



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Influencia de la adición de cenizas de fondo en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas, 2022**

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Gutierrez Palomino, Emerson (ORCID: [0000-0002-7711-2719](https://orcid.org/0000-0002-7711-2719))

**ASESOR:**

Mg. Gallo Gallo, Teodora Margarita (ORCID: [0000-0001-5793-3811](https://orcid.org/0000-0001-5793-3811))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico estructural -

**LIMA — PERÚ**

2022

## **Dedicatoria**

A DIOS, a mis padres JOSEFINA y PLACIDO quienes al brindarme su confianza y apoyo para logra este anhelado objetivo en mi vida profesional, que más que mío es de ellos. A mis hermanos Briam y Katerine por ser fuente de alegría en todo momento. A mis tíos y primos quienes a pesar de la distancia me demostraron su apoyo, amistad sincera e incondicional.

## **Agradecimiento**

“Gracias a todos los que me ayudaron a sacar este proyecto del suelo y hacerlo un éxito.

Gracias a mis padres por el regalo de la vida.

Gracias a mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de este viaje.”

## Índice de contenido

Carátula .....	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>33</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación	34
3.2 Variables y operacionalización	34
3.3. Población, muestra y muestreo	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.5. Procedimientos	38
3.6. Método de análisis de datos	39
3.7. Aspectos éticos	39
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>V. DISCUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>87</b>
Anexo 1. Matriz de Consistencia	
Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables	
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos	
Anexo 4. Cuadro de dosificación y resultados	
Anexo 5. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos	
Anexo 6. Captura de pantalla turnitin	
Anexo 7. Normativa	
Anexo 8. Constancia de ensayos de laboratorio y certificado de calidad	
Anexo 9. Ensayos de laboratorio y certificado de calidad	

Anexo 10. Panel fotográfico

Anexo 11. Mapas y planos

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Variación dimensional según la norma E.070. ....	24
<b>Tabla 2</b> Requisitos obligatorios según la NTP 331.017. ....	25
<b>Tabla 3</b> Resistencia a compresión en unidades según la norma E.070.....	26
<b>Tabla 4</b> Valores mínimos de módulo de ruptura según el tipo de ladrillo. ....	27
<b>Tabla 5</b> Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez .....	28
<b>Tabla 6</b> Incremento de $f'm$ y $v'm$ por edades.....	28
<b>Tabla 7</b> Materiales utilizados.....	30
<b>Tabla 8</b> Cuantía muestral de los ensayos a realizar a las muestras de unidades de albañilería.....	37
<b>Tabla 9</b> Resultados de variación dimensional – Ladrillo artesanal King Kong Macizo .....	42
<b>Tabla 10</b> Resultados de variación dimensional – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo.....	43
<b>Tabla 11</b> Resultados de variación dimensional – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20%Ceniza de Fondo .....	44
<b>Tabla 12</b> Resultados de variación dimensional – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de Fondo.....	45
<b>Tabla 13</b> Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo artesanal King Kong Macizo .....	47
<b>Tabla 14</b> Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo .....	48
<b>Tabla 15</b> Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30%Ceniza de Fondo.....	49
<b>Tabla 16</b> Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de Fondo.....	50
<b>Tabla 17</b> Resultados del ensayo de succión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo .....	52
<b>Tabla 18</b> Resultados del ensayo de succión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +10%CDF .....	52
<b>Tabla 19</b> Resultados del ensayo de succión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +20%CDF .....	53

<b>Tabla 20</b> Resultados del ensayo de succión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +30%CDF .....	53
<b>Tabla 17</b> Resultados del ensayo de absorción – Ladrillo artesanal King Kong Macizo .....	55
<b>Tabla 18</b> Resultados del ensayo de absorción – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +10%CDF .....	56
<b>Tabla 19</b> Resultados del ensayo de absorción – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20%CDF .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 20</b> Resultados del ensayo de absorción – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30%CDF .....	58
<b>Tabla 17</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo.....	60
<b>Tabla 18</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% CDF .....	60
<b>Tabla 19</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +20%CDF .....	61
<b>Tabla 20</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +30%CDF .....	62
<b>Tabla 17</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería – Ladrillo artesanal King Kong Macizo.....	64
<b>Tabla 18</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% CDF.....	64
<b>Tabla 19</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +20%CDF.....	65
<b>Tabla 20</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +30%CDF .....	65
<b>Tabla 40</b> Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión.....	67
<b>Tabla 41</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de Fondo y Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería .....	69
<b>Tabla 42</b> Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión simple – Muestra N°3 .....	70
<b>Tabla 43</b> Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de fondo y Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería .....	71

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1</b> Proceso de producción de ladrillos artesanales de arcilla .....	31
<b>Figura 2</b> Comparación de la variación dimensional máxima. ....	46
<b>Figura 3</b> Comparación de alabeo máximo. ....	51
<b>Figura 4</b> Succión de las unidades de albañilerías con dosificaciones de ceniza de fondo. ....	54
<b>Figura 5</b> Ensayos de absorción de las unidades de albañilerías con dosificaciones de ceniza de fondo. ....	59
<b>Figura 6</b> Ensayos de resistencia a la compresión de unidades de albañilerías con dosificaciones de ceniza de fondo.....	63
<b>Figura 7</b> Ensayos de absorción de las unidades de albañilerías con dosificaciones de ceniza de fondo. ....	66



## Resumen

La presente investigación es relevante para evaluar el efecto de la ceniza de fondo como reemplazo parcial de la arcilla en las características de las unidades de albañilería. Tuvo como finalidad determinar en qué medida influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas 2022. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa, diseño cuasi experimental y alcance explicativo. La población y muestra de este estudio está conformada por la producción de 35 unidades de albañilería artesanales convencionales y 105 unidades de albañilería artesanales con adiciones de ceniza de fondo en diferentes proporciones. Para su desarrollo se realizaron los ensayos de dimensionamiento, alabeo, succión, absorción, resistencia a la compresión las unidades de albañilería y ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería, así como grupos de control con adiciones de ceniza de fondo en 0%, 10%, 20% y 30%. Los resultados de la investigación mostraron que a medida que aumenta la dosificación de ceniza de fondo no se observa incrementos sustanciales en las características físicas, sin embargo, se evidencia incrementos en las características mecánicas de las unidades de albañilería. Finalmente se concluye que se puede mejorar física y mecánicamente las unidades de albañilería con la adición de ceniza de fondo con la adición óptima del 30% de ceniza de fondo como reemplazo parcial de la arcilla.

**Palabras claves:** Unidades de albañilería, ceniza de fondo, resistencia a la compresión, pilas, ladrillos.

## **Abstract**

This research is relevant to evaluate the effect of bottom ash as a partial replacement for clay on the characteristics of masonry units. Its purpose was to determine to what extent the addition of bottom ash influences the physical and mechanical properties of the masonry units, Andahuaylas 2022. The methodology used was quantitative, quasi-experimental design and explanatory scope. The population and sample of this study is made up of the production of 35 conventional artisanal masonry units and 105 artisanal masonry units with additions of bottom ash in different proportions. For its development, sizing, warping, suction, absorption, compressive strength tests were carried out on masonry units and axial compressive strength test on masonry piles, as well as control groups with bottom ash additions at 0 %, 10%, 20% and 30%. The results of the investigation showed that as the dosage of bottom ash increases, no substantial increases in the physical characteristics are observed, however, increases in the mechanical characteristics of the masonry units are evident. Finally, it is concluded that masonry units can be physically and mechanically improved with the addition of bottom ash with the optimal addition of 30% bottom ash as a partial replacement for clay.

**Keywords:** Masonry units, bottom ash, compressive strength, piles, bricks.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A nivel internacional las construcciones han ido incrementando, el boom inmobiliario ha tocado picos de aumento, todo por el crecimiento poblacional. Por otro lado, es necesario mencionar que muchas de las personas con bajos recursos o de clase media baja, cuando construye no tiene en cuenta todos los parámetros de calidad, no solo por la asesoría de un profesional para tener una edificación con buenas condiciones; sino que, no cumplen con estándares de calidad al momento de obtener o comprar los materiales de construcción. El ladrillo es uno de los materiales más utilizado en las construcciones, y como elemento constructivo, se conoce desde la antigüedad. Estos pueden ser hechos de arcilla, barro, concreto, sílice – cal, etc; y se clasifican según su unidad de albañilería, según el material utilizado para la elaboración, según la forma de elaboración, etc. Asimismo, los procesos industriales suelen ser los grandes contaminantes del planeta, ya sea por emisión de gases que se produce durante el proceso o por los desechos que estos generan (Martínez, 2014); por tanto, mitigar el consumo de arcilla en la producción de ladrillos por medio de la incorporación de ceniza de fondo (CDF), es una alternativa favorable con el medio ambiente. Las cenizas de fondo (CDF), son el residuo inorgánico resultado de la incineración de la madera y carbon. Sus propiedades permiten que se use como fundente y adicionalmente aliviana las unidades cerámicas gracias a su baja densidad.

Asimismo, a nivel nacional, el Perú se encuentra ubicado en la zona denominada "Cinturón de Fuego del Pacífico", donde se registra aproximadamente el 85 % de la actividad sísmica mundial. El historial sísmico de Perú señala que nos encontramos en una zona de alta sismicidad. Asimismo, la albañilería es un sistema que integra a la unidad de albañilería y el mortero, su buen comportamiento sísmico, depende en gran porcentaje de la calidad de materiales que lo constituyen, por lo que es necesario conocer sus propiedades físicas y mecánicas en cada zona de nuestro país. También se observa que, en el Perú, la albañilería es uno de los sistemas más usados en la construcción de edificaciones, y cada región usa sus propias unidades que producen, sin haber sido estudiadas, para saber si son las adecuadas para soportar las solicitaciones estáticas y dinámicas que se presenta durante la vida de la estructura. Según Soriano (2012), se sabe que en el Perú existen aproximadamente 2000 hornos de ladrilleras artesanales. La ceniza de madera de fondo es un subproducto del proceso de combustión. Ésta se divide en

dos tipos de material: cenizas volantes (más finas, que predominan en el aire) y ceniza de fondo (más pesado y grueso que las cenizas volantes). A nivel del Perú, suman aproximadamente 53,500 toneladas al año de ceniza de fondo. Hasta la actualidad, este material se considera un desperdicio, pero los estudios encontrados para las cenizas volantes provenientes de centrales eléctricas muestran que debido a sus propiedades cementosas es muy útil. A medida que se realizaron estudios adicionales, desarrollaron usos más avanzados para la ceniza volante.

Actualmente a nivel regional las edificaciones de albañilería, son generalmente construidas con ladrillos King Kong macizo de arcilla, fabricados artesanalmente en el interior de la ciudad, debido a su disponibilidad y a su costo relativamente bajo, comparado con el costo del ladrillo industrial. Estas unidades se producen en fábricas artesanales sin ningún tipo de control de calidad, del proceso de fabricación y de los insumos que se requiere. Lo que se busca con esta investigación es mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla con la adición de CDF en la ciudad de Andahuaylas, asimismo el cumplimiento de la norma E.070. Es importante conocer estos datos porque que existe gran número de viviendas y edificaciones que están estructuradas con muros portantes de albañilería de ladrillo tipo King Kong macizo de arcilla fabricados artesanalmente. Debido a las diferentes afectaciones que se presentan en el proceso productivo para elaborar ladrillos; que van desde la explotación de la arcilla hasta la cocción del material cerámico, donde se ocasionan impactos al medio ambiente y a la salud humana, surge la necesidad de implementar unidades de albañilería que respondan a las necesidades constructivas pero que cumplan con criterios de sostenibilidad ambiental, puesto que los derivados de cerámica, constituyen insumos potenciales para el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de construcción de viviendas, en especial para las familias de escasos recursos económicos.

Basándonos en lo anterior, podemos afirmar el problema general: ¿De qué manera influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas 2022? De igual forma se formulan los problemas específicos: PE 1: ¿Cómo influye la adición de ceniza de fondo en las

propiedades físicas de las unidades de albañilería?, PE 2: ¿Cómo influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería? PE 3: ¿Cuál será la dosificación óptima de ceniza de fondo para adicionar a las unidades de albañilería?

Desde un punto de vista teórico se justifica la adición de ceniza de fondo ya que mediante ensayos de laboratorio estandarizados: ensayos de densidad, absorción, dimensionamiento, alabeo, ensayos de compresión axial y ensayos de flexión de albañilería que se realizaran para cuantificar los resultados y así aportar conocimientos sobre las condiciones físico - mecánicas de las unidades de albañilería de la ciudad de Andahuaylas y así contrastarlo con los requerimientos de la norma E.070. También se tiene justificación metodológica donde se justifica la realización de esta investigación para hacer un aporte significativo en el marco de la construcción de edificaciones de albañilería respetando la norma E.070 por lo que se propondrá un porcentaje de dosificación óptimo de adiciones de cenizas de fondo en las unidades de albañilería. Así de esta manera, se busca reducir los residuos de la cocción en el proceso de producción de las unidades de albañilería para maximizar los recursos disponibles reduciendo el consumo de recursos naturales de la ciudad de Andahuaylas. La idea es desviar dichos residuos del camino al vertedero debido al impacto ambiental y sobre la salud que este tipo de instalaciones representa. Como justificación técnica se tiene que la presente investigación contribuirá en analizar el resultado de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos King Kong macizos de arcilla con adiciones de ceniza de fondo fabricados artesanalmente en la ciudad de Andahuaylas y clasificarlo de acuerdo a la norma E.070 y NTP 399.601. Con el propósito de contar con información técnica de los ladrillos y su comportamiento como parte de la albañilería, para que los proyectistas y constructores tengan las consideraciones necesarias al momento de diseñar y hacer uso de estas unidades; teniendo en cuenta que la ciudad de Andahuaylas está ubicada en la zona sísmica 3 y que existe un gran número de viviendas que se construyen de albañilería usando como unidad los ladrillos tipo King Kong macizos de arcillas fabricados artesanalmente. Así también como justificación social sobre la investigación sobre el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con adiciones de ceniza de fondo fabricados artesanalmente en la ciudad de Andahuaylas ya que se

pretende verificar el cumplimiento de los requerimientos de la norma E.070 y asegurar que las edificaciones resistan los eventos sísmicos preservando la vida de los habitantes de estas. Finalmente, como justificación ambiental se tiene que la adición de ceniza de fondo reducirá los residuos de producción del ladrillo artesanal y permite maximizar los recursos disponibles reduciendo el consumo de recursos naturales. Menos materia prima que recoger, transformar y transportar. Menos energía consumida en el proceso, lo que impactará positivamente con el medio ambiente.

Como objetivo general se tiene: Determinar en qué medida influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas 2022. Asimismo, como objetivos específicos: OE 1: Determinar la influencia de ceniza de fondo en las propiedades físicas de las unidades de albañilería, OE 2: Determinar la influencia de ceniza de fondo en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, OE 3: Determinar la dosificación adecuada de adición de fondo en las unidades de albañilería.

Con lo mencionado proponemos la siguiente hipótesis general: la adición de ceniza de fondo influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas 2022. Asimismo, como objetivos específicos: HE 1: La ceniza de fondo influye positivamente en las propiedades físicas de las unidades de albañilería, HE 2: La ceniza de fondo influye positivamente en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería, HE 3: El porcentaje óptimo de adición de ceniza de fondo no será mayor a 30% en las unidades de albañilería.

## **II. MARCO TEÓRICO**



Existen una serie de estudios anteriores que se analizaron para construir este proyecto de investigación. en el ámbito internacional tenemos a AGUILAR (2019) en su tesis sostuvo que; su objetivo fue analizar el comportamiento de la ceniza de carbón proveniente de la industria ladrillera Bella Vista, como sustituto parcial de arcilla en la elaboración de ladrillos. La metodología en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo explicativo y estuvo basada en un diseño experimental; teniendo una población son los ladrillos tradicionales de la ladrillera “La casa de la construcción” y especímenes elaborados de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (NTC) Los resultados mostraron que que la incorporación de ceniza de carbón en la fabricación de ladrillos tiene efectos positivos, ya que; los especímenes que fueron elaborados con adición de CDC hasta un 10%, presentaron aumento de resistencia a la compresión, siendo este uno de los criterios determinantes para la aceptación o rechazo de las unidades cerámicas (ladrillos). Finalmente, concluyo que, el porcentaje de inclusión de CDC óptimo para ser utilizado como sustituto parcial en peso de la materia prima arcilla, es de 5%, mediante el cual se garantiza la calidad de los especímenes para ser utilizados como mampostería no estructural de uso interior, según lo establece la norma NTC 4205. que, al elevar el nivel de sustitución de la arcilla por lodo, representa una reducción en la resistencia a la compresión.

Como antecedentes nacionales tenemos a VALDIVIA (2022) en su tesis sostuvo que; su objetivo fue determinar las propiedades físicas y mecánicas más representativas del ladrillo Pandereta de arcilla fabricados de manera industrial en la ciudad de Huánuco. La metodología en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y estuvo basada en un diseño no experimental. Los resultados mostraron que el ensayo de compresión axial de pilas y resistencia al corte en muretes de albañilería de ladrillo pandereta de liso de Chapacuate son de  $f'm=31.92 \text{ kg/cm}^2$  y  $v'm=5.15 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Finalmente, como conclusión que el ladrillo pandereta de la ladrillera Chapacuate es LADRILLO III, que son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas; sin embargo, según la Norma E.070 tabla n°02, indica que el ladrillo pandereta (tubular) solo debe usarse en albañilería en muro portante hasta 2 pisos en la zona sísmica.

VILLAR (2020), cuyo principal objetivo fue determinar la resistencia a compresión axial y resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricado artesanalmente en la ciudad de La Libertad. La metodología empleada en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, nivel descriptivo y diseño no experimental, teniendo una población y muestra de los ladrillos King Kong de concretos fabricados artesanalmente en la Ladrillera “La Esperanza” y la Ladrillera “Moche” de la ciudad de La Libertad. Los resultados obtenidos mostraron que la resistencia a compresión axial y resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concretos fabricados artesanalmente en la ciudad de Trujillo, en la Ladrillera La Esperanza es  $f'm = 38.83 \text{ Kg/cm}^2$  y  $v'm = 6.43 \text{ Kg/cm}^2$  y en la ladrillera de Moche es  $f'm = 37.08 \text{ Kg/cm}^2$  y  $v'm = 5.81 \text{ Kg/cm}^2$ . Finalmente, como conclusión que la resistencia a compresión axial de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricado artesanalmente en la ciudad de Trujillo es mayor que  $35 \text{ Kg/cm}^2$  y la resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricado artesanalmente en la ciudad de Trujillo es mayor que  $5.1 \text{ Kg/cm}^2$ , por lo que se concluye que la hipótesis se cumple.

VÁSQUEZ (2018) en su tesis, cuyo principal objetivo fue evaluar el efecto de la esbeltez en la compresión axial en pilas de albañilería. La metodología en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo y estuvo basada en un diseño experimental; teniendo una población fue las pilas (prismas) de albañilería que se utilizaron para determinar su compresión axial, para la muestra se trabajaron con 4 pilas de albañilería en promedio para 28 días de curado con 3 y 4 hiladas de ladrillos. Los resultados mostraron que la compresión axial de las pilas de albañilería con diferentes tipos de ladrillos, el que obtuvo mayor compresión axial fue el Lark con  $95.43 \text{ kg/cm}^2$  y el que obtuvo menor resistencia fue el artesanal con  $27.37 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente, como conclusión que la esbeltez de las pilas de albañilería para que cumpla con la norma, las pilas de albañilería de los ladrillos artesanales tuvieron una esbeltez de 2.26, las de ladrillos Lark tuvieron una esbeltez de 2.82; el % de variación con respecto al patrón, se expresó que el grupo Lark aumenta un 24.570% de esbeltez con respecto al grupo patrón (Artesanal), y con respecto al factor de esbeltez, las pilas de albañilería de los ladrillos Lark tuvieron un factor de esbeltez de 0.87; el % de variación con respecto al patrón, se

expresa que el grupo Lark aumenta un 24.570% de factor de esbeltez con respecto al grupo patrón (Artesanal).

ROJAS & ARBILDO (2017) en su tesis tuvo como objetivo determinar los valores de resistencia características a compresión axial y diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna, para un espesor de mortero de 1cm. La metodología en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel exploratorio - explicativo y un diseño no experimental; teniendo como población a las viviendas que presenten la unidad de albañilería "Hércules I". y muestra las unidades de albañilería "Hércules I", para lo que se seleccionando al azar la muestra representativa a estudiar. Los resultados mostraron que en promedio las resistencias características a la compresión axial ( $f'm$ ) es igual a 49.30 kg/cm<sup>2</sup> y al corte ( $v'm$ ) igual a 4.83 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, como conclusión que la caracterización de los ladrillos equivale a un Ladrillo Artesanal y según su clasificación estructural es un Ladrillo Tipo III, además de tener un porcentaje de vacíos de 39.30% mayor a lo esperado clasificándola como unidad hueca, en tal sentido se recomienda que no es apta para la construcción de viviendas en la Cuidad de Tacna.

GAMBOA (2017) en su tesis tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión axial y la resistencia a corte de la albañilería de ladrillos King Kong de concreto fabricado artesanalmente en la ciudad de Cajabamba, así como sus propiedades físicas y mecánicas y clasificarlo con fines estructurales. La metodología en este estudio presento un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel descriptivo y un diseño no experimental; teniendo como población y muestra 20 pilas (10 PLCR y 10 PLCC de 22x12x55.2 cm) y 12 muretes (6 MLCR y 6 MLCC de 665x665 mm). Los resultados mostraron que la resistencia característica a compresión de los ladrillos ( $f'b$ ) (LCR: 81.88 Kg/cm<sup>2</sup> LCC: 71.12 Kg/cm<sup>2</sup>), resistencia característica a compresión axial ( $f'm$ ) (PLCR: 38.83 Kg/cm<sup>2</sup> y PLCC: 37.08 Kg/cm<sup>2</sup>), resistencia al corte ( $v'm$ ) (MLCR: 6.43 Kg/cm<sup>2</sup> y MLCC: 5.81 Kg/cm<sup>2</sup>), módulo de elasticidad ( $E_m$ ) (PLCR: 26400.96 Kg/cm<sup>2</sup> y PLCC: 25291.36 Kg/cm<sup>2</sup>) y módulo de corte ( $G_m$ ) (MLCR: 7538.19 Kg/cm<sup>2</sup> y MLCC: 6789.78 Kg/cm<sup>2</sup>). Finalmente, como conclusión que los resultados nos permitieron clasificar a las unidades como Ladrillos II, según la norma E.070, y concluir que la resistencia

a compresión axial y resistencia a corte de la albañilería, calculada mediante los ensayos, es mayor que la resistencia teórica, para los ladrillos King Kong Artesanal de arcilla ( $f'm$ : 35 Kg/cm<sup>2</sup> y  $v'm$  5.1 Kg/cm<sup>2</sup>), por lo que su uso está restringido para ser usados en muros portantes en edificaciones hasta 2 pisos en la zona sísmica 2 y 3.

