cm  
 ALTURA= 8.30 cm

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ANCHO (cm)	% Variacion	LARGO (cm)	% Variacion	ALTURA (cm)	% Variacion
1	3 % M - 01	11.80	1.67	22.15	1.12	8.00	3.61
2	3 % M - 02	11.60	3.33	21.70	3.13	8.25	0.60
3	3 % M - 03	11.90	0.83	21.80	2.68	7.90	4.82
4	3 % M - 04	11.90	0.83	22.05	1.56	7.80	6.02
5	3 % M - 05	11.85	1.25	22.15	1.12	8.60	-3.61
6	3 % M - 06	11.70	2.50	22.25	0.67	8.20	1.20
7	3 % M - 07	12.10	-0.83	22.20	0.89	8.05	3.01
8	3 % M - 08	11.55	3.75	22.60	-0.89	7.95	4.22
9	3 % M - 09	11.70	2.50	22.80	-1.79	8.00	3.61
10	3 % M - 10	11.50	4.17	22.40	0.00	8.20	1.20
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX							
PROMEDIO =		11.76	2.00	22.21	0.85	8.10	2.47

NOTA: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Biotecnología Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



**TESIS** : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"  
**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL KING KONG - MUESTRA PATRÓN  
**TESISTA** : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI  
**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN  
**TECN. RESPONS.:** PERSONAL LABORATORIO  
**ING. RESPONS.:** ALFREDO ALARCON A.  
**LUGAR** : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
**FECHA** : 27/04/2021

## ABSORCIÓN DEL LADRILLO

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

LADRILLO - MUESTRA PATRÓN					
DESCRIPCIÓN	N° DE MUESTRA				
	1 (M - 04)	2 (M - 06)	3 (M - 07)	4 (M - 08)	5 (M - 09)
A. Peso material saturado	g 3.906.0	4.028.0	3.931.0	3.990.0	3.969.0
B. Peso material seco	g 3.186.0	3.270.0	3.194.0	3.261.0	3.252.0
C. Peso agua	g 720.0	758.0	737.0	729.0	717.0
D. Absorción	% 22.60	23.18	23.07	22.36	22.05

**PROMEDIO** 22.65 %

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**TESIS** : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL KING KONG CON 1 % DE ADICIÓN DE CENIZA DE TALLO DE ALGODÓN **TECN. RESPONS.:** PERSONAL LABORATORIO **ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON A.

**TESISTA** : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI **LUGAR** : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN **FECHA** : 27/04/2021

## ABSORCIÓN DEL LADRILLO

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

LADRILLO CON 1 % DE CENIZA						
DESCRIPCIÓN		N° DE MUESTRA				
		1 (M - 01)	2 (M - 03)	3 (M - 05)	4 (M - 06)	5 (M - 09)
A. Peso material saturado	g	3,981.0	4,040.0	3,980.0	3,994.0	3,991.0
B. Peso material seco	g	3,343.0	3,320.0	3,313.0	3,297.0	3,367.0
C. Peso agua	g	638.0	720.0	667.0	697.0	624.0
D. Absorción	%	19.08	21.69	20.13	21.14	18.53

**PROMEDIO** 20.11 %

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**TESIS** : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL KING KONG CON 3 % DE ADICIÓN DE CENIZA DE TALLO DE ALGODÓN

**TECN. RESPONS.:** PERSONAL LABORATORIO

**ING. RESPONS.:** ALFREDO ALARCON A.

**TESISTA** : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI

**LUGAR** : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN

**FECHA** : 27/04/2021

## ABSORCIÓN DEL LADRILLO

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

LADRILLO CON 3 % DE CENIZA						
DESCRIPCIÓN		N° DE MUESTRA				
		1 (M - 02)	2 (M - 05)	3 (M - 06)	4 (M - 08)	5 (M - 10)
A. Peso material saturado	g	4,048.0	4,039.0	4,056.0	3,974.0	3,986.0
B. Peso material seco	g	3,294.0	3,265.0	3,301.0	3,239.0	3,256.0
C. Peso agua	g	754.0	774.0	755.0	735.0	730.0
D. Absorción	%	22.89	23.71	22.87	22.69	22.42