In other languages as background, we have a HARJA (2021) in his scientific article, aimed the feasibility of using two extensively waste (wastewater treatment sludge and oak wood ash) as raw materials in the manufacture of clay-free bricks. The methodology used was of experimental design and applied type. For its development, the wastes were characterized by particle-size distribution, chemical composition (EDX), X-ray diffraction (XRD), thermal analysis, and scanning electron microscopy (SEM). The oak wood ash replaced the water treatment sludge in different amounts (10–30 wt.%) in brick manufacture. The properties of clay-free green building brick were compared with the conventional bricks (obtained by standard methods). The properties depended of waste proportion. The research results, a criterion was determined for the calculation of the tensile strength from the outcomes of the diagonal compression test. A sensitivity analysis was carried out with regard to the most influent material properties of the material, the geometrical dimensions of the panel, and the loading conditions of the testing setup. performance to the conclusion that the bricks containing 80 wt.% wastewater treatment sludge and 20 wt.% oak wood ash fulfilled standard requirements for clay masonry materials. © 2022, Wroclaw University of Science and Technology

BEAL (2017), in his scientific article, their objective the thermal and mechanical properties of fired clay bricks containing three different pore-forming additives at comparable concentrations (~25 wt %) were investigated. The methodology used was experimental design with a quantitative approach. The results the compressive strength is a very important property of a brick. An ordinary Class 3 brick must have a compressive strength of at least 3.43 MPa. Figure 7 provides the compressive strengths of the bricks used in this study. The base clay brick had the highest compressive strength (22 MPa), and the brick containing wood ash had the second highest compressive strength (nearly 20 MPa). The vermiculite-containing brick had

a much lower compressive strength (~4 MPa). Only the brick prepared with sawdust (2 MPa) did not meet the minimum compressive strength of 3.43 MPa for Class 3 bricks. Table 4a–c compare the compressive strength of the bricks prepared in this study with those prepared and reported in the published literature. The compressive strength decreases in nearly all bricks that contain additives relative to their respective base clay brick (no additives). Finally, as conclusion in general, In this study, the physical, thermal and mechanical properties of fired clay bricks containing three different pore-forming additives at comparable concentrations (~25 wt %) were investigated. The additives included three types: inorganic (vermiculite), organic (sawdust), and ash (wood ash). These additives have very different pore-forming mechanisms during the firing process and leave very different residuals in the fired brick.

Para las bases teóricas, se utilizarán las siguientes definiciones: Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, las propiedades principales de las unidades de albañilería deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es la Albañilería. Según Gallegos y Casabonne (2005) las principales propiedades relacionadas con la resistencia estructural son:

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la tracción, medida como resistencia a la tracción indirecta o a la tracción por flexión.
- Variabilidad dimensional con relación a la unidad nominal, o mejor, con relación a la unidad promedio, y principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.
- Alabeos, medidos como concavidades o convexidades en la superficie de asiento.
- Succión o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento.
- Densidad

Se puede notar que, ante cargas de compresión, las unidades de diferentes materias primas presentan comportamientos diferentes. Las unidades de arcilla muestran un comportamiento más frágil que el de concreto y sílice – cal (Vargas, 2005).

## **Absorción.**

La absorción es la medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería, frecuentemente se toma como medida de la porosidad (NTP, 1978), lo que a su vez se considera indicativa de:

- La posible filtración a través del ladrillo
- La tendencia a la desintegración cuando los ladrillos húmedos son sometidos a congelación y descongelación alternas.

De modo general, un ladrillo poroso no será tan resistente como un ladrillo más denso a la acción de las cargas, o tan tenaz a la acción del tiempo o a cualquier otro fenómeno de intemperismo. Las variaciones de absorción son causas por diferencias en el material utilizado, método del moldeo del ladrillo.

La medida de la absorción máxima es la cantidad de agua que puede contener una unidad saturada, es considerada como una medida de su impermeabilidad.

Los valores indicados en la norma como máximos, se aplica a condiciones de uso en que se requiere utilizar el ladrillo en contacto constante con agua o con el terreno sin recubrimiento protector. Según la norma NTP 331.017 la absorción máxima del ladrillo es considerada como una medida de su impermeabilidad. Los valores indicados como máximos en la Norma se aplican a condiciones de uso en que se requiera utilizar el ladrillo en contacto constante con agua o con el terreno, sin recubrimiento protector. Tal es el caso de cisternas, jardineras y albañilería de ladrillo visto en zonas muy lluviosas.

También podemos decir que es una medida normalizada de la cantidad de agua absorbida por un ladrillo sumergido en agua mantenida en ebullición durante 5 horas. Se aconseja que la absorción máxima no sobrepase el 22% (Bartolomé, 1998).

El coeficiente de saturación es considerado como una medida de la durabilidad del ladrillo cuando se encuentra sometido a la acción de la intemperie. El coeficiente de saturación es la relación que existe en las pruebas estandarizadas de absorción y absorción máxima (Bartolomé, 1998).

A mayor coeficiente de saturación, mayor será el agua absorbida por el ladrillo e inferior a su resistencia a la intemperie. Así, un ladrillo con coeficiente de saturación menor de 0.8, es poco absorbente y puede ser usado en cualquier clima o condición de intemperismo, y un ladrillo con coeficiente de saturación de 1 es muy absorbente (muy poroso), y por lo tanto poco durables.

### **Densidad.**

La densidad es la relación que existe entre la masa de un objeto con su volumen (Parro, 2015). Varios investigadores han tratado de establecer la relación entre la densidad de la unidad de albañilería y su resistencia a la compresión. Cuando se ha tratado de buscar una ley general, incluyendo en ella materiales diferentes de distintas extracciones, la evidente gran dispersión existente lo ha impedido. Sin embargo, para los mismos materiales básicos o por ejemplo, para arcillas de una misma zona utilizadas en diferentes fábricas es claro que existe una relación directa, con escasa dispersión, entre densidad y resistencia a la compresión. A mayor densidad más resistencia.

La Norma Técnica Peruana 331.018 Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería sí considera a la densidad como un requisito obligatorio para determinar el tipo de ladrillo lo que no se indica en la norma E.070 de albañilería.

### **Dimensionamiento.**

La variación dimensional es la variación que existe entre las caras opuestas del ladrillo ya sea ancho, largo y altura (Parro, 2015). Las dimensiones en términos generales son características geométricas que ningún ladrillo mantiene perfectamente. Existen pues, diferencias de largo, ancho y alto. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores a las convenientes.

Según Vargas (2005), 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 estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión.

El ensayo de variación dimensional determina el espesor de las juntas. Se debe mencionar que, por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales, adicionales al mínimo requerido de 10 mm, la resistencia a compresión y al corte de la albañilería disminuye en 15% aproximadamente (San Bartolomé, 1998).

**Tabla 1** Variación dimensional según la norma E.070.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (Máxima en porcentaje)			ALABEO (Máximo en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'b$ Mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 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:** Tomado de norma E.070 Albañilería (2020)

### Alabeo.

El alabeo es la deformación entre las caras opuestas del ladrillo, representadas por espacios vacíos (Cóncavo) o elevaciones sobresalientes (Convexo) (Parro, 2015). El efecto del alabeo es semejante al de la variación dimensional, es decir produce el aumento o disminución en el espesor de las juntas de mortero, que influye en la resistencia a compresión y a fuerza cortante de la albañilería.

El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad.



**Tabla 2** Requisitos obligatorios según la NTP 331.017.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (Máxima en porcentaje)			ALABEO (Máximo en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'b$ Mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 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:** Tomado de norma E.070 Albañilería (2020)

### Resistencia a la compresión.

La resistencia a compresión es la relación directa que existe entre la carga que aplicada a una determinada área de sección (Parro, 2015). La resistencia a la compresión es, por sí sola, la principal propiedad de la unidad de la albañilería (Vargas, 2005). Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Los valores bajos, en cambio, son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable.

Lamentablemente, esta propiedad es difícil de medir adecuadamente. De un lado, la gran variedad de formas y dimensiones de las unidades, principalmente de sus alturas, impide relacionar el resultado del ensayo de compresión con la verdadera resistencia de la masa componente. Esto se debe a los efectos de la forma y de la esbeltez en el valor medido y a la restricción, ocasionada por los cabezales de la máquina de compresión, que modifica el estado de esfuerzos en la unidad.

Según la NTP 331.017, la resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'm$ ) es la 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 la albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo ( $f'_b$ ), 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 anteriormente citados, los pertinentes a una norma de ladrillo son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo.

**Tabla 3** Resistencia a compresión en unidades según la norma E.070.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (Máxima en porcentaje)			ALABEO (Máximo en mm)	RESISTENCIA A LA 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		
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:** Tomado de norma E.070 Albañilería (2020)

### Resistencia a la flexión.

La resistencia a tracción por flexión es la relación que existe entre una carga aplicada a una determinada distancia de un área de sección (Parro, 2015). Al igual que la resistencia a compresión, la resistencia a tracción sólo constituye una medida de la calidad de la unidad. Su evaluación debería realizarse cuando se esté en la incertidumbre de utilizar una unidad tipo IV o tipo V, o cuando se tenga un alto alabeo, que puede conducir a la unidad a una falla de tracción por flexión.

**Tabla 4** Valores mínimos de módulo de ruptura según el tipo de ladrillo.

Tipo	Módulo de Ruptura (daN/cm <sup>2</sup> )
I	6
II	7
III	8
IV	9
V	10

**Fuente:** Tomado de norma E.070 Albañilería (2020)

### **Ensayo a compresión axial ( $f'm$ ) de pilas de albañilería.**

El ensayo de compresión en las pilas de albañilería sirve para determinar la resistencia a compresión axial ( $f'm$ ) referida al área bruta de la sección transversal. Eventualmente, si se instrumenta y registra la deformación axial en la pila, se puede determinar el módulo de elasticidad de la albañilería ( $E_m$ ). (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011, p.83).

### **Esbeltez de la pila.**

La esbeltez se define como la relación entre la altura de la pila y su espesor (la menor dimensión de la sección transversal). Este valor debe estar comprendido entre 2 y 5, aunque los valores más representativos del comportamiento de la albañilería oscilan entre 4 y 5. La Norma E.070 adopta como esbeltez estándar el valor de 5. En pilas “pequeñas” los valores de resistencia a compresión son mayores que los que arrojarían las pilas “esbeltas”, debido a la mayor restricción del desplazamiento lateral inducida por los cabezales del equipo de ensayo en las pilas de poca esbeltez. Por esta razón, la Tabla 10 de la Norma E.070 proporciona “factores de corrección por esbeltez”. Estos factores difieren a los indicados en la NTP 399.605 – 2003 (INDECOPI), donde la esbeltez estándar es 2. Sin embargo, los valores de la tabla 10 están justificados mediante pruebas experimentales hechas en 60 pilas construidas con materiales locales. Asimismo, se recomienda que las pilas consten de por lo menos 3 hiladas. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011, p.84)

**Tabla 5** 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:** Tomado de norma E.070 Albañilería (2020)

### Técnica de ensayo.

Las pilas pueden ensayarse en una maquina universal o en una máquina de ensayos similar.

El ensayo debe realizarse a velocidad uniforme, de modo que su duración, según la NTP 399.605, no debe ser menor a 1 ni mayor a 2 minutos

### Resistencia a compresión axial ( $f'm$ )

La resistencia individual a compresión axial de una pila ( $f_m$ ) se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la sección transversal, sin importar que la unidad de albañilería utilizada califique como hueca o sólida, sea ladrillo o bloque. Este valor se corrige por el factor de esbeltez especificado en la Tabla 3 mencionadas líneas arriba, y si la edad de las pilas es distinta a la estándar (28 días), se corrige por el factor indicado en la Tabla 4

**Tabla 6** Incremento de  $f'm$  y  $v'm$  por edades

Incremento de $f'm$ y $v'm$ por edades			
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:** Tomado de norma E.070 Albañilería (2020)

Una vez ensayadas todas las pilas, se obtiene el valor promedio ( $f_m$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de la muestra ensayada, para después evaluar, de acuerdo a la Norma

E.070, la resistencia característica ( $f'_m$ ), restando al valor promedio una desviación estándar:

$$f'_m = fm - \sigma$$

El restar una desviación estándar al valor promedio estadísticamente significa que el 84% de las pilas ensayadas tendrán una resistencia mayor que el valor característico. Paralelamente, puede obtenerse la dispersión porcentual de resultados como:  $100 (\sigma / fm)$ .

Una dispersión superior al 30% es inaceptable, y quiere decir que existen fallas en la mano de obra o que los materiales utilizados no tienen la calidad adecuada. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011, p.85)

### **Formas de falla.**

El comportamiento y el tipo de falla de las pilas ante cargas axiales están influenciados por la interacción que se desarrolla entre las caras de asiento de las unidades y el mortero. Las unidades y el mortero tienen diferente rigidez. Entonces, al ser sometidos al mismo esfuerzo normal, y al estar integrados los materiales, el material menos deformable (generalmente las unidades) restringen las deformaciones transversales del material más deformable (el mortero), introduciéndole esfuerzos de compresión en la dirección transversal, que se traducen en tracciones laterales sobre la unidad, que dan lugar a las grietas verticales.

La falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical en la cara de menor dimensión, que corta unidades y mortero, producida por tracción debida a la expansión lateral (efecto de Poisson) causada por la compresión aplicada. En cambio, las fallas por trituración de la unidad son indeseables por ser frágiles y explosivas, esta falla se presenta por lo general cuando se utilizan unidades huecas. Por lo general, las fallas en las pilas aparecen en forma brusca, dado que se trata de materiales frágiles no reforzados.

Para unidades de baja resistencia (por ejemplo, ladrillos King Kong Artesanal), por lo general, la falla ocurre por aplastamiento local de las unidades.

La falla por aplastamiento en una zona localizada de la pila, o aplastamiento por pandeo de la pila, también puede ocurrir cuando existen efectos distintos a los de compresión pura, particularmente cuando aparecen componentes de flexión (pandeo). Esta se da por: imperfecciones en la construcción reflejada en la configuración geométrica del espécimen, por una falta de paralelismo entre las caras del asiento extremas, o por la falta de alineamiento entre ejes de carga y el eje longitudinal de la pila. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011, p.86)

### **Módulo de elasticidad.**

Para determinar el módulo de elasticidad de la albañilería ( $E_m$ ), se necesita instrumentar las pilas. Una buena práctica es usar 2 instrumentos LVDT que midan la deformación axial de una porción central, equidistante de los extremos, de la pila. Las bases de estos instrumentos se colocan en la parte intermedia de las unidades separadas al menos por una junta horizontal de mortero. (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2011, p.88)

Según la norma E.070 el módulo de elasticidad para unidades de arcilla se puede obtener con la siguiente expresión:

$$E_m = 500f'm$$

Dónde:

$f'm$ : Resistencia Característica a Compresión de las pilas de albañilería, kg/cm<sup>2</sup>.

### **Ceniza de Fondo.**

Swisscontact (2012). En el Perú existen aproximadamente 2000 hornos para la fabricación de ladrillos artesanales. Los cuales generan 53,500 toneladas/año de ceniza de fondo. Los combustibles usados para la cocción de 25 millares de ladrillos son: La leña y el carbón de piedra, constituyéndose la leña en el 60% y el carbón 40%, como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7** Materiales utilizados

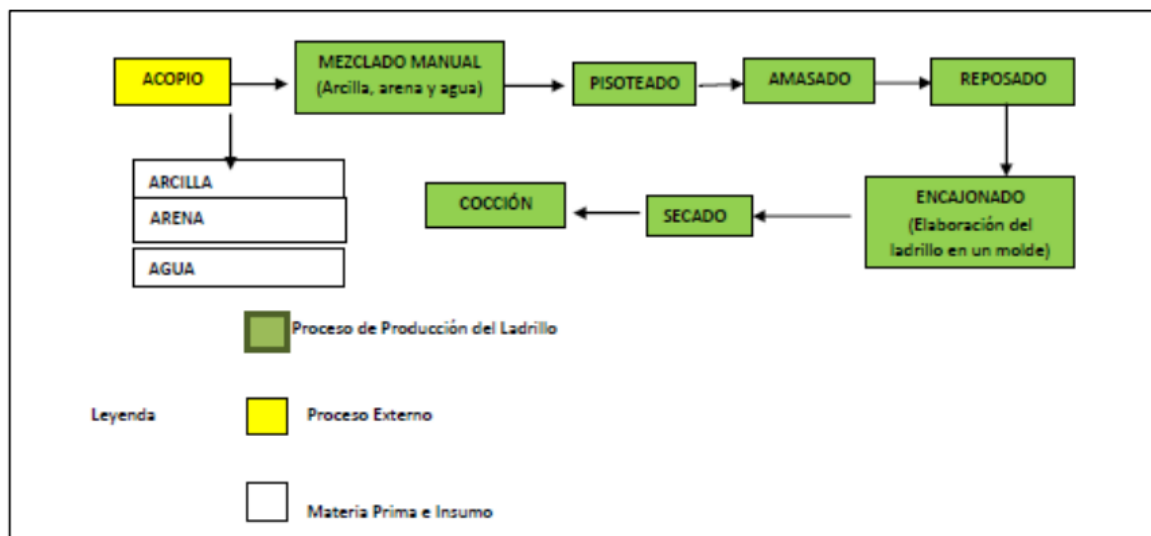
<b>Materiales</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Se utiliza</b>	<b>%</b>
Madera (Eucalipto)	4000	2400	60

Carbón	3000	1500	40
--------	------	------	----

**Fuente:** Elaboración propia

La ceniza de fondo es un subproducto de la combustión del eucalipto y el carbón, para la elaboración de ladrillos artesanales, el cual presenta una línea de producción como se muestra en la figura 1

**Figura 1** Proceso de producción de ladrillos artesanales de arcilla



**Fuente:** Tomado de Soriano, C(2012)

La ceniza de fondo se obtiene después de 2 días de enfriamiento de los hornos, el acopio de ceniza se realiza en forma manual a través de una pala, que permite remover la ceniza, amontonándola para meterla en sacos, suele estar subutilizada y termina en acopios de rellenos sanitarios, causando contaminación durante su proceso de traslado.

Como **enfoques conceptuales** tenemos:

**Albañilería:** La albañilería también conocida como mampostería es aquel material estructural compuesto por "unidades de albañilería", que pueden estar asentadas con mortero o apiladas incorporadas con concreto líquido o grout.

**Albañilería confinada:** La albañilería confinada es una de las técnicas de construcción más usadas actualmente para la construcción de viviendas. La albañilería confinada es la que está reforzada en todo su alrededor con elementos de concreto armado; es decir aquella donde se empieza con la construcción del muro para luego reforzarla con elementos de confinamiento que son las columnas y vigas. En el caso del primer piso, el elemento de confinamiento en la parte inferior es la cimentación de concreto

**Unidad de albañilería:** En las edificaciones de albañilería las unidades empleadas son esencialmente hechas de arcilla, sílice-cal y de concreto. Las cuales se nombran ladrillos o bloques de acuerdo a su forma de manipulación, peso y tamaño, es decir cuando son manipuladas con una sola mano se le denominan ladrillos y por lo contrario si ésta es manipulada con ambas manos se le denominan bloques. Además, las unidades de albañilería se clasifican de acuerdo al porcentaje de vacíos o huecos que presenta en su superficie de asentado.

**Mortero:** Es el material utilizado para unir vertical y horizontalmente a las unidades de albañilería. Material compuesto por agregado fino, cemento y agua.

**Muro portante:** El muro portante es aquel que es construido y diseñado con el fin de lograr transmitir cargas verticales y horizontales de un nivel superior a uno inferior hasta llegar a la cimentación. Componiendo la estructura de la edificación con una continuidad en sus muros verticalmente.

**Prismas:** Son especímenes representativos elaborados de las unidades de arcilla. Dentro de las cuales están las pilas y los muretes.

**Pilas:** Las pilas se realizan para ensayar y determinar la resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f'm$ ) y su carga máxima.

**Muretes:** Los muretes se realizan para ensayar y determinar la resistencia de la albañilería a corte ( $v'm$ ).



### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** **Aplicada** pues se desalinea del conocimiento teórico, para adentrarse en la búsqueda de fines netamente prácticos bien establecidos, o sea, se estudia para poder desarrollar, cambiar o adaptar determinados ámbitos; estableciéndolos en prototipos de conocimiento y tecnología. (Hernández y Fernández, 2014, p.93).

En esta investigación se van a manipular los datos probatorios estructurados de los ensayos las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con adiciones de ceniza de fondo de diferentes proporciones.

**Nivel de investigación:** **Explicativo** ya que en este tipo de estudios tiene la finalidad de dar respuesta por las causas de eventos y fenómenos físicos. Principalmente se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se presenta, o por qué motivo se relacionan dos o más variables, dicho de una manera más resumida procuran establecer la causa de sucesos o del fenómeno que se estudia (Hernández y Fernández, 2014).

En esta investigación se pretende demostrar los efectos que tiene la adición de cenizas de fondo en las unidades de albañilería de arcilla fabricados artesanalmente, para ello se realizaran ensayos de absorción, densidad, dimensionamiento, alabeo, resistencia la compresión y flexión de las unidades de albañilería y la resistencia a la compresión simple de pilas de albañilería

**Enfoque de investigación:** Es **cuantitativo** pues se usarán valores numéricos para contrastar la hipótesis, básicamente ensayos de laboratorio. (Hernández y Fernández, 2014, p.4).

Para este proyecto partió de la idea de adicionar cenizas de fondo a las unidades de albañilería de arcilla fabricados artesanalmente, se delimita y se generan objetivos, preguntas de investigación, se generan hipótesis y variables de las preguntas y se procede a probarlas, se analizan resultados obtenidos utilizando métodos estadísticos y se plantea conclusiones

**Diseño de investigación:** El diseño de esta investigación será de carácter experimental de **tipo cuasiexperimental**. Según Hernández et al. (2014), en la

investigación experimental es aquella donde una o más variables independientes, (causas), sufren una manipulación intencional a efecto de evaluar sus consecuencias sobre una o más variables dependientes (efectos), mientras que en el diseño cuasiexperimental se usarán ensayos y pruebas que se irán afinando de manera práctica, repetitiva y comparativa hasta encontrar o estimar los valores buscados, pero además los grupos de estudio no serán tomados en forma aleatoria, sino que se obtendrán según el cumplimiento de determinados parámetros. (p 93).

En esta investigación manipularemos la dosificación de cenizas de fondo, para así verificar los cambios que generan estas en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla fabricados artesanalmente en la ciudad de Andahuaylas, por lo tanto esta investigación será cuasiexperimental.

### **3.2 Variables y operacionalización**

#### **Variables de estudio:**

**Variable independiente:** Ceniza de fondo

**Definición conceptual:** Residuo transportado por los ases de combustión en un horno. El material cae al fondo del horno y se separa mecánicamente. La ceniza de fondo constituye la mayor parte (60%) del total de las cenizas producidas por la combustión de madera y carbón.

**Definición operacional:** Es la cantidad de ceniza de fondo que adicionado en la unidad de albañilería que busca el mejoramiento del mismo.

**Dimensión:** Dosificación

**Indicadores:** 10%, 30%, 30% de ceniza de fondo como reemplazo de la arcilla.

**Escala de medición:** De razón

**Variable dependiente:** Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería

**Definición conceptual:** Las unidades de albañilería a las que se refiere la Norma E070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades de albañilería pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares.

**Definición operacional:** Se planteará combinaciones de adiciones de ceniza de fondo con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería.

**Dimensión:** Propiedades físicas y mecánicas

**Indicadores:** Absorción, densidad, dimensionamiento, alabeo, resistencia a la compresión de unidades de albañilería y resistencia a la compresión de pilas (3) de albañilería.

**Escala de medición:** De razón

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** “Es el conjunto de todos los elementos (unidades analizadas) que pertenecen a un ámbito espacial donde se desarrollara el trabajo de investigación” (Carrasco, 2006, p.45)

Para la presente investigación la población representa los ladrillos artesanales de arcilla convencionales y con adiciones de ceniza de fondo del centro poblado Chaccamarca de la ciudad de Andahuaylas.

**Muestra:** Es una parte o fragmento representante de la población, sus características principales son ser objetiva y reflejo de la población. (Carrasco, 2006, p.47).

La muestra está conformada por la producción de 35 unidades de albañilería artesanales convencionales y 105 unidades de albañilería artesanales con adiciones de ceniza de fondo en diferentes proporciones.

**Muestreo:** Debido a que la muestra no fue elegida al azar, el muestreo será no probabilístico. Se decidió recoger muestras de la zona más afectada posible.(Carrasco, 2006, p.48).

La muestra se seleccionó cumpliendo las cantidades mínimas, requeridas para realizar los ensayos, dadas por la NTP 399.613.

En la siguiente tabla se muestra el número de unidades de albañilería que intervendrán en los distintos ensayos a realizar, asimismo se denominó con

abreviatura a la muestra de diseño de unidades de albañilería convencional (UAC) y a la ceniza de fondo (CDF).

**Tabla 8** Cuantía muestral de los ensayos a realizar a las muestras de unidades de albañilería

<b>Absorción, Densidad, Dimensionamiento y Alabeo</b>			
<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>Resistencia a la compresión de unidades de albañilería</b>	<b>Resistencia a la compresión simple de pilas (3) de albañilería</b>	<b>Sub total de muestras</b>
0% CDF	10	15	25
10% CDF	10	15	25
20% CDF	10	15	25
30% CDF	10	15	25
<b>TOTAL, DE MUESTRAS A ENSAYAR</b>			<b>100</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

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

#### Técnicas de recolección de datos

“Engloba la creación y la aplicación de estrategias específicas destinadas a recoger los datos necesarios.” (Hernández y Torres, 2018)

En este estudio se utiliza como técnica de recolección de datos el análisis documental, con el fin de buscar información relacionado con el tema a tratar en la tesis, como son revistas, libros especializados del tema, artículos, tesis de investigación, también se utilizará la técnica de observación sistemática, por que ayuda a recabar información necesaria para medir los indicadores de la variable dependiente (propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería.).

#### Instrumentos de recolección de datos

Según Hernández y Torres (2018) que las refieren como un recurso del investigador para recoger y almacenar la información relevante sobre las variables. (p.135).

Para realizar los ensayos de absorción, densidad, dimensionamiento, alabeo, resistencia a la compresión simple y resistencia a la flexión se emplearán como instrumento de recolección de datos: fichas técnicas de laboratorio.

### **Validez**

La fiabilidad, la consistencia y la coherencia de los resultados. (Hernández y Fernández, 2014)

El estudio será validado con las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, que estarán sometidas a las normativas vigentes por instituciones estandarizadas de ensayos de albañilería nivel nacional e internacional, tales como la NTP y ASTM. Además, se adjuntará un panel fotográfico detallado de los desarrollos, procesos y ensayos; finalmente y para otorgarle un mayor grado de validez se aplicará una evaluación detallada por juicio de expertos.

### **Confiabilidad**

“Grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir. (Hernández y Fernández, 2014)

La base fundamental de la confiabilidad, es ofrecer un alto grado de veracidad a los datos obtenidos. Por esta razón el desarrollo de ensayos y la elaboración de informes será ejecutado por un laboratorio altamente implementado con certificados de calibración al día, vasta experiencia en el rubro, conformado por un equipo técnico capacitado y con una plana de ingenieros especialistas. Del mismo modo con las compañías productoras de aditivos, que presentan una vasta experiencia en la estabilización de suelos y ponen a buena disposición sus fichas técnicas y de seguridad.

### **3.5. Procedimientos**

Para la preparación de la presente investigación se realizará lo siguiente:

- Se tomarán referencias bibliográficas y se buscará información sobre el mejoramiento de unidades de albañilería con adiciones de ceniza de fondo.

- Se realizará las investigaciones sobre cenizas de fondo producto de la cocción de ladrillos artesanales.
- Se conseguirá las cenizas de fondo de la ladrillera Chaccamarca.
- Se elaborarán 70 unidades de albañilería artesanal de forma convencional.
- Se elaborarán 210 unidades de albañilería artesanal con diferentes adiciones de ceniza de fondo como remplazo de la arcilla.
- Se procederá a secar las unidades de albañilería preparadas.
- Se procederá a coser las unidades de albañilería preparadas.
- Se realizarán los ensayos de absorción, densidad, dimensionamiento y alabeo a todas las unidades de albañilería.
- Se procederá a realizar el ensayo de resistencia a la compresión a 10 unidades de albañilería convencional (UAC) y a 15 unidades de albañilería con adiciones de ceniza de fondo (CDF).
- Se preparaban pilas de 3 y 5 unidades de albañilería respectivamente.
- Se ensayarán la resistencia a la compresión simple de pilas (3) de albañilería con las diferentes dosificaciones de CDF.
- Se recogerán los datos de los ensayos llevados a cabo con la finalidad de compararlos y determinar la dosificación adecuada en el reforzamiento de las unidades de albañilería con adiciones de CDF como remplazo de la arcilla, así como cuantificar las mejoras en sus propiedades físicas y mecánicas.

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

El análisis y procesamiento de datos se realizarán en formatos Excel establecidos para cada uno de los ensayos usados por los laboratorios: CASA GRANDE SAC. Se emplearán procedimientos validados por normas internacionales y nacionales, los resultados obtenidos serán analizados mediante la comparación con las especificaciones técnicas vigentes. Asimismo, para la validación de la hipótesis se contrastará con la NTP.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se analizará los ensayos correspondientes para estudiar las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de arcilla con adiciones de ceniza de fondo fabricados artesanalmente en la ciudad de Andahuaylas para así determinar el cumplimiento de la normativa E.070. Se realizarán los ensayos de laboratorio en el laboratorio CASA GRANDE S.A. expertos en mecánica de suelos, concreto y estructuras, en la ciudad de Andahuaylas, donde se recogerán los datos de acuerdo con las normas NTP y las normas internacionales de ASTM, bajo la supervisión y conformidad de los ingenieros consultores. La calidad de los datos recogidos y la aprobación de la prueba se revisarán por el ingeniero consultor. Los ingenieros y los ingenieros de métodos supervisarán el procesamiento de datos, garantizando que los datos sean coherentes y que los resultados puedan ser confiados. Los resultados del estudio se utilizarán para sacar conclusiones y hacer recomendaciones para futuras investigaciones. En las distintas etapas del proceso de investigación se considerarán las opiniones y observaciones del ingeniero consultor.



## **IV. RESULTADOS**

Para poder realizar el mejoramiento de las unidades de albañilería de King Kong macizo con la adición de ceniza de fondo como sustituto parcial en 0%, 10%, 20% y 30%, para lo cual se desarrollaron los ensayos de las propiedades físicas a las unidades de albañilería: ensayo de dimensionamiento, ensayo de alabeo, ensayo de succión y ensayo de absorción, así como los ensayos para determinar las propiedades mecánicas: ensayo de compresión a unidades de albañilería y en el ensayo de resistencia a la compresión axial a las pilas de albañilería de cinco, para luego ser comparados con la normativa E.070. A continuación, se presentaron los resultados de los ensayos de laboratorio.

#### 4.1. Propiedades físicas de las unidades de albañilería

##### 4.1.1. Ensayo de variación dimensional

El ensayo de variación dimensional nos permitió establecer la variación porcentual de las muestras y así realizar el análisis de los resultados que se obtuvo. Dicho proceso se basó en la NTP 399.613 y 399.604; el cual permitió establecer la relación de las especificaciones y los resultados obtenidos.

#### Ladrillo artesanal King Kong Macizo

Se realizaron ensayos a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 9**

*Resultados de variación dimensional – Ladrillo artesanal King Kong Macizo*

Muestra - Ladrillera Olivares 0% CDF	Medida Promedio Largo (mm)	Medida Promedio Ancho (mm)	Medida Promedio Alto (mm)
M1 - L1	207.38	112.20	82.30
M2 - L1	207.32	111.68	83.02
M3 - L1	207.28	111.92	82.52
M4 - L1	206.70	111.22	82.34
M5 - L1	207.00	112.00	83.98
M6 - L1	207.40	113.00	81.96
M7 - L1	206.94	111.04	82.00
M8 - L1	207.20	111.56	82.52
M9 - L1	207.24	112.00	82.08
M10 - L1	207.22	111.00	82.08
<b>Dimensión Promedio (mm)</b>	207.168	111.762	82.48
<b>Dimensión Específica por Fabricante (mm)</b>	210.00	110.00	80.00
<b>Varianza</b>	0.049	0.367	0.380
<b>Desviación estándar</b>	0.222	0.606	0.616
<b>Coefficiente de variación</b>	0.11%	0.54%	0.75%
<b>Variación Dimensional (V%)</b>	1.35%	-1.60%	-3.10%

Con respecto al largo de la unidad se tiene una dimensión especificada de 210 mm; mientras en el ensayo se obtuvo como promedio 207.168 mm, con una variación dimensional de 1.35%. Con respecto al ancho de la unidad se tiene una dimensión especificada de 110 mm, se obtuvo como promedio 111.762 mm, con una variación dimensional de -1.60%. La altura tiene una dimensión especificada de 80 mm, donde se obtuvo como promedio 82.480 mm, con una variación dimensional de -3.10%.

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo**

Se realizaron ensayos a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 10**

*Resultados de variación dimensional – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo*

<b>Muestra - Ladrillera Olivares 10% CDF</b>	<b>Medida Promedio Largo (mm)</b>	<b>Medida Promedio Ancho( mm)</b>	<b>Medida Promedio Alto (mm)</b>
M1 - L1	207.78	112.00	82.80
M2 - L1	207.32	112.08	82.78
M3 - L1	207.64	112.16	82.52
M4 - L1	206.66	111.48	82.38
M5 - L1	207.16	112.50	84.40
M6 - L1	207.70	112.62	82.36
M7 - L1	206.74	111.98	81.72
M8 - L1	207.36	111.96	81.82
M9 - L1	207.24	112.04	82.26
M10 - L1	206.92	110.60	81.86
<b>Dimensión Promedio (mm)</b>	207.252	111.942	82.49
<b>Dimensión Específica por Fabricante (mm)</b>	210.00	110.00	80.00
<b>Varianza</b>	0.153	0.319	0.594
<b>Desviación estandar</b>	0.391	0.564	0.771
<b>Coficiente de variación</b>	0.19%	0.50%	0.93%
<b>Variación Dimenncional (V%)</b>	1.31%	-1.77%	-3.11%

Con respecto al largo de la unidad se tiene una dimensión especificada de 210 mm; mientras en el ensayo se obtuvo como promedio 207.252 mm, con una variación dimensional de 1.31%. Con respecto al ancho de la unidad se tiene una dimensión especificada de 110 mm, se obtuvo como promedio 111.942 mm, con una variación dimensional de -1.77%. La altura tiene una dimensión especificada de 80 mm, donde se obtuvo como promedio 82.490 mm, con una variación dimensional de -3.11%.

## Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20% de Ceniza de fondo

Se realizaron ensayos a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 11**

*Resultados de variación dimensional – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20% Ceniza de Fondo*

Muestra - Ladrillera Olivares 20% CDF	Medida Promedio Largo (mm)	Medida Promedio Ancho (mm)	Medida Promedio Alto (mm)
M1 - L1	207.38	112.10	82.42
M2 - L1	206.70	112.04	83.18
M3 - L1	207.28	111.92	82.52
M4 - L1	206.70	111.22	82.22
M5 - L1	207.00	112.00	83.98
M6 - L1	207.40	112.62	82.10
M7 - L1	206.94	111.04	81.96
M8 - L1	206.70	111.56	82.52
M9 - L1	207.24	112.18	82.16
M10 - L1	207.22	111.00	81.88
<b>Dimensión Promedio (mm)</b>	207.056	111.768	82.494
<b>Dimensión Específica por Fabricante (mm)</b>	210.00	110.00	80.00
<b>Varianza</b>	0.081	0.291	0.410
<b>Desviación estandar</b>	0.285	0.540	0.640
<b>Coefficiente de variación</b>	0.14%	0.48%	0.78%
<b>Variación Dimenncional (V%)</b>	1.40%	-1.61%	-3.12%

Con respecto al largo de la unidad se tiene una dimensión especificada de 210 mm; mientras en el ensayo se obtuvo como promedio 207.056 mm, con una variación dimensional de 1.40%. Con respecto al ancho de la unidad se tiene una dimensión especificada de 110 mm, se obtuvo como promedio 111.768 mm, con una variación dimensional de -1.61%. La altura tiene una dimensión especificada de 80 mm, donde se obtuvo como promedio 82.494 mm, con una variación dimensional de -3.12%.

## Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de fondo

Se realizaron ensayos a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 12**

*Resultados de variación dimensional – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de Fondo*

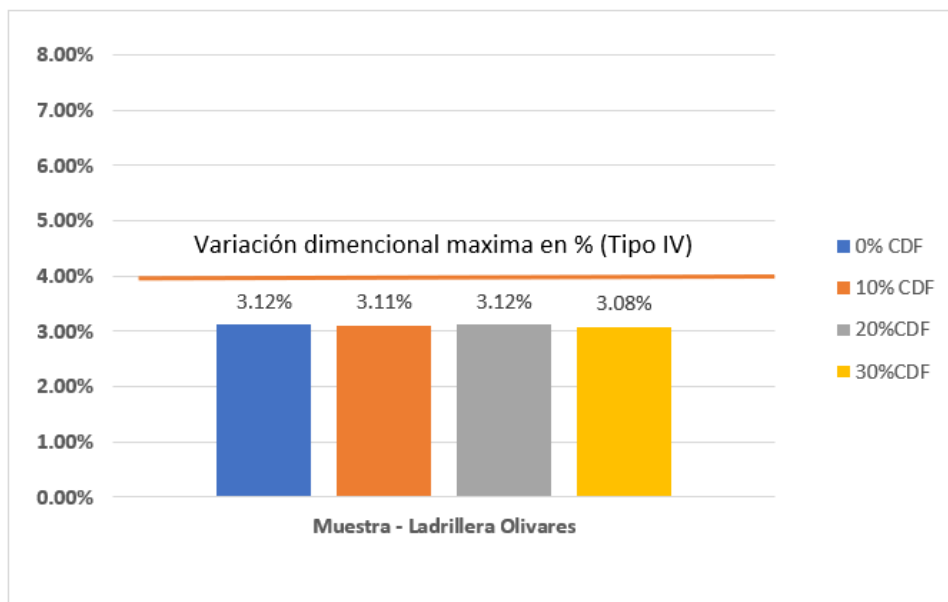
<b>Muestra - Ladrillera Olivares 30% CDF</b>	<b>Medida Promedio Largo (mm)</b>	<b>Medida Promedio Ancho( mm)</b>	<b>Medida Promedio Alto (mm)</b>
M1 - L1	206.70	112.00	82.30
M2 - L1	207.32	111.68	82.42
M3 - L1	207.28	111.92	82.52
M4 - L1	206.70	111.22	82.34
M5 - L1	207.00	112.00	83.98
M6 - L1	207.40	112.00	82.42
M7 - L1	206.94	111.04	82.00
M8 - L1	207.20	111.56	82.52
M9 - L1	207.24	112.00	82.08
M10 - L1	206.70	111.00	82.08
<b>Dimensión Promedio (mm)</b>	207.048	111.642	82.466
<b>Dimensión Específica por Fabricante (mm)</b>	210.00	110.00	80.00
<b>Varianza</b>	0.077	0.172	0.318
<b>Desviación estandar</b>	0.277	0.415	0.564
<b>Coefficiente de variación</b>	0.13%	0.37%	0.68%
<b>Variación Dimenncional (V%)</b>	1.41%	-1.49%	-3.08%

Con respecto al largo de la unidad se tiene una dimensión especificada de 210 mm; mientras en el ensayo se obtuvo como promedio 207.048 mm, con una variación dimensional de 1.41%. Con respecto al ancho de la unidad se tiene una dimensión especificada de 110 mm, se obtuvo como promedio 111.642 mm, con una variación dimensional de -1.49%. La altura tiene una dimensión especificada de 80 mm, donde se obtuvo como promedio 82.466 mm, con una variación dimensional de – 3.08%.

Finalmente se puede observar que, en los ensayos realizados a los cuatro grupos de control de las unidades de albañilería de King Kong Macizo, presentan una variación bastante baja, por lo que puede asumir una buena uniformidad, la norma E.070 permite coeficiente de variación de hasta 40% para unidades artesanales, teniéndose valores menores al 3.12%.

Con respecto a la clasificación de las unidades en la siguiente figura se puede ver representados los valores de variación dimensional máximos obtenidos por los grupos de control en análisis, así mismo se puede ver los valores límites para los ladrillos de Tipo IV; se puede ver que los ladrillos con artesanales de tipo King Kong

macizo con 0% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.10 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %), el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 10% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.11 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %), el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 20% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.12 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %) y finalmente el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 30% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.08 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %). Concluyéndose que la adición de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla no modifica sustancialmente el dimensionamiento de las unidades de albañilería.



**Figura 2** Comparación de la variación dimensional máxima.

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.1.2. Ensayos de alabeo

Para determinar el alabeo de las unidades de albañilería de tipo King Kong macizo con adiciones de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, se tuvo en cuenta lo estipulado en la Norma NTP 399.613. El cual permitió establecer las deformaciones el cual se evidencia por su concavidad y/o convexidad del ladrillo.

### Ladrillo artesanal King Kong Macizo

Se realizaron ensayos a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 13**

*Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo artesanal King Kong Macizo*

<b>Muestra - Ladrillera Olivares + 0%CDF</b>	<b>Cara A</b>	<b>Cara B</b>
	<b>Concavidad</b>	<b>Convexidad</b>
	<b>mm</b>	<b>mm</b>
M1 - L1	2.1	3.5
M2 - L1	1.8	3.8
M3 - L1	0	2.7
M4 - L1	1.1	2.1
M5 - L1	1.5	4.1
M6 - L1	0.5	2.1
M7 - L1	0	3.1
M8 - L1	0.5	3.5
M9 - L1	1.5	2.1
M10 - L1	1.4	3.5
<b>Alabeo Promedio (mm)</b>	<b>1.04</b>	<b>3.05</b>
<b>Alabeo máximo (mm)</b>	<b>2.1</b>	<b>4.1</b>
<b>Varianza</b>	<b>0.56</b>	<b>0.57</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>0.75</b>	<b>0.75</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>72%</b>	<b>25%</b>

Con respecto al alabeo de la unidad de albañilería de tipo King Kong macizo con 0% de ceniza de fondo, se observa que en la cara cóncava tiene una medida promedio de 1.04 mm y un máximo de 2.1 mm, además un coeficiente de variación de 72.00%; en la cara convexa esta tiene una medida promedio de 3.05mm y un máximo de 4.1 mm, además un coeficiente de variación de 25.00%.

### Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo

Se realizaron ensayos a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 14**

*Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo*

Muestra - Ladrillera Olivares + 10% CDF	Cara A	Cara B
	Concavidad	Convexidad
	mm	mm
M1 - L1	2.2	4.5
M2 - L1	1.7	3.5
M3 - L1	0.5	2.8
M4 - L1	1.2	2.5
M5 - L1	1.2	3.8
M6 - L1	1.4	2.1
M7 - L1	1	3.1
M8 - L1	0.8	3.5
M9 - L1	0.9	2.1
M10 - L1	1.6	3.7
<b>Alabeo Promedio (mm)</b>	<b>1.25</b>	<b>3.16</b>
<b>Alabeo máximo (mm)</b>	<b>2.1</b>	<b>4.1</b>
<b>Varianza</b>	<b>0.24</b>	<b>0.62</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>0.49</b>	<b>0.78</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>40%</b>	<b>25%</b>

Con respecto al alabeo de la unidad de albañilería de tipo King Kong macizo con 10% de ceniza de fondo, se observa que en la cara cóncava tiene una medida promedio de 1.25 mm y un máximo de 2.1 mm, además un coeficiente de variación de 40.00%; en la cara convexa esta tiene una medida promedio de 3.16mm y un máximo de 4.1 mm, además un coeficiente de variación de 25.00%.

#### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20% de Ceniza de fondo**

Se realizaron ensayos a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.



**Tabla 15**

*Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% Ceniza de Fondo*

Muestra - Ladrillera Olivares + 20% CDF	Cara A	Cara B
	Concavidad	Convexidad
	mm	mm
M1 - L1	2.1	4.1
M2 - L1	1.5	3.1
M3 - L1	0.7	3.2
M4 - L1	1.4	4.1
M5 - L1	1.58	2.9
M6 - L1	1.5	3.1
M7 - L1	2	3.8
M8 - L1	0.5	4.2
M9 - L1	1.5	4.6
M10 - L1	2.5	3.5
<b>Alabeo Promedio (mm)</b>	<b>1.528</b>	<b>3.66</b>
<b>Alabeo máximo (mm)</b>	<b>2.1</b>	<b>4.1</b>
<b>Varianza</b>	<b>0.36</b>	<b>0.34</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>0.60</b>	<b>0.58</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>39%</b>	<b>16%</b>

Con respecto al alabeo de la unidad de albañilería de tipo King Kong macizo con 10% de ceniza de fondo, se observa que en la cara cóncava tiene una medida promedio de 1.53 mm y un máximo de 2.1 mm, además un coeficiente de variación de 39.00%; en la cara convexa esta tiene una medida promedio de 3.66mm y un máximo de 4.1 mm, además un coeficiente de variación de 16.00%.

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de fondo**

Se realizaron ensayos a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 16**

*Resultados del ensayo de alabeo – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de Fondo*

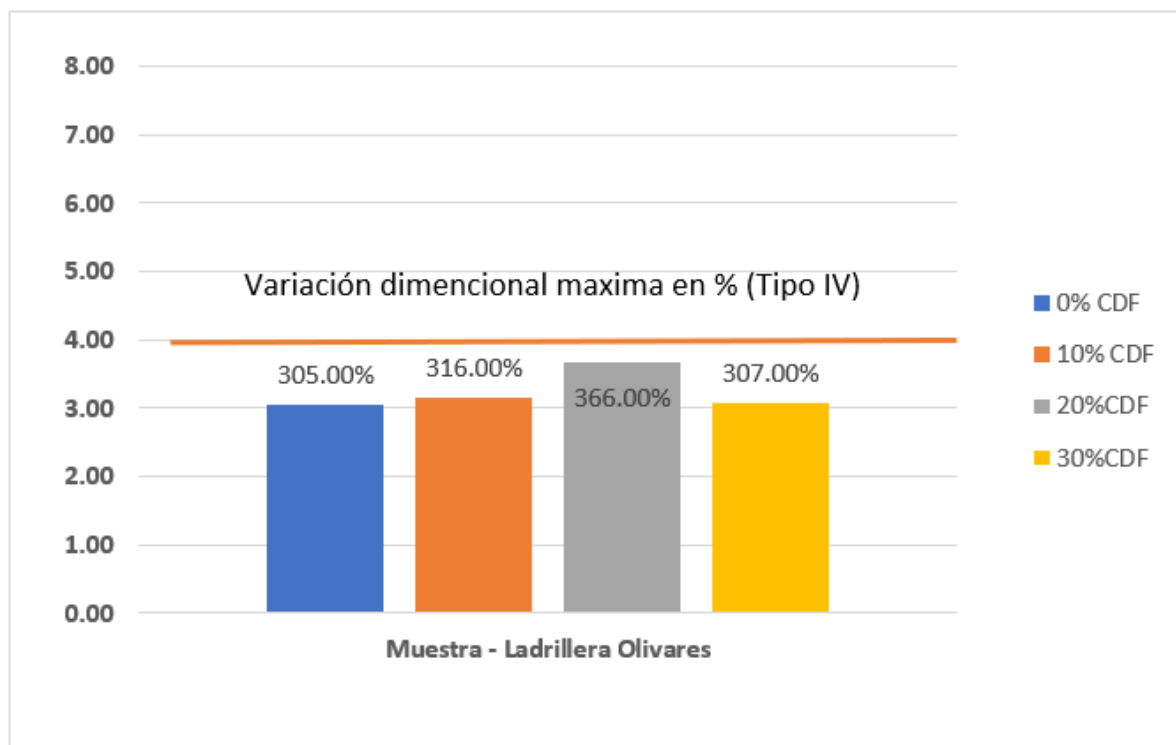
Muestra - Ladrillera Olivares + 30%CDF	Cara A	Cara B
	Concavidad	Convexidad
	mm	mm
M1 - L1	2.2	4.1
M2 - L1	1.7	3.5
M3 - L1	0.5	2.4
M4 - L1	1.2	2.5
M5 - L1	1.2	3.8
M6 - L1	1.4	2.1
M7 - L1	1	3.1
M8 - L1	0.8	3.4
M9 - L1	0.9	2.1
M10 - L1	1.6	3.7
<b>Alabeo Promedio (mm)</b>	<b>1.25</b>	<b>3.07</b>
<b>Alabeo máximo (mm)</b>	<b>2.1</b>	<b>4.1</b>
<b>Varianza</b>	<b>0.24</b>	<b>0.55</b>
<b>Desviación estandar</b>	<b>0.49</b>	<b>0.74</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>40%</b>	<b>24%</b>

Con respecto al alabeo de la unidad de albañilería de tipo King Kong macizo con 10% de ceniza de fondo, se observa que en la cara cóncava tiene una medida promedio de 1.25 mm y un máximo de 2.1 mm, además un coeficiente de variación de 40.00%; en la cara convexa esta tiene una medida promedio de 3.07mm y un máximo de 4.1 mm, además un coeficiente de variación de 24.00%.