PROMEDIO 22.92 %

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Obras de Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO | ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**TESIS** : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL KING KONG CON 5 % DE ADICIÓN DE CENIZA DE TALLO DE ALGODÓN

**TESISTA** : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI

**ASUNTO** : ENSAYO DE ABSORCIÓN

**TECN. RESPONS.:** PERSONAL LABORATORIO

**ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON A.

**LUGAR** : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

**FECHA** : 27/04/2021

## ABSORCIÓN DEL LADRILLO

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

LADRILLO CON 5 % DE CENIZA					
DESCRIPCIÓN	N° DE MUESTRA				
	1 (M - 01)	2 (M - 02)	3 (M - 07)	4 (M - 08)	5 (M - 09)
A. Peso material saturado	g 3,957.0	4,011.0	4,035.0	3,925.0	3,905.0
B. Peso material seco	g 3,180.0	3,223.0	3,255.0	3,155.0	3,164.0
C. Peso agua	g 777.0	788.0	780.0	770.0	741.0
D. Absorción	% 24.43	24.45	23.96	24.41	23.42

**PROMEDIO** 24.13 %

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



**TESIS** : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

**MUESTRA** : LADRILLO ARTESANAL KING KONG **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**TESISTA** : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI **LUGAR** : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

**ASUNTO** : ENSAYO DE DENSIDAD **FECHA** : 30/04/2021

## ENSAYO DE DENSIDAD

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN (cm3)	MASA (gr)	DENSIDAD (gr/cm3)	PROMEDIO
1	0% M - 04	12.00	22.20	8.25	2197.80	3261.00	1.48	1.54
2	0% M - 06	11.50	22.50	8.35	2160.56	3270.00	1.51	
3	0% M - 07	11.70	22.40	7.90	2070.43	3194.00	1.54	
4	0% M - 08	11.50	21.85	7.95	1997.64	3261.00	1.63	
5	0% M - 09	11.65	22.20	8.10	2094.90	3252.00	1.55	
6	1% M - 01	11.40	22.35	8.05	2051.06	3343.00	1.63	1.57
7	1% M - 03	11.90	22.00	7.80	2042.04	3320.00	1.63	
8	1% M - 05	12.00	22.30	7.95	2127.42	3313.00	1.56	
9	1% M - 06	12.40	22.00	8.25	2250.60	3297.00	1.46	
10	1% M - 09	11.70	22.10	8.30	2146.13	3367.00	1.57	
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX							

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Carpintería y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL KING KONG TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

TESISTA : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

ASUNTO : ENSAYO DE DENSIDAD FECHA : 30/04/2021

## ENSAYO DE DENSIDAD

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)	VOLUMEN cm3	MASA (gr)	DENSIDAD (gr/cm3)	PROMEDIO
1	3% M - 02	11.60	21.70	8.25	2076.69	3294.00	1.59	1.54
2	3% M - 05	11.85	22.15	8.60	2257.31	3265.00	1.45	
3	3% M - 06	11.70	22.25	8.20	2134.67	3301.00	1.55	
4	3% M - 08	11.55	22.60	7.95	2075.19	3239.00	1.56	
5	3% M - 10	11.50	22.40	8.20	2112.32	3256.00	1.54	
6	5% M - 01	11.45	22.50	8.40	2164.05	3180.00	1.47	1.53
7	5% M - 02	11.60	22.05	8.70	2225.29	3223.00	1.45	
8	5% M - 07	11.45	22.10	8.00	2024.36	3255.00	1.61	
9	5% M - 08	11.60	22.00	7.90	2016.08	3155.00	1.56	
10	5% M - 09	11.70	22.00	7.85	2020.59	3164.00	1.57	
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX							

NOTA: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO EIRL.  
Ingeniería de Pavimentos, Resaca, Cementaria y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS ARTESANALES CON ADICIÓN DE CENIZAS DE TALLO DE ALGODÓN, PUNO - 2021"