Finalmente se puede observar que los coeficientes de variación de estos diferentes grupos de control casos sobrepasan el 40% estipulado para unidades artesanales, eso se debe a que los valores medios son pequeños, y una variación mínima genera coeficientes de variación altos.

Con respecto a la clasificación de las unidades en la siguiente figura se puede ver representados los valores de alabeo promedios que se obtuvieron de las muestras con diferentes adiciones de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, así mismo se puede ver los valores límites para los ladrillos Tipo IV; del mismo modo se aprecia que los grupos de control con 0% CDF, 10%CDF, 20%CDF y 30%CDF que presentan un alabeo máximo promedio de 3.05mm, 3.16mm, 3.66mm y

3.07mm respectivamente, por tanto, según la norma E.070 esta llega a clasificarse en todo los casos como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 mm).



**Figura 3** Comparación de alabeo máximo.

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.1.3. Ensayos de succión

Para el desarrollo de este ensayo se instaló una bandeja el cual cuenta con un vertedero y un ingreso de agua; esto con el objetivo de establecer un nivel de agua; estas a su vez contiene dos soportes en donde descansan los ladrillos; para este ensayo se tomaron en cuenta 10 unidades de albañilería por cada grupo de control. El análisis que se desarrolla es en base a la NTP 399.604 y 399.613.

#### Ladrillo artesanal King Kong Macizo

Se realizaron ensayos de succión a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 17***Resultados del ensayo de succión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo*

Muestra - Ladrillera Olivares +0%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Peso Seco (Kg)	Peso Húmedo(Kg)	Succión (gr)	Area Neta (cm2)	S (gr/200cm2*min)
M1 - L1	20.74	11.22	2.879	3.407	144	232.68	123.77
M2 - L1	20.73	11.168	2.889	3.482	152	231.53	131.30
M3 - L1	20.73	11.192	2.896	3.455	134	231.99	115.52
M4 - L1	20.67	11.122	2.782	3.423	141	229.89	122.67
M5 - L1	20.70	11.2	2.797	3.505	153	231.84	131.99
M6 - L1	20.74	11.3	2.864	3.495	154	234.36	131.42
M7 - L1	20.69	11.104	2.862	3.41	145	229.79	126.20
M8 - L1	20.72	11.156	2.749	3.465	141	231.15	122.00
M9 - L1	20.72	11.2	2.801	3.509	155	232.11	133.56
M10 - L1	20.72	11.1	2.86	3.404	142	230.01	123.47
<b>Promedio (mm)</b>							<b>126.190</b>
<b>Varianza</b>							<b>33.14955</b>
<b>Desviación estandar</b>							<b>5.76</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>4.56%</b>

En el ensayo de succión, se obtuvo como medida promedio 126.190/gr/200cm2\*min.

**Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo**

Se realizaron ensayos de succión a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 18***Resultados del ensayo de succión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +10%CDF*

Muestra - Ladrillera Olivares +10%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Peso Seco (Kg)	Peso Húmedo(Kg)	Succión (gr)	Area Neta (cm2)	S (gr/200cm2*min)
M1 - L1	20.78	11.2	2.883	3.431	133	232.71	114.30
M2 - L1	20.73	11.208	2.696	3.501	145	232.36	124.80
M3 - L1	20.76	11.216	3.059	3.481	136	232.89	116.79
M4 - L1	20.67	11.148	2.784	3.466	130	230.38	112.85
M5 - L1	20.72	11.25	2.901	3.499	156	233.06	133.87
M6 - L1	20.77	11.262	2.87	3.524	141	233.91	120.56
M7 - L1	20.67	11.198	2.977	3.425	135	231.51	116.63
M8 - L1	20.74	11.196	2.694	3.483	152	232.16	130.94
M9 - L1	20.72	11.204	2.7	3.551	131	232.19	112.84
M10 - L1	20.69	11.06	2.901	3.447	131	228.85	114.48
<b>Promedio (mm)</b>							<b>119.808</b>
<b>Varianza</b>							<b>58.01872</b>
<b>Desviación estandar</b>							<b>7.62</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>6.36%</b>

En el ensayo de succión, se obtuvo como medida promedio 119.808/gr/200cm2\*min.

## Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20% de Ceniza de fondo

Se realizaron ensayos de succión a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 19**

*Resultados del ensayo de succión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +20%CDF*

Muestra - Ladrillera Olivares + 20%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Peso Seco (Kg)	Peso Húmedo(Kg)	Succión (gr)	Area Neta (cm2)	(gr/200cm2*min)
M1 - L1	20.74	11.21	3.00	3.44	143.00	232.47	123.03
M2 - L1	20.67	11.20	2.79	3.46	152.00	231.59	131.27
M3 - L1	20.73	11.19	2.92	3.48	135.00	231.99	116.39
M4 - L1	20.67	11.12	2.65	3.51	135.00	229.89	117.45
M5 - L1	20.70	11.20	2.92	3.57	155.00	231.84	133.71
M6 - L1	20.74	11.26	2.86	3.50	159.00	233.57	136.15
M7 - L1	20.69	11.10	2.94	3.41	146.00	229.79	127.07
M8 - L1	20.67	11.16	2.63	3.47	135.00	230.59	117.09
M9 - L1	20.72	11.22	2.69	3.51	161.00	232.48	138.51
M10 - L1	20.72	11.10	2.85	3.40	136.00	230.01	118.25
Promedio (mm)							125.891
Varianza							73.49605
Desviación estandar							8.57
Coeficiente de variación							6.81%

En el ensayo de succión, se obtuvo como medida promedio 125.891/ gr/200cm2\*min.

## Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de fondo

Se realizaron ensayos de succión a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

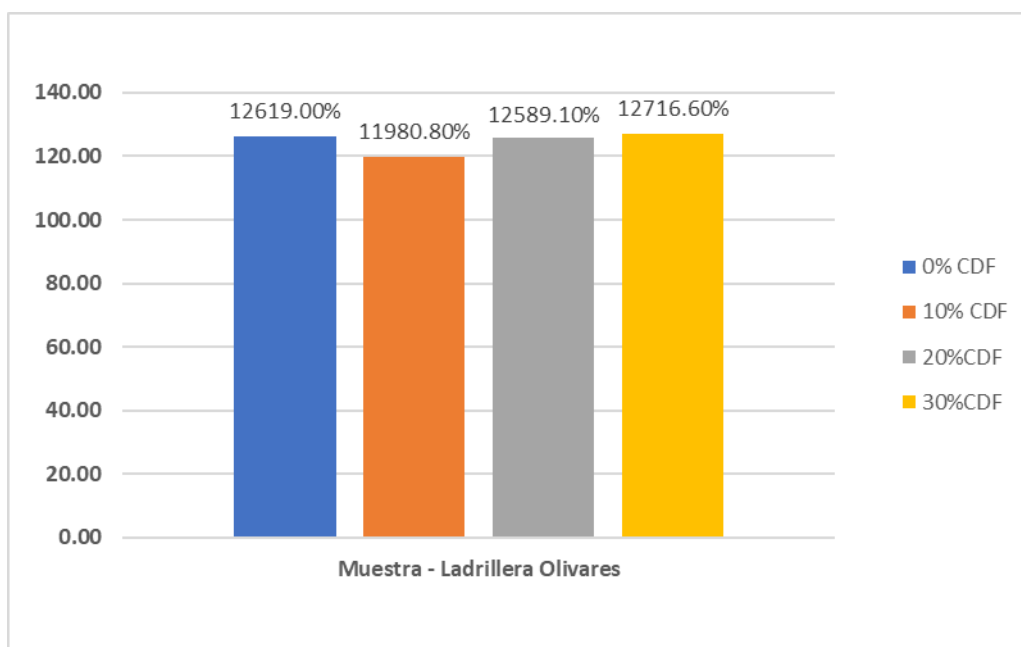
**Tabla 20**

*Resultados del ensayo de succión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +30%CDF*

Muestra - Ladrillera Olivares +30%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Peso Seco (Kg)	Peso Húmedo(Kg)	Succión (gr)	Area Neta (cm2)	S (gr/200cm2*min)
M1 - L1	20.67	11.20	2.88	3.56	142.00	231.50	122.68
M2 - L1	20.73	11.17	2.70	3.55	154.00	231.53	133.03
M3 - L1	20.73	11.19	3.06	3.48	141.00	231.99	121.56
M4 - L1	20.67	11.12	2.70	3.47	135.00	229.89	117.45
M5 - L1	20.70	11.20	2.90	3.50	155.00	231.84	133.71
M6 - L1	20.74	11.20	2.87	3.52	160.00	232.29	137.76
M7 - L1	20.69	11.10	2.98	3.43	146.00	229.79	127.07
M8 - L1	20.72	11.16	2.69	3.48	135.00	231.15	116.81
M9 - L1	20.72	11.20	2.68	3.55	165.00	232.11	142.17
M10 - L1	20.67	11.10	2.90	3.89	137.00	229.44	119.42
Promedio (mm)							127.166
Varianza							80.89509
Desviación estandar							8.99
Coeficiente de variación							7.07%

En el ensayo de succión, se obtuvo como medida promedio 127.166/ gr/200cm<sup>2</sup>\*min.

La norma E.070 no menciona esta prueba como un requisito de aceptación de la unidad; sin embargo es una propiedad importante para conocer su comportamiento durante el proceso de asentado, en las los cuatro grupos de control con diferentes dosificaciones de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla tienen coeficientes de variación menores a 40%, lo cual indica que se tiene buena uniformidad en esta propiedad, en la figura se puede ver representado los valores de succión promedio obtenidos por los cuatro grupos de control en análisis, según la NTP 399.613 esta propiedad no está normada como requisito obligatorio ya que todo ladrillo investigado excede el límite, por tanto para valores mayores a 20 gr/200cm<sup>2</sup>\*min; recomienda realizar su saturación antes de su uso.



**Figura 4** *Succión de las unidades de albañilerías con dosificaciones de ceniza de fondo.*

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.1.3. Ensayos de absorción

Para el desarrollo de este ensayo se determinaron los porcentajes de absorción de las ladrilleras en estudio; se realizó la evaluación a 10 unidades por grupo de control por cada codificación de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla. Teniendo en cuenta la NTP 399.604 y 399.613.

## Ladrillo artesanal King Kong Macizo

Se realizó el ensayo de absorción obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 21**

*Resultados del ensayo de absorción – Ladrillo artesanal King Kong Macizo*

<b>Muestra - Ladrillera Olivares + 0%CDF</b>	<b>Peso Seco (KG)</b>	<b>Peso Saturado(KG)</b>	<b>Absorción (%)</b>
M1 - L1	2.879	3.407	18.34%
M2 - L1	2.889	3.482	20.53%
M3 - L1	2.896	3.455	19.30%
M4 - L1	2.782	3.423	23.04%
M5 - L1	2.797	3.505	25.31%
M6 - L1	2.864	3.495	22.03%
M7 - L1	2.862	3.41	19.15%
M8 - L1	2.749	3.465	26.05%
M9 - L1	2.801	3.509	25.28%
M10 - L1	2.86	3.404	19.02%
<b>Promedio (mm)</b>			<b>21.80%</b>
<b>Varianza</b>			<b>0.00087</b>
<b>Desviación estandar</b>			<b>0.03</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>13.56%</b>

En el ensayo de absorción, esta tiene como promedio un 21.80%, no sobrepasa el 22% que menciona norma E.070 como requisito de aceptación.

## Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo

Se realizó el ensayo de absorción obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 22**

*Resultados del ensayo de absorción – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +10%CDF*

<b>Muestra - Ladrillera Olivares + 10%CDF</b>	<b>Peso Seco (KG)</b>	<b>Peso Saturado(KG)</b>	<b>Absorción (%)</b>
M1 - L1	2.883	3.431	19.01%
M2 - L1	2.696	3.501	29.86%
M3 - L1	3.059	3.481	13.80%
M4 - L1	2.784	3.466	24.50%
M5 - L1	2.901	3.499	20.61%
M6 - L1	2.87	3.524	22.79%
M7 - L1	2.977	3.425	15.05%
M8 - L1	2.694	3.483	29.29%
M9 - L1	2.7	3.551	31.52%
M10 - L1	2.901	3.447	18.82%
<b>Promedio (mm)</b>			<b>22.52%</b>
<b>Varianza</b>			<b>0.00385</b>
<b>Desviación estandar</b>			<b>0.06</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>27.54%</b>

En el ensayo de absorción, esta tiene como promedio un 22.52%, la que sobrepasa el 22% que menciona norma E.070 como requisito de aceptación.

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20% de Ceniza de fondo**

Se realizó el ensayo de absorción obteniendo los siguientes resultados:



**Tabla 23**

*Resultados del ensayo de absorción – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20%CDF*

<b>Muestra - Ladrillera Olivares + 20%CDF</b>	<b>Peso Seco (KG)</b>	<b>Peso Saturado(KG)</b>	<b>Absorción (%)</b>
M1 - L1	2.999	3.443	14.80%
M2 - L1	2.792	3.4576	23.84%
M3 - L1	2.921	3.484	19.27%
M4 - L1	2.65	3.514	32.60%
M5 - L1	2.919	3.572	22.37%
M6 - L1	2.861	3.495	22.16%
M7 - L1	2.935	3.41	16.18%
M8 - L1	2.629	3.465	31.80%
M9 - L1	2.691	3.509	30.40%
M10 - L1	2.854	3.404	19.27%
<b>Promedio (mm)</b>			<b>23.27%</b>
<b>Varianza</b>			<b>0.00408</b>
<b>Desviación estandar</b>			<b>0.06</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>27.44%</b>

En el ensayo de absorción, esta tiene como promedio un 23.27%, la que sobrepasa el 22% que menciona norma E.070 como requisito de aceptación.

#### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de fondo**

Se realizaron ensayos de succión a 10 unidades de albañilería, los cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

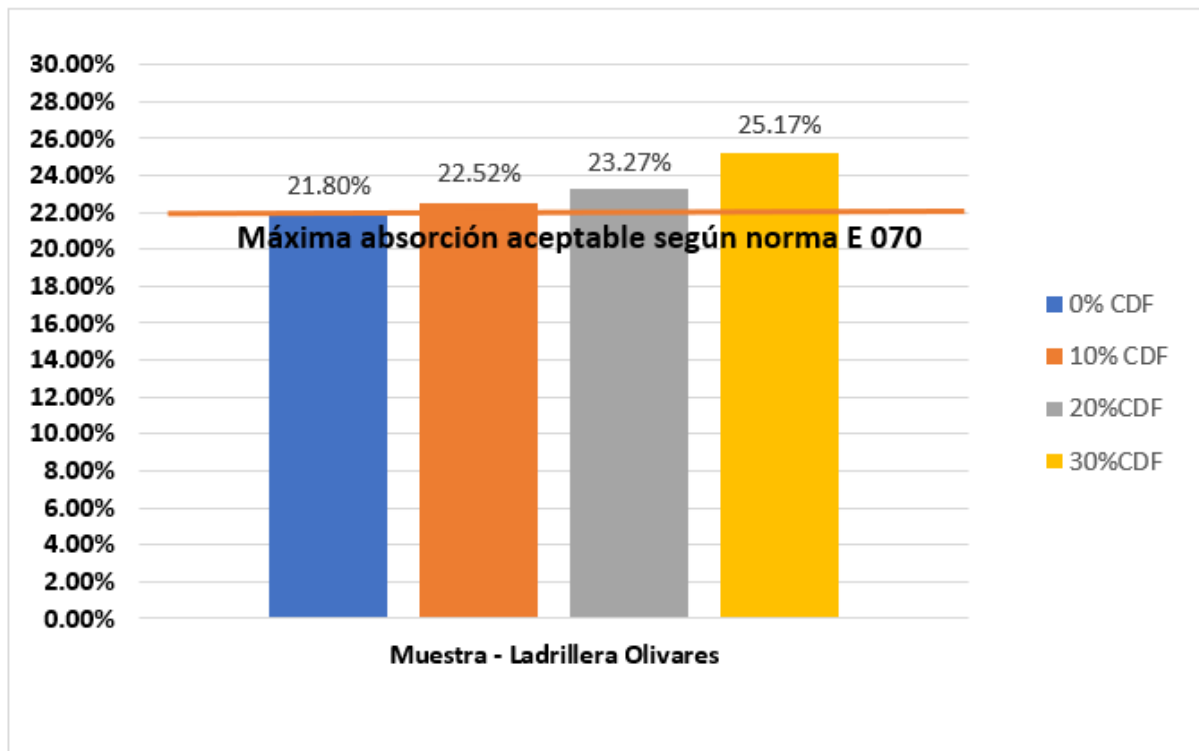
**Tabla 24**

*Resultados del ensayo de absorción – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30%CDF*

<b>Muestra - Ladrillera Olivares + 30%CDF</b>	<b>Peso Seco (KG)</b>	<b>Peso Saturado(KG)</b>	<b>Absorción (%)</b>
M1 - L1	2.883	3.563	23.59%
M2 - L1	2.696	3.548	31.60%
M3 - L1	3.059	3.481	13.80%
M4 - L1	2.701	3.466	28.32%
M5 - L1	2.901	3.499	20.61%
M6 - L1	2.87	3.524	22.79%
M7 - L1	2.977	3.425	15.05%
M8 - L1	2.694	3.483	29.29%
M9 - L1	2.68	3.551	32.50%
M10 - L1	2.901	3.891	34.13%
<b>Promedio (mm)</b>			<b>25.17%</b>
<b>Varianza</b>			<b>0.00514</b>
<b>Desviación estandar</b>			<b>0.07</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>28.50%</b>

En el ensayo de absorción, esta tiene como promedio un 25.17%, la que sobrepasa el 22% que menciona norma E.070 como requisito de aceptación.

Se puede ver que los coeficientes de variación de los grupos de control de las unidades de albañilería, no sobrepasan el 40% estipulado para unidades artesanales, por tanto, tienen buena uniformidad en esta propiedad física. La norma E.070 menciona que un requisito de aceptación de la unidad es que la absorción máxima sea de 22%, en los cuatro grupos de control se tiene que solo la de 0% de dosificación de ceniza de fondo tiene una absorción por debajo de este límite (21.80%), mientras que los grupos de control de 10%, 20% y 30% (22.52%, 23.27% y 25.17% respectivamente), en la siguiente figura se muestra los valores de cada grupo de control y el límite de su aceptación.



**Figura 5** *Ensayos de absorción de las unidades de albañilerías con dosificaciones de ceniza de fondo.*

*Fuente:* Elaboración propia

## 4.2. Propiedades mecánicas de las unidades de albañilería

### 4.2.1. Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería

Para el desarrollo de este ensayo se utilizó 10 unidades de albañilería por cada grupo de control en estudio; los cuales son evaluados en base a la NTP 399.604 y 399.613. Para el cálculo de valores de este ensayo se restó la desviación estándar y el promedio de los valores de la muestra.

#### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 25***Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King**Kong Macizo*

Muestra - Ladrillera Olivares + 0% CDF	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Lprom	Aprom			
M1 - L1	20.74	11.22	232.68	18882.00	81.15
M2 - L1	20.73	11.17	231.53	16420.00	70.92
M3 - L1	20.73	11.19	231.99	15536.00	66.97
M4 - L1	20.67	11.12	229.89	14681.00	63.86
M5 - L1	20.70	11.20	231.84	19185.00	82.75
M6 - L1	20.74	11.30	234.36	19789.00	84.44
M7 - L1	20.69	11.10	229.79	15303.00	66.60
M8 - L1	20.72	11.16	231.15	19972.00	86.40
M9 - L1	20.72	11.20	232.11	15829.00	68.20
M10 - L1	20.72	11.10	230.01	15727.00	68.37
<b>fb Promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>73.97</b>
<b>Varianza</b>					<b>74.70</b>
<b>Desviación estandar</b>					<b>8.64</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>11.69%</b>
<b>f' b característica (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>65.32</b>

Se tiene como promedio un 73.97 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 8.64 y una resistencia a la compresión característica de 65.32 kg/cm<sup>2</sup>

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con adición de 10% de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 26***Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King**Kong Macizo + 10% CDF*

Muestra - Ladrillera Olivares + 10% CDF	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Lprom	Aprom			
M1 - L1	20.78	11.20	232.71	16468.00	70.77
M2 - L1	20.73	11.21	232.36	19598.00	84.34
M3 - L1	20.76	11.22	232.89	19340.00	83.04
M4 - L1	20.67	11.15	230.38	16696.00	72.47
M5 - L1	20.72	11.25	233.06	18914.00	81.16
M6 - L1	20.77	11.26	233.91	19215.00	82.15
M7 - L1	20.67	11.20	231.51	15309.00	66.13
M8 - L1	20.74	11.20	232.16	19695.00	84.83
M9 - L1	20.72	11.20	232.19	17547.00	75.57
M10 - L1	20.69	11.06	228.85	17950.00	78.43
<b>fb Promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>77.89</b>
<b>Varianza</b>					<b>41.04</b>
<b>Desviación estandar</b>					<b>6.41</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>8.22%</b>
<b>f' b característica (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>71.48</b>

Se tiene como promedio un 77.89 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 6.41 y una resistencia a la compresión característica de 71.48 kg/cm<sup>2</sup>

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20% de Ceniza de fondo**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con adición de 20% de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 27**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +20%CDF*

Muestra - Ladrillera Olivares + 20%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Lprom	Aprom			
M1 - L1	20.74	11.21	232.47	21468.00	92.35
M2 - L1	20.67	11.20	231.59	19598.00	84.62
M3 - L1	20.73	11.19	231.99	19340.00	83.37
M4 - L1	20.67	11.12	229.89	19696.00	85.68
M5 - L1	20.70	11.20	231.84	19914.00	85.90
M6 - L1	20.74	11.26	233.57	20215.00	86.55
M7 - L1	20.69	11.10	229.79	15309.00	66.62
M8 - L1	20.67	11.16	230.59	19695.00	85.41
M9 - L1	20.72	11.22	232.48	17547.00	75.48
M10 - L1	20.72	11.10	230.01	16950.00	73.69
<b>fb Promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>81.97</b>
<b>Varianza</b>					<b>58.31</b>
<b>Desviación estandar</b>					<b>7.64</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>9.32%</b>
<b>f b carcatrerística (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>74.33</b>

Se tiene como promedio un 81.97 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 7.64 y una resistencia a la compresión característica de 74.33 kg/cm<sup>2</sup>

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de fondo**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con adición de 30% de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 28**

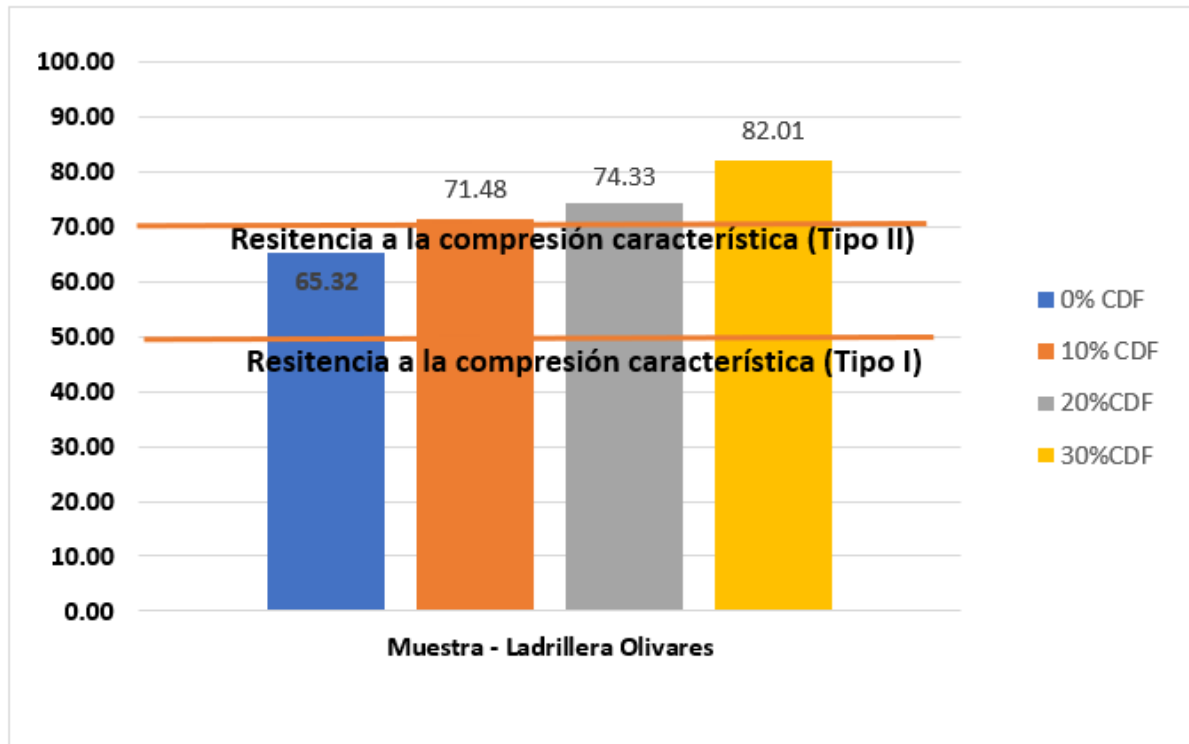
*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +30%CDF*

Muestra - Ladrillera Olivares + 30%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Lprom	Aprom			
M1 - L1	20.67	11.20	231.50	22270.00	96.20
M2 - L1	20.73	11.17	231.53	20795.00	89.81
M3 - L1	20.73	11.19	231.99	20304.00	87.52
M4 - L1	20.67	11.12	229.89	17613.00	76.61
M5 - L1	20.70	11.20	231.84	22036.00	95.05
M6 - L1	20.74	11.20	232.29	21180.00	91.18
M7 - L1	20.69	11.10	229.79	19878.00	86.51
M8 - L1	20.72	11.16	231.15	21727.00	93.99
M9 - L1	20.72	11.20	232.11	18790.00	80.95
M10 - L1	20.67	11.10	229.44	19535.00	85.14
<b>fb Promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>88.30</b>
<b>Varianza</b>					<b>39.47</b>
<b>Desviación estandar</b>					<b>6.28</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>7.12%</b>
<b>f' b carcatrerística (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>82.01</b>

Se tiene como promedio un 88.30 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 6.28 y una resistencia a la compresión característica de 82.01 kg/cm<sup>2</sup>

Se puede ver que los coeficientes de variación de estos ensayos no sobrepasan el 40% estipulado para unidades de albañilería artesanal, por tanto, se tiene una buena uniformidad en coeficientes en resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adiciones de ceniza de fondo.

Con respecto a la clasificación de las unidades en la siguiente figura se puede ver que los valores de resistencia a la compresión de las cuatro grupos de control con dosificaciones de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, así mismo se puede observar los valores límites para los ladrillos Tipo I y II; se puede ver que los grupos de control de 0% de ceniza de fondo tiene una resistencia a la compresión característica de 65.32 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 las unidades fabricadas en estas llegan a clasificarse como un ladrillo tipo I (acepta un mínimo de 50 kg/cm<sup>2</sup>) y los grupos de control de 10%, 20% y 30 % de dosificación de ceniza de fondo tiene una resistencia a la compresión característica de 71.48 kg/cm<sup>2</sup>, 74.33 kg/cm<sup>2</sup> y 82.01 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 las unidades fabricadas en esta llegan a clasificarse como un ladrillo tipo II (acepta un mínimo de 70 kg/cm<sup>2</sup>)



**Figura 6** Ensayos de resistencia a la compresión de unidades de albañilerías con dosificaciones de ceniza de fondo.

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.2.2. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería

Las pilas fabricadas tienen una esbeltez distinta cada una, ya que tienen una altura y espesor distintas, con los resultados de la esbeltez se aplicaron factores de corrección a cada pila.

##### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería de 5 las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 29**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería – Ladrillo artesanal King Kong Macizo*

Muestra - Ladrillera	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alatura(cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	fm (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f m (Kg/cm <sup>2</sup> )
P1 -L1	20.74	11.22	8.23	2.52	232.68	10116.68	43.48	0.812	35.30
P2-L1	20.73	11.17	8.30	2.50	231.53	10290.64	44.45	0.800	35.56
p3 -L1	20.73	11.19	8.25	2.51	231.99	11059.46	47.67	0.805	38.38
<b>f m Promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>36.41</b>
<b>Varianza</b>									<b>2.90858</b>
<b>Desviación estandar</b>									<b>1.71</b>
<b>Coefficiente de variación</b>									<b>4.68%</b>
<b>f m característica (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>34.71</b>

Se tiene como promedio un 36.41 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 1.71 y una resistencia a la compresión en pilas característica de 34.71 kg/cm<sup>2</sup>

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% de Ceniza de fondo**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería de 5, con adición de 10% de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 30**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas – Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% CDF*

Muestra - Ladrillera	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alatura(cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	fm (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f m (Kg/cm <sup>2</sup> )
P1 -L1	20.78	11.20	8.28	2.51	232.71	11254.56	48.36	0.805	38.93
P2-L1	20.73	11.21	8.28	2.50	232.36	10458.25	45.01	0.800	36.01
p3 -L1	20.76	11.22	8.25	2.52	232.89	11001.25	47.24	0.812	38.36
<b>f m Promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>37.77</b>
<b>Varianza</b>									<b>2.40232</b>
<b>Desviación estandar</b>									<b>1.55</b>
<b>Coefficiente de variación</b>									<b>4.10%</b>
<b>f m característica (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>									<b>36.22</b>

Se tiene como promedio un 37.77 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 1.55 y una resistencia a la compresión característica de 36.22 kg/cm<sup>2</sup>

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 20% de Ceniza de fondo**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería de 5, con adición de 20% de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, las cuales se muestran a continuación:



**Tabla 31**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +20%CDF*

Muestra - Ladrillera Olivares	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alatura(cm)	Esbeltez	Área bruta	Carga (Kg)	fm (kg/cm2)	Factor de corrección	f m (Kg/cm2)
P1 -L1	20.74	11.21	8.24	2.52	232.47	12116.68	52.12	0.812	42.32
P2 -L1	20.67	11.20	8.32	2.48	231.59	12290.64	53.07	0.795	42.19
p3 -L1	20.73	11.19	8.25	2.51	231.99	11059.46	47.67	0.805	38.38
<b>f m Promedio (Kg/cm2)</b>									<b>40.96</b>
Varianza									<b>5.02369</b>
Desviación estandar									<b>2.24</b>
Coeficiente de variación									<b>5.47%</b>
<b>f m característica (Kg/cm2)</b>									<b>38.72</b>

Se tiene como promedio un 40.96 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 2.24 y una resistencia a la compresión característica de 38.52 kg/cm<sup>2</sup>

### **Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 30% de Ceniza de fondo**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con adición de 30% de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 32**

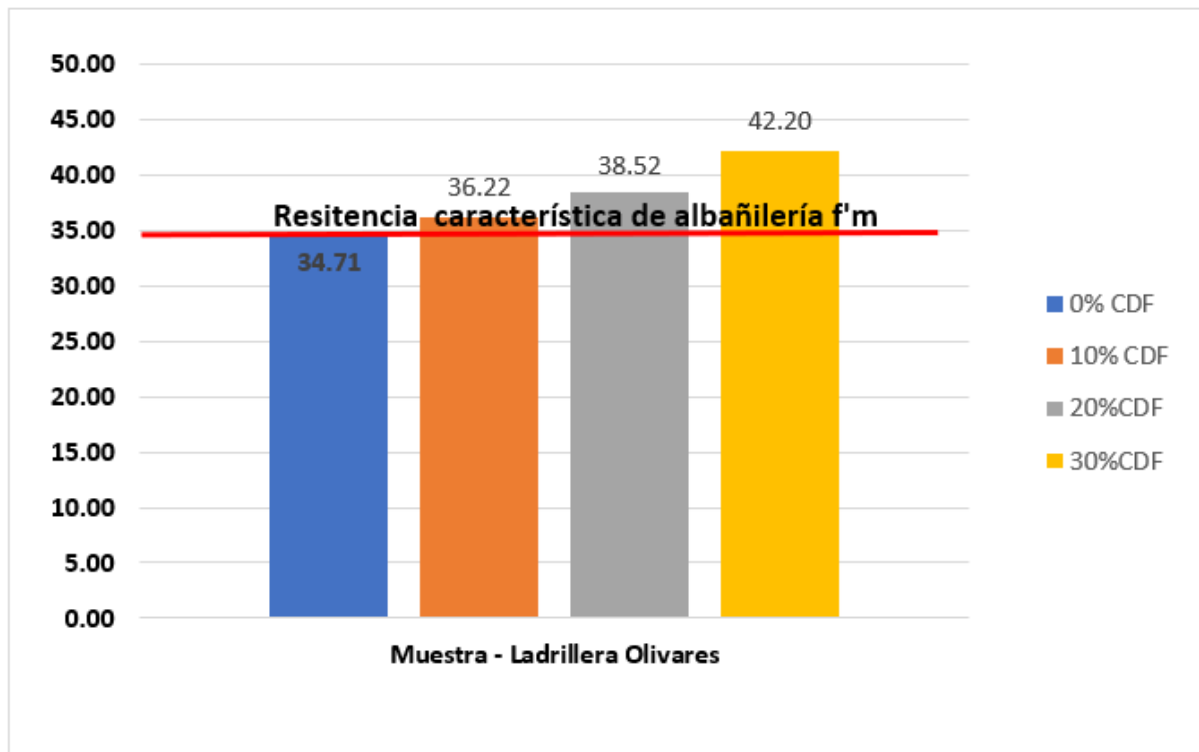
*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión – Ladrillo artesanal King Kong Macizo +30%CDF*

Muestra - Ladrillera Olivares	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alatura(cm)	Esbeltez	Área bruta	Carga (Kg)	fm (kg/cm2)	Factor de corrección	f m (Kg/cm2)
P1 -L1	20.67	11.20	8.23	2.51	231.50	12546.25	54.19	0.805	43.63
P2 -L1	20.73	11.17	8.24	2.52	231.53	12054.25	52.06	0.812	42.27
p3 -L1	20.73	11.19	8.25	2.51	231.99	13084.54	56.40	0.805	45.40
<b>f m Promedio (Kg/cm2)</b>									<b>43.77</b>
Varianza									<b>2.46252</b>
Desviación estandar									<b>1.57</b>
Coeficiente de variación									<b>3.59%</b>
<b>f m característica (Kg/cm2)</b>									<b>42.20</b>

Se tiene como promedio un 43.77 kg/cm<sup>2</sup>, una desviación estándar de 6.28 y una resistencia a la compresión característica de 42.20 kg/cm<sup>2</sup>.

Con respecto a la clasificación de la albañilería en la siguiente figura se puede ver representados en los valores de resistencia a la compresión característica de pilas de albañilería de los cuatro grupos de control, así mismo se puede observar los valores límites para para unidades artesanales; se aprecia que el grupo de control con 0% 10% de ceniza de fondo están en por debajo del límite con un valor de 34.71 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 en estas no superan el mínimo

establecido para unidades artesanales (acepta un mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>) y los grupos de control de 10%, 20% y 30% de ceniza de fondo tienen valores de 36.22 kg/cm<sup>2</sup>, 38.52 kg/cm<sup>2</sup> y 42.20 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 en estas superan el mínimo establecido para unidades artesanales (acepta un mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>)



**Figura 7** Ensayos de absorción de las unidades de albañilerías con dosificaciones de ceniza de fondo.

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3. Prueba Hipótesis

Para la demostración de la hipótesis planteadas, sólo se contrastaran la dosificación de ceniza de fondo en las características mecánicas de las unidades de albañilería, para lo cual en primer lugar se analizaron los datos de los ensayos con la finalidad de determinar si presentan una distribución normal o no, por lo que elegiremos la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras menores a 50 ( $n < 50$ ), conociendo estos datos se procedió a determinar el estadístico de prueba que se utilizara para la contrastación de la hipótesis entre

la correlación de Pearson (si tiene normalidad y las variables son continuas) y correlación de Spearman (si no presenta normalidad y las variables son ordinales).

### 4.3.1. Prueba de hipótesis para las características mecánicas de las unidades de albañilería.

#### 4.3.1.1. Resistencia a la compresión a las unidades de albañilería

##### **Prueba de Normalidad- Muestra N°1**

- i. Se realizó el planteamiento de la normalidad

$H_0$ : Los datos de la resistencia a la compresión tienen normalidad

$H_1$ : Los datos de la resistencia a la compresión no tienen normalidad

Donde:

$H_0$ : hipótesis nula

$H_a$ : hipótesis alternativa

- ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

- iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n < 50$ )

- iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05 \dots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor} > 0.05 \dots$  Se acepta la hipótesis nula

### Tabla 33

#### *Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de ceniza de fondo	,151	4	.	,993	4	,972
Resistencia a la compresión	,208	4	.	,966	4	,817

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que la resistencia a la compresión muestra un p-valor=0.817 por lo que:

Si p-valor>0.05... Se acepta la hipótesis nula

**v. Conclusión**

Los datos de la resistencia a la compresión presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

**Contrastación de la hipótesis**

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos de la resistencia a la compresión y las variables son cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de ceniza de fondo en la subrasante mediante el estadístico de prueba de “Coeficiente de correlación (r) de Pearson”

**i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa**

*H<sub>0</sub>: La adición de ceniza de fondo no influye en el aumento de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería*

*H<sub>1</sub>: La adición de ceniza de fondo influye en el aumento de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería*

Donde:

*H<sub>0</sub>*: hipótesis nula

*H<sub>a</sub>*: hipótesis alternativa

**ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)**

**iii. Elección de la prueba estadística.**

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

**iv. Regla de decisión**

Si p-valor $\leq$ 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor>0.05... Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 34**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de Fondo y Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería*

<b>Correlaciones</b>			
		Dosificación de Ceniza de Fondo	Resistencia a la compresión
Dosificación de Ceniza Fondo	Correlación de Pearson	1	,994
	Sig. (bilateral)		,006
	N	4	4
Resistencia a la compresión	Correlación de Pearson	,994	1
	Sig. (bilateral)	,006	
	N	4	4

Según la tabla anterior se tiene un “r” de Pearson = 0.994 y un p-valor=0.006 por lo que:

Si p-valor<=0.05...      Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de fondo influye en el aumento de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería

Como  $-0.8 \leq r \leq 1$  , entonces tiene una relación muy alta

#### v. Conclusión

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable dosificación de ceniza de fondo tiene una relación lineal directa muy alta en la influencia del aumento de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería ( $r=0.994$ )

#### 4.3.1.1. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería

##### ***Prueba de Normalidad***

i. Se realizó el planteamiento de la normalidad

*H<sub>0</sub>: Los datos de la resistencia a la compresión axial tienen normalidad*

*H<sub>1</sub>: Los datos de la resistencia a la compresión axial no tienen normalidad*

Donde:

$H_0$ : hipótesis nula

$H_a$ : hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó la prueba estadística SHAPIRO-WILK ya que esta se utiliza para muestras ( $n<50$ )

iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor}\leq 0.05\ldots$  Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor}>0.05\ldots$  Se acepta la hipótesis nula

### Tabla 35

*Pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión simple – Muestra N°3*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación de Ceniza de Fondo	,151	4	.	,993	4	,972
Resistencia a la compresión axial	,201	4	.	,971	4	,846

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la tabla anterior se tiene que la resistencia a la compresión muestra un  $p\text{-valor}=0.846$  por lo que:

Si  $p\text{-valor}>0.05\ldots$  Se acepta la hipótesis nula

v. Conclusión

Los datos de la resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería presentan normalidad con un nivel de significancia de 5%.

### **Contrastación de la hipótesis**

Ya que la prueba de normalidad demostró que la muestra sigue una distribución normal para los datos de la resistencia a la compresión axial y las variables son

cuantitativas continuas, se medirá el grado de asociación o influencia de la adición de ceniza de fondo en la subrasante mediante el estadístico de prueba de “Coeficiente de correlación (r) de Pearson”

i. Se realizó el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa

$H_0$ : *La adición de ceniza de fondo no influye en el aumento de la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería*

$H_1$ : *La adición de ceniza de fondo influye en el aumento de la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería*

Donde:

$H_0$ : hipótesis nula

$H_a$ : hipótesis alternativa

ii. Se trabajó con un nivel de significancia de:  $\alpha=5\%$  (0.05)

iii. Elección de la prueba estadística.

Se utilizó el Coeficiente de correlación (r) de Pearson

iv. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... Se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{-valor} > 0.05$ ... Se acepta la hipótesis nula

**Tabla 36**

*Correlación entre las variables de Dosificación de Ceniza de fondo y Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería*

<b>Correlaciones</b>		
	Dosificación de Ceniza de Fondo	Resistencia a la compresión axial
Correlación de Pearson	1	,995
Dosificación de Ceniza de Fondo	Sig. (bilateral)	,005
N	4	4
Correlación de Pearson	,995	1

Resistencia a la compresión axial	Sig. (bilateral)	,005	
	N	4	4

Según la tabla anterior se tiene un “r” de Pearson = 0.995 y un p-valor=0.005 por lo que:

Si p-valor $\leq$ 0.05... Se rechaza la hipótesis nula

Por lo que se acepta H1: La adición de ceniza de fondo influye en el aumento de la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.

Como  $-0.8 \leq r \leq 1$  , entonces tiene una relación muy alta

**v. Conclusión**

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable dosificación de ceniza de fondo tiene una relación lineal directa muy alta en la influencia del aumento de la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería ( $r=0.995$ )



## **V. DISCUSIONES**

### **5.1. Discusión 1.**

Se planteo como objetivo general determinar en qué medida influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas 2022. Santa Rosa (2022). Martínez (2014) manifiesta que los procesos industriales suelen ser los grandes contaminantes del planeta, ya sea por emisión de gases que se produce durante el proceso o por los desechos que estos generan; por tanto, mitigar el consumo de arcilla en la producción de ladrillos por medio de la incorporación de ceniza de fondo (CDF), desarrolla una alternativa favorable con el medio ambiente. Con respecto a esta investigación se puede afirmar que se puede mejorar las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con la adición de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla con la adición óptima del 30% de ceniza de fondo. En el estudio realizado por Aguilar (2019), menciona que el porcentaje de inclusión de ceniza de carbón óptimo para ser utilizado como sustituto parcial en peso de la materia prima arcilla, es de 5%, mediante el cual se garantiza la calidad de los especímenes para ser utilizados como mampostería no estructural de uso interior, según lo establece la norma NTC 4205. que, al elevar el nivel de sustitución de la arcilla por lodo, representa una reducción en la resistencia a la compresión. En la presente investigación se analizó el 10%, 20% y 30% de adición de ceniza de fondo, donde se obtuvo la dosificación óptima de 30%, estos resultados obtenidos son consistentes con los que se encuentran en estudios previos que utilizan aditivos naturales que tienen propiedades similares a la de la ceniza de fondo, compartiendo ideas similares tal como que a medida que se incrementa la dosificación de ceniza de fondo mejora las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería.

### **5.2. Discusión 2.**

Se planteo como primer objetivo específico determinar la influencia de ceniza de fondo en las propiedades físicas de las unidades de albañilería. Martínez (2014) manifiesta que los procesos industriales suelen ser los grandes contaminantes del planeta, ya sea por emisión de gases que se produce durante el proceso o por los desechos que estos generan; por tanto, mitigar el consumo de arcilla en la producción de ladrillos por medio de la incorporación de ceniza de fondo (CDF), es

una alternativa favorable con el medio ambiente. Para esta investigación se observa que para la dosificación de ceniza de fondo en 30% presento valores conservadores en las características físicas, siendo así que con respecto a la variación dimensional de las unidades, se puede ver que los ladrillos con artesanales de tipo King Kong macizo con 0% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.10 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %), el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 10% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.11 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %), el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 20% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.12 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %) y finalmente el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 10% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.08 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %). Con respecto al alabeo de las unidades de albañilería se aprecia que los grupos de control con 0% CDF, 10%CDF, 20%CDF y 30%CDF que presentan un alabeo máximo promedio de 3.05mm, 3.16mm, 3.66mm y 3.07mm respectivamente, por tanto, según la norma E.070 esta llega a clasificarse en todos los casos como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 mm). Asimismo, respecto a la absorción de las unidades de albañilería se puede ver que los coeficientes de variación de los grupos de control de las unidades de albañilería, no sobrepasan el 40% estipulado para unidades artesanales, por tanto, tienen buena uniformidad en esta propiedad física. La norma E.070 menciona que un requisito de aceptación de la unidad es que la absorción máxima sea de 22%, en los cuatro grupos de control se tiene que solo la de 0% de dosificación de ceniza de fondo tiene una absorción por debajo de este límite (21.80%), mientras que los grupos de control de 10%, 20% y 30% (22.52%, 23.27% y 25.17% respectivamente), en la siguiente figura se muestra los valores de cada grupo de control y el límite de su aceptación. En la presente investigación se encontraron ladrillos artesanales de tipo King Kong macizo suelos arcillosos de baja calidad por lo que es necesario un método de estabilización por lo que en este caso se utilizó como aditivo natural la ceniza de hoja de coca en diferente, así como lo explica

Aguilar (2019), que se debe buscar alternativas en el mejoramiento de las unidades de albañilería.

### **5.3. Discusión 3.**

Se planteo como segundo objetivo específico Determinar la influencia de ceniza de fondo en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería. Martínez (2014) manifiesta que los procesos industriales suelen ser los grandes contaminantes del planeta, ya sea por emisión de gases que se produce durante el proceso o por los desechos que estos generan; por tanto, mitigar el consumo de arcilla en la producción de ladrillos por medio de la incorporación de ceniza de fondo (CDF), es una alternativa favorable con el medio ambiente. que los valores de resistencia a la compresión de las cuatro grupos de control con dosificaciones de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, así mismo se puede observar los valores límites para los ladrillos Tipo I y II; se puede ver que los grupos de control de 0% de ceniza de fondo tiene una resistencia a la compresión característica de 65.32 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 las unidades fabricadas en estas llegan a clasificarse como un ladrillo tipo I (acepta un mínimo de 50 kg/cm<sup>2</sup>) y los grupos de control de 10%, 20% y 30 % de dosificación de ceniza de fondo tiene una resistencia a la compresión característica de 71.48 kg/cm<sup>2</sup>, 74.33 kg/cm<sup>2</sup> y 82.01 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 las unidades fabricadas en esta llegan a clasificarse como un ladrillo tipo II (acepta un mínimo de 70 kg/cm<sup>2</sup>). Asimismo se tiene que los valores de resistencia a la compresión característica de pilas de albañilería de los cuatro grupos de control, así mismo se puede observar los valores límites para para unidades artesanales; se aprecia que el grupo de control con 0% 10% de ceniza de fondo están en por debajo del límite con un valor de 34.71 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 en estas no superan el mínimo establecido para unidades artesanales (acepta un mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>) y los grupos de control de 10%, 20% y 30% de ceniza de fondo tienen valores de 36.22 kg/cm<sup>2</sup>, 38.52 kg/cm<sup>2</sup> y 42.20 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 en estas superan el mínimo establecido para unidades artesanales (acepta un mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>). Así como lo explica Valdivia, (2022), puesto que la diferencia entre esta investigación se estudió el ladrillo pandereta frente al ladrillo macizo. Así también en esta investigación se evidencio los cambios las características mecánicas.