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL KING KONG CON 5 % DE ADICIÓN DE CENIZA DE TALLO DE ALGODÓN

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

TESISTA : RONALD JHEISON CHUQUIMAMANI CONDORI

LUGAR : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

ASUNTO : ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

FECHA : 03/05/2021

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA (f<sub>b</sub>)

Nº	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	FECHA DE:		ANCHO (cm)	LARGO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO	ROTURA					
1	0% M-4	---	03/05/2021	12.00	22.20	266.4	15858	59.53
2	0% M-6	---	03/05/2021	11.50	22.50	258.75	15412	59.56
3	0% M-7	---	03/05/2021	11.70	22.40	262.08	15456	58.97
4	0% M-8	---	03/05/2021	11.50	21.85	251.275	15110	60.13
5	0% M-9	---	03/05/2021	11.65	22.20	258.63	15849	61.28
6	1% M-1	---	03/05/2021	11.40	22.35	254.79	18896	74.16
7	1% M-3	---	03/05/2021	11.90	22.00	261.8	19105	72.98
8	1% M-5	---	03/05/2021	12.00	22.30	267.6	17922	66.97
9	1% M-6	---	03/05/2021	12.40	22.00	272.8	18566	68.06
10	1% M-9	---	03/05/2021	11.70	22.10	258.57	18953	73.30
	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX							

NOTA: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
 Ingeniería de Pavimentos, Resistencia de Materiales y Construcción  
 ALFREDO ALARCON A. HUACHI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CFM-242-2021**

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

**DATOS DE CALIBRACIÓN**

ESCALA : 1000,0 kN Resolución: 0,1 kN Dirección de la carga: Ascendente  
 101972 kgf 10,0 kgf Factor de conversión: 0,00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )	Indicaciones del patrón (series de mediciones)						
			0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	100,00	10 197	99,7	100,2	No aplica	99,8	No aplica
20	200,00	20 394	199,8	200,2	No aplica	201,0	No aplica
30	300,00	30 592	300,5	300,0	No aplica	301,0	No aplica
40	400,00	40 789	400,9	401,5	No aplica	401,9	No aplica
50	500,00	50 986	501,0	501,6	No aplica	502,0	No aplica
60	600,00	61 183	601,0	601,8	No aplica	602,0	No aplica
70	700,00	71 380	701,5	702,0	No aplica	702,6	No aplica
80	800,00	81 578	801,9	802,0	No aplica	802,3	No aplica
Indicación después de carga			0,00	0,00	0,00	0,00	No aplica

ESCALA : 1000,00 kN Incertidumbre del patrón: 0,086 %

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )	Cálculo de errores relativos				Resolución		
			Exactitud	Repetibilidad		Reversibilidad	Accesorios
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100,00	10 197	0,10	0,50	No aplica	No aplica	0,10
20	200,00	20 394	-0,17	0,60	No aplica	No aplica	0,05
30	300,00	30 592	-0,17	0,33	No aplica	No aplica	0,03
40	400,00	40 789	-0,36	0,25	No aplica	No aplica	0,02
50	500,00	50 986	-0,31	0,20	No aplica	No aplica	0,02
60	600,00	61 183	-0,27	0,17	No aplica	No aplica	0,02
70	700,00	71 380	-0,29	0,16	No aplica	No aplica	0,01
80	800,00	81 578	-0,26	0,05	No aplica	No aplica	0,01

Error de cero fo (%)	0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 0,00
----------------------	-------	-------	-------	-----------	--------------------

**FIRMAS AUTORIZADAS**



Jefe de Metrología  
Luiggi Asenjo G.

*[Handwritten Signature]*

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Auditoría y Construcción  
**ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 81732

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CFM-242-2021**

Pág. 1 de 3

**OBJETO DE PRUEBA:** MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

**Rangos** 101972,0 kgf  
**Dirección de carga** Ascendente  
**FABRICANTE** PYS EQUIPOS  
**Modelo** STYE-2000  
**Serie** 170251  
**Transductor (Modelo/Serie)** NO INDICA  
**Capacidad** 1000 kN  
**Ubicación** Lab. Fuerza de Metrotest E.I.R.L.