## **VI. CONCLUSIONES**

- En conformidad con los resultados que se alcanzaron en los diferentes ensayos de laboratorio, se puede afirmar que se puede mejorar parcialmente las características físicas y eficientemente las características mecánicamente las unidades de albañilería artesanal de tipo King Kong macizo con la adición de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla.
- En base a los resultados de los ensayos de las características físicas de las unidades de albañilería se puede observar que con respecto a la variación dimensional de las unidades, se puede ver que los ladrillos con artesanales de tipo King Kong macizo con 0% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.10 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %), el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 10% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.11 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %), el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 20% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.12 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %) y finalmente el ladrillo artesanal de tipo King Kong macizo con 10% de ceniza de fondo presenta una variación dimensional máxima de -3.08 %, por tanto según la norma E.070 esta llega a clasificarse como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 %). Con respecto al alabeo de las unidades de albañilería se aprecia que los grupos de control con 0% CDF, 10%CDF, 20%CDF y 30%CDF que presentan un alabeo máximo promedio de 3.05mm, 3.16mm, 3.66mm y 3.07mm respectivamente, por tanto, según la norma E.070 esta llega a clasificarse en todos los casos como un ladrillo tipo IV (acepta un máximo de 4.00 mm). Asimismo, respecto a la absorción de las unidades de albañilería se puede ver que los coeficientes de variación de los grupos de control de las unidades de albañilería, no sobrepasan el 40% estipulado para unidades artesanales, por tanto, tienen buena uniformidad en esta propiedad física. La norma E.070 menciona que un requisito de aceptación de la unidad es que la absorción máxima sea de 22%, en los cuatro grupos de control se tiene que solo la de 0% de dosificación de ceniza de fondo tiene una absorción por debajo de

este límite (21.80%), mientras que los grupos de control de 10%, 20% y 30% (22.52%, 23.27% y 25.17% respectivamente), en la siguiente figura se muestra los valores de cada grupo de control y el límite de su aceptación.

- En base a los resultados de las características mecánicas de las unidades de albañilería se puede observar que los valores de resistencia a la compresión de las cuatro grupos de control con dosificaciones de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, así mismo se puede observar los valores límites para los ladrillos Tipo I y II; se puede ver que los grupos de control de 0% de ceniza de fondo tiene una resistencia a la compresión característica de 65.32 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 las unidades fabricadas en estas llegan a clasificarse como un ladrillo tipo I (acepta un mínimo de 50 kg/cm<sup>2</sup>) y los grupos de control de 10%, 20% y 30 % de dosificación de ceniza de fondo tiene una resistencia a la compresión característica de 71.48 kg/cm<sup>2</sup>, 74.33 kg/cm<sup>2</sup> y 82.01 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 las unidades fabricadas en esta llegan a clasificarse como un ladrillo tipo II (acepta un mínimo de 70 kg/cm<sup>2</sup>). Asimismo se tiene que los valores de resistencia a la compresión característica de pilas de albañilería de los cuatro grupos de control, así mismo se puede observar los valores límites para para unidades artesanales; se aprecia que el grupo de control con 0% 10% de ceniza de fondo están en por debajo del límite con un valor de 34.71 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 en estas no superan el mínimo establecido para unidades artesanales (acepta un mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>) y los grupos de control de 10%, 20% y 30% de ceniza de fondo tienen valores de 36.22 kg/cm<sup>2</sup>, 38.52 kg/cm<sup>2</sup> y 42.20 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, según la norma E.070 en estas superan el mínimo establecido para unidades artesanales (acepta un mínimo de 35 kg/cm<sup>2</sup>).
- En base a los resultados obtenidos conforme a las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería artesanal de tipo King Kong macizo con las diferentes adiciones de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, se puede observar que a medida que aumenta la dosificación de este aditivo no influye sustancialmente en las características físicas de las mismas, sin embargo respecto a las características mecánicas se puede observar que si incrementa los valores de la resistencia a la compresión en

las unidades de albañilería así como la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilerías a medida que se incrementa la dosificación de ceniza de fondo. Sin embargo, para esta investigación se plantearon las dosificaciones de 0%, 10%, 20% y 30% de adición de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, concluyéndose así para esta investigación que la dosificación óptima de adición de ceniza de fondo es del 30% para el mejoramiento de las unidades de albañilería artesanal de tipo ladrillo macizo.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se debe de continuar con la investigación y la mejora de las características físico-mecánicas que poseen las unidades de albañilería con la dosificación de ceniza de fondo como sustituto parcial de la arcilla, para que de esta manera se pueda tener una mejor información y ser útil al momento de realizar la adquisición y reciclado de este insumo; considerando que más del 65% del total de viviendas a nivel nacional está construido con este material.
- Realizar ensayos adicionales como la absorción máxima, coeficiente de saturación, porcentaje de vacíos, ensayo de eflorescencia; entre otros; esto con respecto a las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería con adiciones de ceniza de fondo que contribuyan a la aceptación y clasificación, en relación a la norma técnica de albañilería E.070 de albañilería; del mismo modo se deberían realizar estudios de las patologías de las unidades de albañilería que influyen directamente en las características físicas.
- Respecto a las características mecánicas, en futuras investigaciones se deberían de considerar la resistencia al corte en muretes; así como también investigaciones relacionadas a las patologías de la unidad de albañilería que influyen en las características mecánicas.
- Promover la investigación, ensayos de laboratorio y la formalización de las ladrilleras artesanales para que de esta manera estas cumplan con las condiciones mínimas establecidas en la norma E.070 y se comercialicen de manera uniforme con una adecuada clasificación y así obtener un ladrillo de mejor calidad con la adición de ceniza de fondo.

## REFERENCIAS

- AGUILAR, Jessica. Elaboración de ladrillos mediante la inclusión de ceniza de carbón proveniente de la ladrillera bella vista de Tunja-Boyacá. *Tunja, Colombia: Universidad Santo Tomás Sede Tunja*, 2019.
- AIGAJE CANENCIA, Vanessa Elizabeth; CHALCO TAPIA, Rita Soraya. *Determinación de la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en el tiempo de fraguado, en la elaboración de bloques huecos de hormigón que cumplan con las especificaciones de la norma INEN 3066*. 2021. Tesis de Licenciatura. Quito, 2021.
- ALVAREZ ROMERO, Fran Yovany; SIFUENTES ESPINOZA, Jasmina Marelin. *Influencia de la ceniza de paja de trigo en las propiedades del ladrillo de arcilla, Pomabamba, Ancash-2021*. 2021.
- AMARIZ, Alejandro David Martínez; JIMÉNEZ, Mónica Liliana Cote. *Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET*. *Inge Cuc*, 2014, vol. 10, no 2, p. 76-80.
- BAIT ALI SULAIMAN, Mohammed Ali; RANA, Seemab; SALMAN SHABBIR, Muhammad.
- BAYÓN, Erick Cuza, et al. *Revisión Bibliográfica Sobre Ensayos A Compresión En Prismas De Mampostería*. *Revista Ciencia y Construcción*, 2022, vol. 3, no 1, p. 90-109.
- BEAL, Betty, et al. *A comparison of thermal and mechanical properties of clay bricks prepared with three different Pore-Forming additives: Vermiculite, wood ash, and sawdust*. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2019, vol. 38, no 6, p. 13150.
- BENDEZÚ RUIZ, Maxs. *Aplicación de ceniza de bagazo de la caña de azúcar en ladrillos ecológicos en el distrito de Puente Piedra, Lima–2019*. 2019.
- CHÁVEZ MINAYA, Deyvi Michael; GAMARRA ABAD, Jhancarlos Darío. *Utilización de cáscaras de huevo calcinado como adición en la elaboración de unidades de albañilería en Nuevo Chimbote*. 2021.
- CHUQUIMAMANI CONDORI, Ronald Jheison. *Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos artesanales con adición de cenizas de tallo de algodón, Puno 2021*. 2021.
- CRUZ ORREGO, Nelson Koquito; LEIVA GOICOCHEA, Robert Licht. *Uso del Tereftalato de Polietileno (PET), en Reemplazo del Agregado Fino, para la Elaboración de Unidades de Albañilería, Jaén 2020*. 2022.
- DAZA-SÁNCHEZ, Olguer Enrique, et al. *Revisión bibliográfica entre el concreto auto reparable y el concreto convencional*. 2021.

- ESCANDÓN MARTEL, Josselin Vanessa. Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial en las pilas de albañilería utilizando la Massa de Dun Dun frente a un mortero convencional en el distrito de Huánuco-2019. 2019.
- GAJJAR, Pratik N., et al. An experimental and numerical contribution for understanding the in-situ shear behaviour of unreinforced masonry. *Journal of Building Engineering*, 2021, vol. 44, p. 103389.
- GAMBOA CASTRO, Denis Elmer. Determinación de la resistencia a compresión axial y resistencia al corte puro de la albañilería de ladrillos king kong de concreto fabricados artesanalmente en la ciudad de Cajabamba. 2017.
- HARJA, Maria, et al. Production and characterization of natural clay-free green building brick materials using water treatment sludge and oak wood ash. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 2022, vol. 22, no 2, p. 1-14.
- HUAYANAY TRUJILLO, Tony Atilio; SEVILLANO CALIXTO, Kelvin Arnol. Comportamiento físico-mecánica en muros portantes de ladrillo adicionando paja de ichu y ceniza de paja de cebada, Áncash-2022. 2022.
- KEVIN CHRISTOPER, Aguirre Tello; CABANILLAS MARTEL, Edgar Jorge. Cumplimiento NTP E070 y la decisión de compra de ladrillos en el Distrito Huánuco-2020. 2021.
- LOPE SOSA, Christian. Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto adicionando residuos de cenizas volantes en la ciudad de Ilo-2021. 2021.
- LÓPEZ-AMO, F.; PONS, J. M. Método de ensayo para la determinación del módulo inicial de elasticidad de las fibras individuales. *Boletín Intexter del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial*, 1981, vol. 80, p. 15-23.
- MAMANI QUISPE, Mario. Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu, Cusco-2021. 2021.
- MARTINEZ LOOR, Washington Steven. *Influencia del empleo de ladrillo artesanal de Guayaquil en el comportamiento sísmico de edificaciones de albañilería confinada de mediana altura*. 2018. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil.
- MARTINEZ MIGUEL, Henry Paul. Revisión sistemática del estudio de las patologías del concreto en la construcción en la zona costera del distrito de Huanchaco. 2021.
- MENDOZA, E. *Evaluación de las propiedades estructurales de la albañilería elaborada con unidades de arcilla fabricadas en la ciudad de Huánuco*. 2014. Tesis Doctoral. Tesis de pre grado) Universidad Nacional "Hermilio Valdizán"-Huánuco, Perú.

- MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.070, Albañilería. Lima: MVCS RNE, 2006. 15 pp.
- ORE JAIME, Christian. Incorporación de ceniza de rastrojos de quinua en muros portantes de adobe, distrito de Tambillo, Ayacucho–2022. 2022.
- PARI CONDORI, Lelys Del Carmen. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la adición de piedra pómez para la elaboración de unidades de albañilería de concreto ligero en la ciudad de Puno. 2022.
- PARRO, Carlos. Diccionario de Arquitectura y Construcción. Lima, Perú, 2015
- PONTE VEGA, Gaudencio Cristino. Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia–Lima 2017. 2017.
- PRADO ÑAUPA, Diane Ethel. Diseño de mezcla para concreto translúcido utilizando agregados que permiten el paso de luz: una revisión de la literatura científica. 2021. Oman's Ability to Attract FDI: Dunning Instrument Survey Analysis.
- QUISPE TERRONES, Elías; VEGAS CHUQUIZUTA, Francisco Temístocles. Evaluación de la influencia de ceniza de biomasa en el ladrillo para muros portantes en la ciudad de Tarapoto–2018. 2019.
- REINOSO CHICAIZA, Mayra Jissela. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión de ladrillos tradicionales y ladrillos elaborados a base de lodos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Red Casigana, como sustituto parcial de la arcilla*. 2017. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil.
- ROJAS PACO, Melany Carolina; ARBILDO HUAMANÍ, Brayam José. Ensayo de Compresión Axial y Compresión Diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna.
- SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Comentarios a la norma técnica de edificación E. 070 Albañilería. Lima, Perú: SENCICO, 2008.
- SAN BARTOLOMÉ, Angel; CASTRO MORÁN, A. Reparación de un Muro de Albañilería Confinada. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ*, 2011, p. 3-8.
- SEGURA, Jorge, et al. Experimental and numerical insights on the diagonal compression test for the shear characterisation of masonry. *Construction and Building Materials*, 2021, vol. 287, p. 122964.

- SORIANO, C. Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Lima, Perú: Mercadeando S.A. (2012).
- SWISSCONTACT. Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria. (2012)
- VALDIVIA ESPINOZA, Cristian. Determinación de la resistencia a la compresión axial y resistencia al corte de la albañilería de ladrillos pandereta de arcilla fabricado de manera industrial en la ciudad de Huánuco, 2019. 2020.
- VARGAS, Hctor Gallegos. *Albañilería estructural*. Fondo Editorial PUCP, 2005.
- VÁSQUEZ FERNÁNDEZ, Pablo Francisco. Efecto de la esbeltez en la compresión axial en pilas de albañilería, Trujillo, La Libertad, 2018. 2018.
- VILCA ENRIQUEZ, William. Comportamiento estructural de muro de albañilería confinada con unidades de ladrillo artesanal incorporando cenizas de totora, Puno 2021. 2021.
- VILLAR SANDOVAL, Darwin Vladimir. Determinación de la resistencia a compresión axial y resistencia al corte puro de la albañilería de ladrillos king kong de concreto fabricado artesanalmente en la ciudad de Trujillo. 2020.
- VLACHAKIS, Georgios; VLACHAKI, Evangelia; LOURENÇO, Paulo B. Learning from failure: Damage and failure of masonry structures, after the 2017 Lesvos earthquake (Greece). *Engineering Failure Analysis*, 2020, vol. 117, p. 104803.

## **ANEXOS**

- Anexo 1. Matriz de Consistencia
- Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables
- Anexo 3. Instrumento de recolección de datos
- Anexo 4. Cuadro de dosificación y resultados
- Anexo 5. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos
- Anexo 6. Captura de pantalla turnitin
- Anexo 7. Normativa
- Anexo 8. Constancia de ensayos de laboratorio y certificado de calidad
- Anexo 9. Ensayos de laboratorio y certificado de calidad
- Anexo 10. Panel fotográfico
- Anexo 11. Mapas y planos

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

**TITULO:** “Determinación de la Resistencia a Compresión Axial y Corte Puro de Albañilería de Ladrillos Fabricados en la Ciudad de Andahuaylas – Apurímac, 2022”

**AUTOR:** Br. Gutierrez Palomino, Emerzon

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b> ¿De qué manera influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas 2022?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar en qué medida influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas 2022.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> la adición de ceniza de fondo influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas 2022</p>	INDEPENDIENTE	Ceniza de fondo	Dosificación	0% de Ceniza de fondo	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
						10% de Ceniza de fondo	
						20% de Ceniza de fondo	
						30% de Ceniza de fondo	
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p><b>PE1:</b> ¿Cómo influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades físicas de las unidades de albañilería?</p> <p><b>PE2:</b> ¿Cómo influye la adición de ceniza de fondo en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería?</p> <p><b>PE3:</b> ¿Cuál será la dosificación óptima de ceniza de fondo para adicionar a las unidades de albañilería?</p>	<p><b>Objetivo Específicos:</b></p> <p><b>OE1:</b> Determinar la influencia de ceniza de fondo en las propiedades físicas de las unidades de albañilería</p> <p><b>OE2:</b> Determinar la influencia de ceniza de fondo en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería</p> <p><b>OE3:</b> Determinar la dosificación adecuada de adición de fondo en las unidades de albañilería.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos:</b></p> <p><b>HE1:</b> La ceniza de fondo influye positivamente en las propiedades físicas de las unidades de albañilería</p> <p><b>HE2:</b> La ceniza de fondo influye positivamente en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería</p> <p><b>HE3:</b> El porcentaje optimo de adición de ceniza de fondo no será mayor a 30% en las unidades de albañilería.</p>	DEPENDIENTE	Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería	Propiedades físicas	Absorción (%)	Ficha de recolección de datos del ensayo c
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Ficha de recolección de datos del ensayo c						
Dimensionamiento (mm)	Ficha de recolección de datos del ensayo c						
Alabeo (mm)	Ficha de recolección de datos del ensayo c						
Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión de unidades de albañilería f' b(kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de recolección de datos del ensayo c					
	Resistencia a la compresión simple de pilas (3) de albañilería (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de recolección de datos del ensayo c					
	Resistencia a la flexión de pilas (5) de albañilería(kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de recolección de datos del ensayo c					



## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

**TITULO:** “Determinación de la Resistencia a Compresión Axial y Corte Puro de Albañilería de Ladrillos Fabricados en la Ciudad de Andahuaylas – Apurímac, 2022”

**AUTOR:** Br. Gutierrez Palomino, Emerzon

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Ceniza de fondo	Residuo transportado por los ases de combustión en un horno. El material cae al fondo del horno y se separa mecánicamente. La ceniza de fondo constituye la mayor parte (60%) del total de las cenizas producidas por la combustión de madera y carbón.	Es la cantidad de ceniza de fondo que adicionado en la unidad de albañilería que busca el mejoramiento del mismo.	Dosificación	<p>0% de Ceniza de fondo</p> <hr/> <p>10% de Ceniza de fondo</p> <hr/> <p>20% de Ceniza de fondo</p> <hr/> <p>30% de ceniza de hoja de coca</p>	Razón	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Exploratorio - Explicativo.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental:</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Población:</b> Son los ladrillos artesanales de arcilla convencionales y con adiciones de ceniza de fondo del centro poblado Chaccamarca de la ciudad de Andahuaylas.</p>
Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería	Las unidades de albañilería a las que se refiere la Norma E070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades de albañilería pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares.	Se planteará combinaciones de porcentajes de ceniza de hoja de coca en suelos de subrasantes arcillosas con características deficientes con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas.	<p>Propiedades físicas</p> <hr/> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Absorción (%)</p> <hr/> <p>Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</p> <hr/> <p>Dimensionamiento (mm)</p> <hr/> <p>Alabeo (mm)</p> <hr/> <p>Resistencia a la compresión de unidades de albañilería f' b(kg/cm<sup>2</sup>)</p> <hr/> <p>Resistencia a la compresión simple de pilas (5) de albañilería (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	Razón	<p><b>Muestra:</b> Es la producción de 35 unidades de albañilería artesanales convencionales y 105 unidades de albañilería artesanales con adiciones de ceniza de fondo en diferentes proporciones.</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico</p> <p><b>Técnica:</b></p>

---

Observación directa.

**Instrumento de recolección de datos:**

- Fichas de recolección de datos
  - Equipos y herramientas de laboratorio
-

### Anexo 3. Instrumento de recolección de datos



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino

**Código**


**Instrumento** : Ensayo de Dimensionamiento

**Régión**  
**Provincia**  
**Distrito**

Muestra - Ladrillera Olivares 0% CDF	Medidas de Largo (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
Dimensión Promedio (mm)						
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						
Varianza						
Desviación estándar						
Coeficiente de variación						
Variación Dimensional (V%)						

Muestra - Ladrillera Olivares 0% CDF	Medidas de Ancho (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
Dimensión Promedio (mm)						
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						
Varianza						
Desviación estándar						
Coeficiente de variación						
Variación Dimensional (V%)						

  
Pablo Esteban Valer Pacheco  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 270174

  
Ing. Mauricio Mormontoy  
CIP. 57399





**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022  
**Solicitante** : Emerson Gutiérrez Palomino  
**Código**  
**Instrumento** : Ensayo de Alabeo

**Región**  
**Provincia**  
**Distrito**

Muestra - Ladrillera Oliveras + 0%CDF	Cara A Concavidad mm	Cara B Convexidad mm
M1 - L1		
M2 - L1		
M3 - L1		
M4 - L1		
M5 - L1		
M6 - L1		
M7 - L1		
M8 - L1		
M9 - L1		
M10 - L1		
Alabeo Promedio (mm)		
Alabeo máximo (mm)		
Varianza		
Desviación estándar		
Coefficiente de variación		

	Cara A	Cara B
Alabeo promedio (mm)	0	0
Promedio Máximo	0	0

Muestra - Ladrillera Oliveras + 10%CDF	Cara A Concavidad mm	Cara B Convexidad mm
M1 - L1		
M2 - L1		
M3 - L1		
M4 - L1		
M5 - L1		
M6 - L1		
M7 - L1		
M8 - L1		
M9 - L1		
M10 - L1		
Alabeo Promedio (mm)		
Alabeo máximo (mm)		
Varianza		
Desviación estándar		
Coefficiente de variación		

	Cara A	Cara B
Alabeo promedio (mm)	0	0
Promedio Máximo	0	0



*Mauricio Mermontoy Gonzáles*  
**Ing. Mauricio Mermontoy Gonzáles**  
**CIP 57399**

*Valer Pacheco*  
**Ing. Valer Pacheco**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP: 270174**





**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022  
**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 002-2022/CG-22-O-003  
**Instrumento** : Ensayo de Absorción  
**Fecha** : 15 de Junio

Región	: Apurímac
Provincia	: Andahuaylas
Distrito	: Talavera

Muestra -	Peso Seco (KG)	Peso Saturado(KG)	Absorción (%)
Promedio (mm)			
Varianza			
Desviación estándar			
Coeficiente de variación			

Muestra - Ladrillera Olivares + 10% CDF	Peso Seco (KG)	Peso Saturado(KG)	Absorción (%)
Promedio (mm)			
Varianza			
Desviación estándar			
Coeficiente de variación			

  
 Ing. Mauricio Mormontoy Gonzales  
 CIP 57399

  
 Pablo Esteban Valer Pacheco  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 270174







**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas,  
**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código**  
**Instrumento** : Ensayo de Resistencia a la compresión axial  
**Fecha**

Muestra - Ladrillera Olivares + 0%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alatura(cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN DE f<sub>m</sub> POR ESBELTEZ</b>									
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00			
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00			

Muestra - Ladrillera Olivares +10%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alatura(cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN DE f<sub>m</sub> POR ESBELTEZ</b>									
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00			
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00			

Muestra - Ladrillera Olivares +10%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alatura(cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN DE f<sub>m</sub> POR ESBELTEZ</b>									
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00			
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00			

  
**Pablo Esteban Váler Pacheco**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP- 270174



  
**Matiricio Mormontoy Comzáles**  
 CIP 57399



### Anexo 4. Cuadro de dosificación y resultados

	AUTOR	TÍTULO	Año	Tipo Ladrillo	Adición	Porcentajes de adición (%)	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)	Resistencia a la compresión axial en pilas (Kg/cm2)	Resistencia al corte en murtes (Kg/cm2)	Long. Fibra (mm)
<b>Tesis internacionales</b>	AGUILAR, Jessica	Elaboración de ladrillos mediante la inclusión de ceniza de carbón proveniente de la ladrillera bella vista de Tunja-Boyacá.	2019	King Kong	Ceniza de carbon	0.00		25.36	6.12	Ceniza
						5.00		27.89	8.65	
						10.00		56.65	13.36	
						15.00		33.56	9.60	
						20.00		20.32	5.60	
<b>Tesis Nacionales</b>	Valdivia	Determinación de la resistencia a la compresión axial y resistencia al corte de la albañilería de ladrillos pandereta de arcilla fabricado de manera industrial en la ciudad de Huánuco, 2019.	2022	Pandereta	Arcilla	0.00	-	31.92	5.15	Arcilla
	Villar	Determinación de la resistencia a compresión axial y resistencia al corte puro de la albañilería de ladrillos king kong de concreto fabricado artesanalmente en la ciudad de Trujillo. 2020.	2020	Concreto	Arcilla	0.00	-	38.83 - 37.08	6.43 - 5.81	Arcilla
	Vásquez	Efecto de la esbeltez en la compresión axial en pilas de albañilería, Trujillo, La Libertad, 2018.	2018	King Kong	Ceniza volante	0.00		27.37	6.50	Ceniza
						2.00		29.89	7.69	
4.00							33.65	8.65		
8.00							48.65	9.95		