**Código Identificación** NO INDICA  
**Norma utilizada** ASTM E4; ISO 7500-1  
**Intervalo calibrado** Escala (s) 101 972 kgf  
 De 10 000 a 100 000 kgf

**Temperatura de prueba °C** Inicial 19,9 Final 20,2

**Inspección general** La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento

**Solicitante** GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
**Dirección** JR. TIAHUANACO MZ. H LT. 17 RES. COLLASUYO I E (A  
 ESPALDAS DEL CEMENTERIO LA CAPILLA ) PUNO - SAN  
 ROMAN - JULIACA  
**Ciudad** JULIACA  
**PATRON(ES) UTILIZADO(S)** Tipo / Modelo BOTELLA  
 Código 5Y46357  
 Certif. de calibr. INF-LE 006-19A PUCP

**Unidades de medida** Sistema Internacional de Unidades (SI)

**FECHA DE CALIBRACION** 2021-02-20  
**FECHA DE EMISION** 2021-02-20

**FIRMAS AUTORIZADAS**



Jefe de Metrologia  
 Luiggi Asenjo G.

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
 Ingeniería de Pavimentos, Estructura Consultoría y Construcción  
**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 81732



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

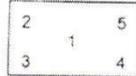
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-398-2020

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.7	-0.2	10.000	10.000	0.7	-0.2	0,0	20
2		10	0.8	-0.3		10.000	0.7	-0.2	0,1	
3		10	0.7	-0.2		10.001	0.8	0.7	0,9	
4		10	0.8	-0.3		10.001	0.8	0.7	1,0	
5		10	0.8	-0.3		10.000	0.7	-0.2	0,1	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

### LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0,00000381 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0,352 \text{ g}^2 + 0,0000000010978 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación ( e ): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP 003-2009 - 2da Edición, es.

Intervalo		emp
0 g	a 5000 g	10 g
5000 g	a 20000 g	20 g
20000 g	a 30000 g	30 g



**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Asesoría Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

Página 4 de 4  
FMC/5-01





# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

### CMM-398-2020

#### Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP-003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

#### Incertidumbre

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 %

#### Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L	Pesa de 20 Kg (exactitud M1)	CMM-691-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L	Pesa de 10 Kg (exactitud M1)	CMM-690-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L	Juego de pesas (exactitud F1)	CMM-688-2019
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-C-076-2020 // LM-C-075-2020



**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**  
Ingeniería de Pavimentos, Bestiario, Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732

Página 2 de 4  
FM035-01

Calle Arisaldas Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Villa Sol - Los Olivos  
www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / veritas@metrotesteirl.com  
Tel. 528-7898 Cel. 997-011111 Fax. 528-991

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



# GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



## Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-398-2020

Expediente 01205-2020

Solicitante GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Dirección JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17  
RES. COLLASUYO I E - PUNO - SAN  
ROMAN - JIULIACA

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo R21PE30ZH

Serie 8341130557

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala ( d ) 1 g

División de verificación ( e ) 10 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración 2020-11-05

Misión:  
Prestar servicios 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.

#### Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

#### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,9 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	58 %	65 %

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.  
Ingeniería de Pavimentos, Boleadora, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

Señlo

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2020-11-05

*Alfredo Alarcon*  
Alfredo Alarcon G.

Página 1 de 4  
FM035-01

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE...

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA  
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CFM-242-2021**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	101972	kgf		
Error de exactitud	-0,36	%	Error de cero	0
Error de repetibilidad	0,60	%	Error por accesorio	0 %
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0,05 En el 20 %

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

**ESCALA 101 972 kgf Ascendente**

**TRAZABILIDAD**

METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Peru y la SNM INDECOPI.

**OBSERVACIONES .**

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

**FIRMAS AUTORIZADAS**



Jefe de Metrologia  
Luiggi Asenjo G.

**GEOTECNIA PUNO EIRL,**  
Ingeniería de Pavimentos, Asesoría Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 81732