## Anexo 5. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

### INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : *Mormontoy González Mauricio*  
 Institución donde se labora : *Gobierno Regional*  
 Especialidad : *Ingeniero Civil Estructuralista*  
 Instrumento de evaluación : *Ensayo de variación dimensional, Ensayo de Absorción, Ensayo de Alabeo, Ensayo de succión, Ensayo de resistencia a la compresión y Ensayo de refinancia axial*

MUY DEFICIENTE (1)      DEFICIENTE(2)      APECTABLE(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>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: <b>Ceniza de fondo</b>					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable <b>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</b> de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiente	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 objetivo, 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>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</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>						50

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO

  
 -----  
 Ing. Mauricio Mormontoy González  
 CIP 57399

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0

Ayacucho, 04 de junio 2022

## INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del experto : *Valer Pacheco Pablo Esteban*  
 Institución donde se labora : *AyV Construcción e Ingeniería Avanzada*  
 Especialidad : *Ingeniero Civil*  
 Instrumento de evaluación : *Ensayo de variación dimensional, Ensayo de Absorción, Ensayo de Alabeo, Ensayo de succión, Ensayo de resistencia a la compresión y Ensayo de refinancia axial*

		MUY DEFICIENTE (1)	DEFICIENTE(2)	APECTABLE(3)	BUENA (4)	EXCELENTE (5)
<b>CRITERIOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
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>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: <b>Ceniza de fondo</b>					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable <b>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</b> de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiente	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 objetivo, 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>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</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>						<b>4.9</b>

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.9

  
 Pablo Esteban Valer Pacheco  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 270174

Ayacucho, 01 de julio 2022

## INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto : *Huamani Gamarra Kenny*

Institución donde se labora : *Gobierno Regional*

Especialidad : *Ingeniero Civil*

Instrumento de evaluación : *Ensayo de variación dimensional, Ensayo de Absorción, Ensayo de Alabeo, Ensayo de succión, Ensayo de resistencia a la compresión y Ensayo de refinancia axial*

CRITERIOS	INDICADORES	MUY DEFICIENTE (1)      DEFICIENTE(2)      APECTABLE(3)      BUENA (4)      EXCELENTE (5)				
		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>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento acorde al conocimiento científico tecnológico innovación y legal inherente a la variable: <b>Ceniza de fondo</b>					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan originalidad y conceptual respecto a la variable <b>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</b> de la manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
Suficiente	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 objetivo, 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>Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería</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>						<b>50</b>

### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDADO Y PUEDE SER APLICADO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0



Ayacucho, 01 de julio 2022

## Anexo 6. Captura de pantalla turnitin



### Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Emerson Gutierrez Palomino  
Título del ejercicio: Monografía  
Título de la entrega: Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Alacofilería, Andahuaylas, 2022  
Nombre del archivo: PT-\_EGP-UCV-TURNITIN.docx  
Tamaño del archivo: 724.19K  
Total páginas: 73  
Total de palabras: 15,072  
Total de caracteres: 78,999  
Fecha de entrega: 14-sept.-2022 02:58p. m. (UTC-0400)  
Identificador de la entrega: 1899841214



# Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

12%

2

[www.map.es](http://www.map.es)

Fuente de Internet

9%

3

[www.icao.int](http://www.icao.int)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

5

[agenda.pucp.edu.pe](http://agenda.pucp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

## Anexo 7. Normativa



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

# **NORMA E.070** **ALBAÑILERÍA**

LIMA - PERÚ  
2020

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

## Anexo 8. Constancia de ensayos de laboratorio y certificado de calidad



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -


QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO DE LA EMPRESA  
CASAGRANDE CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

### HACE CONSTAR

Que el señor EMERSON GUTIERREZ PALOMINO, identificado con DNI N° 31475813, desarrollo el proyecto de investigación: "Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022" en las instalaciones de nuestro laboratorio, de los cuales solo el autor mencionado tiene acceso a los resultados obtenidos.

Se expide la presente constancia del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 01 de Julio del 2022



KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE BALANZA



LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 075-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-03-27

1. SOLICITANTE : CASA GRANDE  
GEOTECNICA Y  
CONCRETO S.A.C.  
DIRECCIÓN :  
Jr. Quinua N° 570- Cede  
Andahuaylas

2. INSTRUMENTO DE  
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : T24PE

NÚMERO DE SERIE : B000117JPV

ALCANCE DE  
INDICACIÓN : 100 kg

DIVISIÓN DE ESCALA  
/ RESOLUCIÓN : 0.01 kg

DIVISIÓN DE  
VERIFICACIÓN (e) : 0.01 kg

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2022-03-14

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

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

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. MASA DE G&L LABORATORIO S.A.C  
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS - LIMA

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

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

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

Gilmer Arroyo Huaman Poggioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



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

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

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

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



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	23.0 °C	23.2 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 100 kg. la balanza indicó 92.81 kg. Se ajustó y se procedió a su calibración.  
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 50.00 kg			Carga L2= 100.00 kg		
	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)
1	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
2	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
3	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001
4	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.005	0.000
5	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.004	0.001
6	50.00	0.005	0.000	100.00	0.004	0.001
7	50.00	0.008	-0.003	100.00	0.004	0.001
8	50.00	0.005	0.000	100.00	0.005	0.000
9	50.00	0.007	-0.002	100.00	0.005	0.000
10	50.00	0.006	-0.001	100.00	0.004	0.001
Diferencia Máxima			0.003	0.001		
Error máximo permitido ±			0.03 kg	± 0.03 kg		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E <sub>0</sub> (kg)	Carga (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E <sub>c</sub> (kg)
1	0.10	0.10	0.007	-0.002	30.00	30.00	0.006	-0.001	0.001
2		0.10	0.007	-0.002		30.00	0.006	-0.001	0.001
3		0.10	0.005	0.000		30.00	0.006	-0.001	-0.001
4		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.007	-0.002	-0.001
5		0.10	0.006	-0.001		30.00	0.005	0.000	0.001

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0.03 kg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E <sub>c</sub> (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E <sub>c</sub> (kg)	
0.10	0.10	0.007	-0.002	0.000	0.10	0.006	-0.001	0.001	0
0.20	0.20	0.007	-0.002	0.000	0.20	0.006	-0.001	0.001	0
5.00	5.00	0.006	-0.001	0.001	5.00	0.007	-0.002	0.000	0
10.00	10.00	0.007	-0.002	0.000	10.00	0.007	-0.002	0.000	0
20.00	20.00	0.006	-0.001	0.001	20.00	0.006	-0.001	0.001	0
30.00	30.00	0.007	-0.002	0.000	30.00	0.007	-0.002	0.000	0
50.00	50.00	0.005	0.000	0.002	50.00	0.006	-0.001	0.001	0
60.00	60.00	0.005	0.000	0.002	60.00	0.006	-0.001	0.001	0
70.00	70.00	0.005	0.000	0.002	70.00	0.006	-0.001	0.001	0
80.00	80.00	0.004	0.001	0.003	80.00	0.005	0.000	0.002	0
100.00	100.00	0.004	0.001	0.003	100.00	0.004	0.001	0.003	0

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 3,185E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,765E-08 \text{ kg}^2 + 494E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



# CERTIFICADO DE LA PRENSA



## Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-22933-005 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	R31P30	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	83374290343	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	BLZ - 008	
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	30000 g	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

### Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero  
Métrologo Laboratorio de Metrología

LMP-342-01 R7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	83374290343
<b>Identificación Interna</b>	BLZ - 008
<b>Resolución</b>	1 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 30000 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas F1 y F1
<b>Clase de exactitud</b>	M-4689 Unión Metroológica / M-20832-001 PINZUAR / M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios
<b>Certificado No.</b>	
<b>Documento de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4.5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.  
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k <sup>1</sup> , p=95,45%
1,00	1	1	0,00	0,00	0,82	2,01
500,00	500	500	0,00	0,00	0,82	2,01
1 000,00	1 000	1 000	0,00	0,00	0,82	2,01
2 000,00	2 000	2 000	0,00	0,00	0,82	2,01
5 000,02	5 000	5 000	-0,02	-0,02	0,82	2,01
10 000,01	10 000	10 000	-0,01	-0,01	0,82	2,01
15 000,03	15 000	15 000	-0,03	-0,03	0,82	2,01
20 000,02	20 000	20 000	-0,02	-0,02	0,82	2,01
25 000,04	25 000	25 000	-0,04	-0,04	0,82	2,01
30 000,04	30 000	30 000	-0,04	-0,04	0,82	2,01

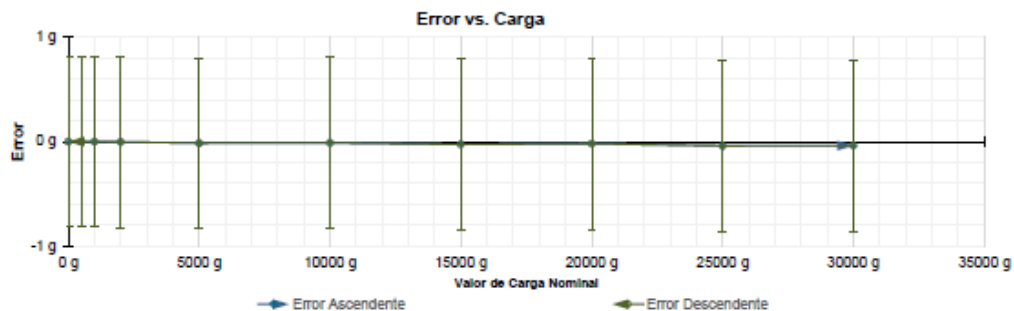


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

<sup>1</sup> Factor de cobertura  
LM-PC-24-F-01 R7.0



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

**Tabla 2.**

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 10000 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
---	g	g
1	10 000	---
2	10 000	0
3	10 000	0
4	10 000	0
5	10 000	0
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0</b>

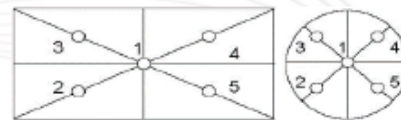


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

**Tabla 3.**

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	15000 g	30000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	15 000	30 000
2	15 000	30 000
3	15 000	30 000
4	15 000	30 000
5	15 000	30 000
6	15 000	30 000
7	15 000	30 000
8	15 000	30 000
9	15 000	30 000
10	15 000	30 000
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,00 g</b>	<b>0,00 g</b>

**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la calibración fue Laboratorio, INGEOCON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.; Huamanga - Ayacucho. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	20,5 °C	Temperatura Mínima:	20,1 °C
Humedad Máxima:	47 % HR	Humedad Mínima:	46 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1000,1 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1000,0 hPa

LMPC-24-F-01 R7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



#### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = -1,37 E-06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 E-01 + 6,58 E-12 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

#### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



#### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-005**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° de Certificado	: 0461-MPES-C-2022	Página 1 de 3
N° de Orden de trabajo	: 0157	
<b>1. SOLICITANTE</b>	: <b>CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC</b>	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".
DIRECCIÓN	: Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho	
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: <b>BALANZA</b>	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: NV622ZH	
NÚMERO DE SERIE	: 8341485945	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 620 g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d)	: 0,01 g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-016 (*)	PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
TIPO DE INDICACIÓN	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-03-20	

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:  
Procedimiento para la Calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (PC - 001 del INACAL, Primera Edición - Mayo 2019).
- 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Av. Condevilla 1269 - Callao

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Sello	Fecha de Emisión	Autorizado por
	2022-03-28	 Sandra Jurupe Melgarejo Gerente Técnico



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0461-MPES-C-2022**

Página 2 de 3

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	19,9 °C
Humedad Relativa	69,8 %	61,9 %

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

**7. OBSERVACIONES**

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

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

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

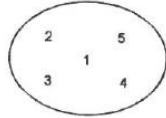
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	20,4 °C			20,9 °C		
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	300,00	5	0	600,00	13	-8
2	300,01	6	9	600,00	12	-7
3	300,00	5	0	599,99	13	-18
4	300,00	6	-1	600,00	12	-7
5	300,00	6	-1	600,00	12	-7
6	300,00	6	-1	600,00	12	-7
7	300,00	5	0	600,00	13	-8
8	300,01	7	8	599,99	11	-16
9	300,01	7	8	600,00	13	-8
10	300,00	6	-1	600,00	13	-8
Diferencia Máxima			10			
Error máximo permitido ±			300 mg	± 300 mg		



KENNY HUAMANI CAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



Vista Frontal

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0461-MPES-C-2022**

Página 3 de 3

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>s</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	K(g)	ΔL(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	Carga (g)	K(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	0,10	0,10	14	-9	200,00	200,01	12	3	12
2		0,11	15	0		200,01	7	8	8
3		0,10	14	-9		200,01	16	-1	8
4		0,11	12	3		199,99	12	-17	-20
5		0,11	12	3		199,99	7	-12	-15

Temp. (°C) Inicial: 20,5 °C Final: 20,0 °C

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200 mg

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	K(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	K(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
0,10	0,10	10	-5						
0,20	0,21	15	0	5	0,20	7	-2	3	100
2,00	2,01	14	1	6	2,00	12	-7	-2	100
10,00	10,02	16	9	14	10,00	7	-2	3	100
50,00	50,02	12	13	18	50,00	12	-7	-2	100
100,00	100,02	12	13	18	99,99	7	-12	-7	200
150,00	150,02	11	14	19	150,00	15	-10	-5	200
200,00	200,02	10	15	20	200,00	7	-2	3	200
400,00	400,02	10	15	20	400,01	14	1	6	300
600,00	600,01	12	3	8	600,01	14	1	6	300
620,00	620,01	10	5	10	620,01	10	5	10	300

Temp. (°C) Inicial: 20,1 °C Final: 19,9 °C

(\*\*) error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000056 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,000088 \text{ g}^2 + 0,0000000029 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Fin del certificado de calibración

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 150033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas**  
*Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory*

**M-22933-002 R0**

Page / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	NO PRESENTA
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	ING - 021
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	No Presenta
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	BLZ - 003
<b>Carga Máxima</b> <i>Maximum load</i>	2000 g
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Quinua 570
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 03 - 23
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 29

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos**  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

04

*Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.*  
*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan el Certificado**  
*Signatures Authorizing the Certificate*

Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-24-F-31 R7.0

KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1033-72 | Tlf: 57 (1) 346 4555 3174233540 | Email: metrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**DATOS TÉCNICOS**

<b>Método Empleado</b>	Comparación Directa
<b>Número de Serie</b>	No Presenta
<b>Identificación Interna</b>	BLZ - 003
<b>Resolución</b>	0,01 g
<b>Intervalo Calibrado</b>	1 g a 2000 g
<b>Instrumentos de Referencia</b>	Pesas cilíndricas
<b>Clase de exactitud</b>	F1
<b>Certificado No.</b>	M-20845-002 PINZUAR /CAP-401-20 WR Laboratorios
<b>Documento de Referencia</b>	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

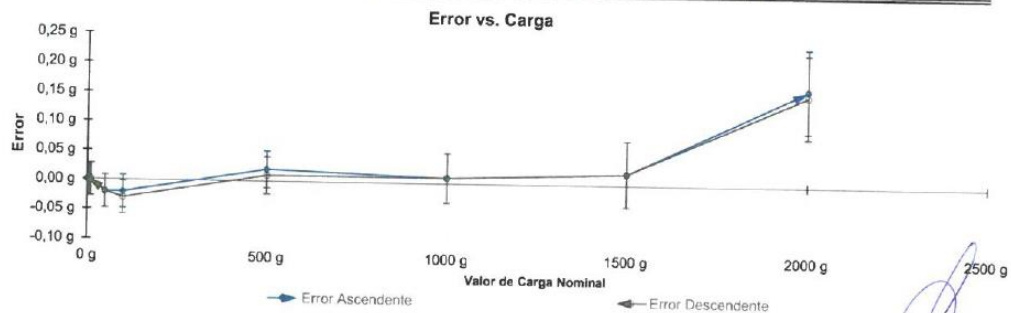
Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

**Tabla 1.**

Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ±g	k <sup>1</sup> , p=95,45%
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,028	2,25
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,028	2,25
5,000	5,00	5,00	0,000	0,000	0,028	2,25
10,000	10,00	10,00	0,000	0,000	0,028	2,25
50,000	49,98	49,98	- 0,020	- 0,020	0,028	2,25
100,000	99,98	99,97	- 0,020	- 0,030	0,028	2,25
500,000	500,02	500,01	0,020	0,010	0,031	2,11
1 000,000	1 000,01	1 000,01	0,010	0,010	0,042	2,03
1 500,000	1 500,02	1 500,02	0,020	0,020	0,056	2,02
1 999,997	2 000,16	2 000,15	0,163	0,153	0,071	2,01



<sup>1</sup> Factor de cobertura  
LM-PC-24-F-01 R7.0

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 700 g

Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
---	g	g
1	699,97	---
2	699,97	0,00
3	699,93	-0,04
4	699,93	-0,04
5	699,99	0,02
<b>Diferencia máxima respecto al centro</b>		<b>0,04</b>

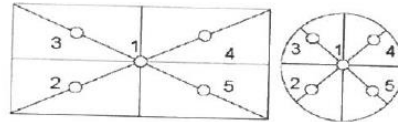


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

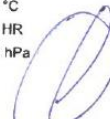
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	1000 g	2000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	1000,02	2000,16
2	1000,00	2000,16
3	999,99	2000,14
4	1000,01	2000,16
5	1000,00	2000,17
6	1000,03	2000,16
7	1000,01	2000,17
8	1000,02	2000,16
9	1000,01	2000,16
10	1000,01	2000,15
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0,011 5 g</b>	<b>0,008 8 g</b>

## CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Máxima: 18,0 °C  
 Humedad Máxima: 50 % HR  
 Presión Barométrica Máxima: 1000,1 hPa

Temperatura Mínima: 17,0 °C  
 Humedad Mínima: 49 % HR  
 Presión Barométrica Mínima: 1000,0 hPa



**KENNY HUMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP # 130033  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

LM-PC-24-F-01 R7.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. B #103B 72 I.FRx. 67 (1) 745 4555 - 3174233640 | [labmetrologia@pinzuar.com.co](mailto:labmetrologia@pinzuar.com.co) | [WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)



### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura  $R$ , y también obtener su incertidumbre expandida  $U_R$ .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde  $R$  es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 3,58 E-05 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,50 E-04 + 5,42 E-08 R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor  $k = 2$ , que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de  $k$  en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/N.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



### OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-002**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° de Certificado	: 0462-MPES-C-2022	Página 1 de 3
N° de Orden de trabajo	: 0157	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".
<b>1. SOLICITANTE</b>	: <b>CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC</b>	
DIRECCIÓN	: Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho	
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: <b>BALANZA</b>	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: PC4202E	
NÚMERO DE SERIE	: B830176178	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 4200 g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d)	: 0,01 g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-018 (*)	
TIPO DE INDICACIÓN	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-03-21	PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN


Av. Condevilla 1269 - Callao



Fecha de Emisión

2022-03-28

Autorizado por

  
Sandra Jurupe Melgarejo  
Gerente Técnico

  
Kenny Huamani Gamarra  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0462-MPES-C-2022**

Página 2 de 3

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	20,8 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	69,3 %	67,2 %

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

**7. OBSERVACIONES**

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

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

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

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

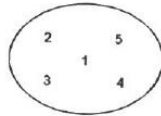
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g		Carga L2= 4 000,00 g	
	l(g)	ΔL(mg)	l(g)	ΔL(mg)
1	2 000,00	9	4 000,00	11
2	2 000,01	10	4 000,00	12
3	2 000,00	9	4 000,00	12
4	2 000,00	9	4 000,00	12
5	2 000,00	10	4 000,00	12
6	2 000,00	10	4 000,00	11
7	2 000,00	10	4 000,00	11
8	2 000,01	9	4 000,00	12
9	2 000,00	9	4 000,00	12
10	2 000,00	10	4 000,00	12
Diferencia Máxima		11	1	
Error máximo permitido ±		200 mg	± 300 mg	



KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130833  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0462-MPES-C-2022**  
Página 3 de 3

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Vista Frontal

Posición de la Carga	Temp. (°C)								
	Inicial		Final						
	19,7 °C								
	20,2 °C								
Carga mínima (g)	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	0,20	8	-3		1 500,00	1 499,99	10	-15	-12
2	0,19	12	-17			1 499,99	7	-12	5
3	0,20	9	-4			1 500,00	5	0	4
4	0,19	5	-10			1 499,99	10	-15	-5
5	0,19	7	-12			1 500,00	7	-2	10
(*) valor entre 0 y 10 e									
Error máximo permitido: ± 200 mg									

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L(g)	Temp. (°C)								
	Inicial		Final						
	20,3 °C								
	20,0 °C								
Carga l(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
0,20	0,20	7	-2						
0,50	0,50	8	-3	-1	0,49	5	-10	-8	100
100,00	99,99	2	-7	-5	99,99	7	-12	-10	100
200,00	200,00	5	0	2	199,99	6	-11	-9	100
500,00	500,01	5	10	12	500,00	9	-4	-2	100
1 000,00	1 000,01	9	6	6	999,99	6	-11	-9	200
1 500,00	1 500,00	8	-3	-1	1 499,99	8	-13	-11	200
2 000,00	2 000,00	7	-2	0	1 999,97	5	-30	-28	200
3 000,00	3 000,00	9	-4	-2	2 999,97	9	-34	-32	300
4 000,00	3 999,96	4	-39	-37	3 999,96	9	-54	-52	300
4 200,00	4 199,94	7	-62	-60	4 199,94	7	-62	-60	300

(\*\*) error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000041 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,00011 \text{ g}^2 + 0,0000000016 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>g</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Fin del certificado de calibración

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

	N° de Certificado : 0463-MPES-C-2022	Página 1 de 3
	N° de Orden de trabajo : 0157	
<b>1. SOLICITANTE</b>	<b>CASAGRANDE CONSULTORIA Y CONSTRUCCION SAC</b>	
DIRECCIÓN	: Jr. Quinua 570 Ayacucho - Huamanga - Ayacucho	
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	<b>BALANZA</b>	
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: AX8201/E	
NÚMERO DE SERIE	: B904149789	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 8200 g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d)	: 0,1 g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e)	: 1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-019 (*)	
TIPO DE INDICACIÓN	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2022-03-21	

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

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

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

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



### 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condevilla 1269 - Callao

Seilo	Fecha de Emisión	Autorizado por
	2022-03-28	 <hr style="width: 100%;"/> Sandra Jurupe Melgarejo Gerente Técnico



KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0463-MPES-C-2022**

Página 2 de 3

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	60,6 %	69,5 %

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 192 - 2020

**7. OBSERVACIONES**

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

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

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
DISCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

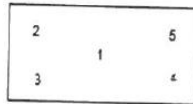
Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	Temp. (°C) 20,6 °C 19,7 °C					
	Carga L1= 4 000,0 g			Carga L2= 8 000,0 g		
	I(g)	ΔI(mg)	E(mg)	I(g)	ΔI(mg)	E(mg)
1	4 000,1	70	80	8 000,1	50	100
2	4 000,0	70	-20	8 000,2	60	190
3	4 000,1	60	90	8 000,1	50	100
4	4 000,0	60	-10	8 000,1	60	80
5	4 000,0	60	-10	8 000,1	60	90
6	4 000,1	80	70	8 000,1	70	80
7	4 000,1	70	80	8 000,1	60	90
8	4 000,1	70	80	8 000,1	60	90
9	4 000,0	60	-10	8 000,2	70	180
10	4 000,0	60	-10	8 000,1	50	100
Diferencia Máxima	110			110		
Error máximo permitido ±	1 000 mg			± 2 000 mg		



KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
E.O.P. N° 120033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0463-MPES-C-2022**

Página 3 de 3



Vista Frontal

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>2</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	2,0	2,0	60	-10	3 000,0	3 000,0	50	0	10
2		2,0	80	-30		3 000,0	70	-20	10
3		2,0	90	-40		3 000,0	70	-20	20
4		2,0	80	-30		3 000,1	50	100	130
5		2,0	80	-30		3 000,1	70	80	110

Temp. (°C) Inicial: 19,7 °C Final: 20,8 °C

(\*) valor entre 0 y 10 s

Error máximo permitido : ± 1 000 mg

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
2,0	2,0	70	-20						
5,0	5,0	70	-20	0	4,9	30	-80	-60	1 000
100,0	100,0	70	-20	0	100,0	80	-30	-10	1 000
200,0	200,0	80	-30	-10	200,0	70	-20	0	1 000
500,0	500,0	60	-10	10	499,9	80	-130	-110	1 000
1 000,0	1 000,0	50	0	20	999,9	70	-120	-100	1 000
1 500,0	1 500,0	40	10	30	1 499,9	80	-130	-110	1 000
2 000,0	2 000,0	20	30	50	1 999,9	70	-120	-100	1 000
4 000,0	4 000,1	40	110	130	3 999,9	80	-130	-110	1 000
6 000,0	6 000,2	50	200	220	5 999,9	20	-70	-50	2 000
8 200,0	8 200,3	40	310	330	8 200,3	40	310	330	2 000

Temp. (°C) Inicial: 19,9 °C Final: 20,4 °C

(\*\*) error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000036 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,011 \text{ g}^2 + 0,0000000033 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Fin del certificado de calibración

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 130033  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

Anexo 9. Ensayos de laboratorio y certificado de calidad



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL  
(NTP 399.613 – NTP 399.604)**

**INF. N° 001-2022/CG-22-O-003**

**PROYECTO**

“Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022”


**SOLICITANTE**

EMERSON GUTIERREZ PALOMINO

**Fecha**

JUNIO DEL 2022

---

  
KENNY HUAMANI GAM  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -


**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurimac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares	Medidas de Largo (mm)					Medida Promedio (mm)
0% CDF	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
M1 - L1	207.5	207.2	207.3	207.5	207.4	207.38
M2 - L1	207.2	207.6	206.9	207.3	207.6	207.32
M3 - L1	207.4	207.4	207.2	206.3	208.1	207.28
M4 - L1	205.5	207.2	207.1	207.3	206.4	206.70
M5 - L1	207.5	207.5	207.3	205.3	207.4	207.00
M6 - L1	206.9	207.9	207.3	207.5	207.4	207.40
M7 - L1	207.5	207.2	207.2	207.4	205.4	206.94
M8 - L1	205.5	207.2	207.9	207.4	208	207.20
M9 - L1	207.5	207.3	207.9	207.3	206.2	207.24
M10 - L1	207.6	207.4	207.4	206.3	207.4	207.22
Dimensión Promedio (mm)						207.168
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						210.00
Varianza						0.049
Desviación estandar						0.222
Coeficiente de variación						0.11%
Variación Dimensional (V%)						1.35%

Muestra - Ladrillera Olivares	Medidas de Ancho (mm)					Medida Promedio (mm)
0% CDF	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
M1 - L1	112.5	112.5	112.9	111.5	111.6	112.20
M2 - L1	111.2	111.2	113.5	111.2	111.3	111.68
M3 - L1	111.5	111.5	111.6	112.5	112.5	111.92
M4 - L1	110.6	111.5	111.5	111.9	110.6	111.22
M5 - L1	111.1	111.6	113.1	113.1	111.1	112.00
M6 - L1	113.0	113.0	113.0	113.0	113.0	113.00
M7 - L1	112.0	110.0	110.2	112.0	111.0	111.04
M8 - L1	110.7	111.2	112.7	111.6	111.6	111.56
M9 - L1	112.0	112.0	112.0	112.0	112.0	112.00
M10 - L1	112.0	111.0	110.0	111.0	111.0	111.00
Dimensión Promedio (mm)						111.762
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						110.00
Varianza						0.367
Desviación estandar						0.606
Coeficiente de variación						0.54%
Variación Dimensional (V%)						-1.60%

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares	Medidas de Altura (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
0% CDF						
M1 - L1	81.6	81.6	83.3	83.4	81.6	82.30
M2 - L1	81.5	82.3	84.5	82.3	84.5	83.02
M3 - L1	81.6	83.9	81.6	83.9	81.6	82.52
M4 - L1	82.3	82.4	82.3	82.4	82.3	82.34
M5 - L1	84.4	84.4	84.4	84.4	82.3	83.98
M6 - L1	81.6	82.0	82.6	82.3	81.3	81.96
M7 - L1	81.8	81.4	81.6	82.4	82.8	82.00
M8 - L1	81.6	82.3	81.6	84.8	82.3	82.52
M9 - L1	82.0	82.2	82.0	82.2	82.0	82.08
M10 - L1	82.6	82.3	81.6	82.3	81.6	82.08
Dimensión Promedio (mm)						82.48
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						80.00
Varianza						0.380
Desviación estándar						0.616
Coeficiente de variación						0.75%
Variación Dimensional (V%)						-3.10%

  
-----  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo + 10% CDF  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurimac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares	Medidas de Largo (mm)					Medida Promedio (mm)
	10% CDF	M-01	M-02	M-03	M-04	
M1 - L1	207.5	207.2	207.3	207.5	207.4	207.78
M2 - L1	207.2	207.6	206.9	207.3	207.6	207.32
M3 - L1	208.4	207.4	207.2	207.1	208.1	207.64
M4 - L1	205.5	207.2	207.1	207.1	206.4	206.66
M5 - L1	208.5	207.5	207.1	205.3	207.4	207.16
M6 - L1	206.4	208.9	207.3	207.5	208.4	207.70
M7 - L1	207.5	207.2	206.2	207.4	205.4	206.74
M8 - L1	206.5	206.2	207.4	208.4	208.3	207.36
M9 - L1	207.5	207.3	207.9	207.3	206.2	207.24
M10 - L1	207.6	208.4	205.4	206.1	207.1	206.92
Dimensión Promedio (mm)						207.252
Dimensión Especifica por Fabricante (mm)						210.00
Varianza						0.153
Desviación estándar						0.391
Coeficiente de variación						0.19%
Variación Dimenncional (V%)						1.31%

Muestra - Ladrillera Olivares	Medidas de Ancho (mm)					Medida Promedio (mm)
	10% CDF	M-01	M-02	M-03	M-04	
M1 - L1	111.1	111.6	113.1	113.1	111.1	112.00
M2 - L1	111.3	111.0	113.5	111.2	113.4	112.08
M3 - L1	112.5	112.6	111.6	112.5	111.6	112.16
M4 - L1	110.6	111.9	111.5	111.9	111.5	111.48
M5 - L1	111.1	111.6	113.5	113.2	113.1	112.50
M6 - L1	111.1	113.0	113.0	113.0	113.0	112.62
M7 - L1	111.0	111.6	113.1	113.1	111.1	111.98
M8 - L1	111.6	111.2	112.7	111.6	112.7	111.96
M9 - L1	112.0	112.3	111.9	112.0	112.0	112.04
M10 - L1	111.0	111.0	110.0	111.0	110.0	110.60
Dimensión Promedio (mm)						111.942
Dimensión Especifica por Fabricante (mm)						110.00
Varianza						0.319
Desviación estándar						0.564
Coeficiente de variación						0.50%
Variación Dimenncional (V%)						-1.77%

---

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 130333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo +10%CDF  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares 10% CDF	Medidas de Altura (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
M1 - L1	83.3	81.6	82.3	83.5	83.3	82.80
M2 - L1	82.5	82.3	84.5	82.3	82.3	82.78
M3 - L1	81.6	83.9	81.6	83.9	81.6	82.52
M4 - L1	82.3	82.4	82.3	82.6	82.3	82.38
M5 - L1	84.4	84.4	84.4	84.4	84.4	84.40
M6 - L1	82.6	82.0	82.6	82.3	82.3	82.36
M7 - L1	81.6	81.4	81.6	82.4	81.6	81.72
M8 - L1	81.6	82.3	81.6	82.0	81.6	81.82
M9 - L1	82.0	82.2	81.9	83.2	82.0	82.26
M10 - L1	81.5	82.3	81.6	82.3	81.6	81.86
Dimensión Promedio (mm)						82.49
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						80.00
Varianza						0.594
Desviación estandar						0.771
Coeficiente de variación						0.93%
Variación Dimenncional (V%)						-3.11%

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo +20%CDF  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares 20% CDF	Medidas de Largo (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
M1 - L1	207.5	207.2	207.3	207.5	207.4	207.38
M2 - L1	205.5	207.2	207.1	207.3	206.4	206.70
M3 - L1	207.4	207.4	207.2	206.3	208.1	207.28
M4 - L1	205.5	207.2	207.1	207.3	206.4	206.70
M5 - L1	207.5	207.5	207.3	205.3	207.4	207.00
M6 - L1	206.9	207.9	207.3	207.5	207.4	207.40
M7 - L1	207.5	207.2	207.2	207.4	205.4	206.94
M8 - L1	205.5	207.2	207.1	207.3	206.4	206.70
M9 - L1	207.5	207.3	207.9	207.3	206.2	207.24
M10 - L1	207.6	207.4	207.4	206.3	207.4	207.22
Dimensión Promedio (mm)						207.056
Dimensión Especifica por Fabricante (mm)						210.00
Varianza						0.081
Desviación estandar						0.285
Coeficiente de variación						0.14%
Variación Dimenncional (V%)						1.40%

Muestra - Ladrillera Olivares 20% CDF	Medidas de Ancho (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
M1 - L1	112.5	112.5	112.9	111.5	111.1	112.10
M2 - L1	111.1	111.6	113.1	113.1	111.3	112.04
M3 - L1	111.5	111.5	111.6	112.5	112.5	111.92
M4 - L1	110.6	111.5	111.5	111.9	110.6	111.22
M5 - L1	111.1	111.6	113.1	113.1	111.1	112.00
M6 - L1	113.0	113.0	113.0	113.0	111.1	112.62
M7 - L1	112.0	110.0	110.2	112.0	111.0	111.04
M8 - L1	110.7	111.2	112.7	111.6	111.6	111.56
M9 - L1	111.1	111.6	113.1	113.1	112.0	112.18
M10 - L1	112.0	111.0	110.0	111.0	111.0	111.00
Dimensión Promedio (mm)						111.768
Dimensión Especifica por Fabricante (mm)						110.00
Varianza						0.291
Desviación estandar						0.540
Coeficiente de variación						0.48%
Variación Dimenncional (V%)						-1.61%

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO




**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo +20CDF  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares	Medidas de Altura (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
20% CDF						82.42
M1 - L1	83.3	81.6	82.3	83.5	81.4	83.18
M2 - L1	82.3	82.3	84.5	82.3	84.5	82.52
M3 - L1	81.6	83.9	81.6	83.9	81.6	82.22
M4 - L1	82.3	81.6	82.3	83.5	81.4	83.98
M5 - L1	84.4	84.4	84.4	84.4	82.3	82.10
M6 - L1	82.3	82.0	82.6	82.3	81.3	81.96
M7 - L1	81.6	81.4	81.6	82.4	82.8	82.52
M8 - L1	81.6	82.3	81.6	84.8	82.3	82.16
M9 - L1	82.0	81.6	82.3	83.5	81.4	81.88
M10 - L1	81.6	82.3	81.6	82.3	81.6	82.494
Dimensión Promedio (mm)						80.00
Dimensión Especifica por Fabricante (mm)						0.410
Varianza						0.640
Desviación estandar						0.78%
Coeficiente de variación						-3.12%
Variación Dimenncional (V%)						

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo +30%CDF  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares 30% CDF	Medidas de Largo (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
M1 - L1	205.5	207.2	207.1	207.3	206.4	206.70
M2 - L1	207.2	207.6	206.9	207.3	207.6	207.32
M3 - L1	207.4	207.4	207.2	206.3	208.1	207.28
M4 - L1	205.5	207.2	207.1	207.3	206.4	206.70
M5 - L1	207.5	207.5	207.3	205.3	207.4	207.00
M6 - L1	206.9	207.9	207.3	207.5	207.4	207.40
M7 - L1	207.5	207.2	207.2	207.4	205.4	206.94
M8 - L1	205.5	207.2	207.9	207.4	208	207.20
M9 - L1	207.5	207.3	207.9	207.3	206.2	207.24
M10 - L1	205.5	207.2	207.1	207.3	206.4	206.70
Dimensión Promedio (mm)						207.048
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						210.00
Varianza						0.077
Desviación estándar						0.277
Coeficiente de variación						0.13%
Variación Dimensional (V%)						1.41%

Muestra - Ladrillera Olivares 30% CDF	Medidas de Ancho (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
M1 - L1	111.1	111.6	113.1	113.1	111.1	112.00
M2 - L1	111.2	111.2	113.5	111.2	111.3	111.68
M3 - L1	111.5	111.5	111.6	112.5	112.5	111.92
M4 - L1	110.6	111.5	111.5	111.9	110.6	111.22
M5 - L1	111.1	111.6	113.1	113.1	111.1	112.00
M6 - L1	111.1	111.6	113.1	113.1	111.1	112.00
M7 - L1	112.0	110.0	110.2	112.0	111.0	111.04
M8 - L1	110.7	111.2	112.7	111.6	111.6	111.56
M9 - L1	112.0	112.0	112.0	112.0	112.0	112.00
M10 - L1	112.0	111.0	110.0	111.0	111.0	111.00
Dimensión Promedio (mm)						111.642
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						110.00
Varianza						0.172
Desviación estándar						0.415
Coeficiente de variación						0.37%
Variación Dimensional (V%)						-1.49%

  
**KENNY HUAMANI GAMARFA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO




**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo +30%CDF  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurimac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares 30% CDF	Medidas de Altura (mm)					Medida Promedio (mm)
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	
M1 - L1	81.6	81.6	83.3	83.4	81.6	82.30
M2 - L1	83.3	81.6	82.3	83.5	81.4	82.42
M3 - L1	81.6	83.9	81.6	83.9	81.6	82.52
M4 - L1	82.3	82.4	82.3	82.4	82.3	82.34
M5 - L1	84.4	84.4	84.4	84.4	82.3	83.98
M6 - L1	83.3	81.6	82.3	83.5	81.4	82.42
M7 - L1	81.8	81.4	81.6	82.4	82.8	82.00
M8 - L1	81.6	82.3	81.6	84.8	82.3	82.52
M9 - L1	82.0	82.2	82.0	82.2	82.0	82.08
M10 - L1	82.6	82.3	81.6	82.3	81.6	82.08
Dimensión Promedio (mm)						82.466
Dimensión Específica por Fabricante (mm)						80.00
Varianza						0.318
Desviación estándar						0.564
Coeficiente de variación						0.68%
Variación Dimensional (V%)						-3.08%

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ENSAYO DE ABSORCIÓN**  
**(NTP 399.604 - NTP 399.613)**

**INF. N° 002-2022/CG-22-O-003**

**PROYECTO**

“Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022”


**SOLICITANTE**

EMERSON GUTIERREZ PALOMINO

**Fecha**

JUNIO DEL 2022

---

  
KENNY HUAMANI GAMARRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASA GRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino

**Código** : INF. N° 002-2022/CG-22-O-003

**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo

**Fecha** : 15 de Junio

<b>Región</b>	: Apurímac
<b>Provincia</b>	: Andahuaylas
<b>Distrito</b>	: Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares + 0%CDF	Peso Seco (KG)	Peso Saturado(KG)	Absorción (%)
M1 - L1	2.879	3.407	18.34%
M2 - L1	2.889	3.482	20.53%
M3 - L1	2.896	3.455	19.30%
M4 - L1	2.782	3.423	23.04%
M5 - L1	2.797	3.505	25.31%
M6 - L1	2.864	3.495	22.03%
M7 - L1	2.862	3.41	19.15%
M8 - L1	2.749	3.465	26.05%
M9 - L1	2.801	3.509	25.28%
M10 - L1	2.86	3.404	19.02%
<b>Promedio (mm)</b>			<b>21.80%</b>
<b>Varianza</b>			<b>0.00087</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.03</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>13.56%</b>

Muestra - Ladrillera Olivares + 10%CDF	Peso Seco (KG)	Peso Saturado(KG)	Absorción (%)
M1 - L1	2.883	3.431	19.01%
M2 - L1	2.896	3.501	23.86%
M3 - L1	3.059	3.481	13.80%
M4 - L1	2.784	3.466	24.50%
M5 - L1	2.901	3.499	20.61%
M6 - L1	2.87	3.524	22.79%
M7 - L1	2.977	3.425	15.05%
M8 - L1	2.694	3.483	29.29%
M9 - L1	2.7	3.551	31.52%
M10 - L1	2.901	3.447	18.82%
<b>Promedio (mm)</b>			<b>22.32%</b>
<b>Varianza</b>			<b>0.00385</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.06</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>27.54%</b>

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
MACIZO CNI



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino

**Código** : INF. N° 002-2022/CG-22-O-003

**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo

**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac

**Provincia** : Andahuaylas

**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares + 20% CDF	Peso Seco (KG)	Peso Saturado(KG)	Absorción (%)
M1 - L1	2.999	3.443	14.80%
M2 - L1	2.792	3.4576	23.84%
M3 - L1	2.921	3.484	19.27%
M4 - L1	2.65	3.514	32.60%
M5 - L1	2.919	3.572	22.37%
M6 - L1	2.861	3.495	22.16%
M7 - L1	2.935	3.41	16.18%
M8 - L1	2.629	3.465	31.80%
M9 - L1	2.691	3.509	30.40%
M10 - L1	2.854	3.404	19.27%
Promedio (mm)			<b>23.27%</b>
Varianza			<b>0.00408</b>
Desviación estándar			<b>0.06</b>
Coeficiente de variación			<b>27.44%</b>

Muestra - Ladrillera Olivares + 30% CDF	Peso Seco (KG)	Peso Saturado(KG)	Absorción (%)
M1 - L1	2.883	3.563	23.59%
M2 - L1	2.696	3.548	31.60%
M3 - L1	3.059	3.481	13.80%
M4 - L1	2.701	3.466	28.32%
M5 - L1	2.901	3.499	20.61%
M6 - L1	2.87	3.524	22.79%
M7 - L1	2.977	3.425	15.05%
M8 - L1	2.694	3.483	29.29%
M9 - L1	2.68	3.551	32.50%
M10 - L1	2.901	3.891	34.13%
Promedio (mm)			<b>25.17%</b>
Varianza			<b>0.00514</b>
Desviación estándar			<b>0.07</b>
Coeficiente de variación			<b>28.50%</b>

**KENNY HUAMANI GAIMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
N° 10333  
CONCRETO





**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ENSAYO DE ALABEO  
(NTP 399.613)**

**INF. N° 003-2022/CG-22-O-003**

**PROYECTO**

“Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022”

**SOLICITANTE**

EMERSON GUTIERREZ PALOMINO

**Fecha**

JUNIO DEL 2022

---

  
KENNY HUAMANI GAMBOA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino

**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-0-003

**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo

**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac

**Provincia** : Andahuaylas

**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares + 0% CDF	Cara A		Cara B	
	Concavidad mm	Convexidad mm	Concavidad mm	Convexidad mm
M1 - L1	2.1	3.5	3.5	3.5
M2 - L1	1.8	3.8	3.8	3.8
M3 - L1	0	2.7	2.7	2.7
M4 - L1	1.1	2.1	2.1	2.1
M5 - L1	1.5	4.1	4.1	4.1
M6 - L1	0.5	2.1	2.1	2.1
M8 - L1	0	3.1	3.1	3.1
M9 - L1	1.5	2.1	2.1	2.1
M10 - L1	1.4	3.5	3.5	3.5
Alabeo Promedio (mm)	1.04	3.05	3.05	3.05
Alabeo máximo (mm)	2.1	4.1	4.1	4.1
Varianza	0.56	0.57	0.57	0.57
Desviación estándar	0.75	0.75	0.75	0.75
Coefficiente de variación	72%	25%	25%	25%

	Cara A	Cara B
Alabeo promedio (mm)	1.04	3.05
Promedio Máximo	2.1	4.1

Muestra - Ladrillera Olivares + 10% CDF	Cara A		Cara B	
	Concavidad mm	Convexidad mm	Concavidad mm	Convexidad mm
M1 - L1	2.2	4.5	4.5	4.5
M2 - L1	1.7	3.5	3.5	3.5
M3 - L1	0.5	2.8	2.8	2.8
M4 - L1	1.2	2.5	2.5	2.5
M5 - L1	1.2	3.8	3.8	3.8
M6 - L1	1.4	2.1	2.1	2.1
M7 - L1	1	3.1	3.1	3.1
M8 - L1	0.8	3.5	3.5	3.5
M9 - L1	0.9	2.1	2.1	2.1
M10 - L1	1.6	3.7	3.7	3.7
Alabeo Promedio (mm)	1.25	3.16	3.16	3.16
Alabeo máximo (mm)	2.1	4.1	4.1	4.1
Varianza	0.24	0.62	0.62	0.62
Desviación estándar	0.49	0.78	0.78	0.78
Coefficiente de variación	40%	25%	25%	25%

	Cara A	Cara B
Alabeo promedio (mm)	1.25	3.16
Promedio Máximo	2.1	4.1



**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022  
**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 001-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares + 20%CDF	Cara A		Cara B	
	Concavidad mm	Convexidad mm	Concavidad mm	Convexidad mm
M1 - L1	2.1	4.1		
M2 - L1	1.5	3.1		
M3 - L1	0.7	3.2		
M4 - L1	1.4	4.1		
M5 - L1	1.58	2.9		
M6 - L1	3.5	3.1		
M7 - L1	2	3.8		
M8 - L1	0.5	4.2		
M9 - L1	1.5	4.6		
M10 - L1	2.5	3.5		
<b>Alabeo Promedio (mm)</b>	<b>1.528</b>	<b>3.66</b>		
<b>Alabeo máximo (mm)</b>	<b>2.1</b>	<b>4.1</b>		
<b>Varianza</b>	<b>0.36</b>	<b>0.34</b>		
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.60</b>	<b>0.58</b>		
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>39%</b>	<b>16%</b>		

	Cara A	Cara B
Alabeo promedio (mm)	1.528	3.66
Promedio Máximo	2.1	4.1

Muestra - Ladrillera Olivares + 30%CDF	Cara A		Cara B	
	Concavidad mm	Convexidad mm	Concavidad mm	Convexidad mm
M1 - L1	2.2	4.1		
M2 - L1	1.7	3.5		
M3 - L1	0.5	2.4		
M4 - L1	1.2	2.5		
M5 - L1	1.2	3.8		
M6 - L1	1.4	2.1		
M7 - L1	1	3.1		
M8 - L1	0.8	3.4		
M9 - L1	0.9	2.1		
M10 - L1	1.6	3.7		
<b>Alabeo Promedio (mm)</b>	<b>1.25</b>	<b>3.07</b>		
<b>Alabeo máximo (mm)</b>	<b>2.1</b>	<b>4.1</b>		
<b>Varianza</b>	<b>0.24</b>	<b>0.55</b>		
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.49</b>	<b>0.74</b>		
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>40%</b>	<b>24%</b>		

	Cara A	Cara B
Alabeo promedio (mm)	1.25	3.07
Promedio Máximo	2.1	4.1



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ENSAYO DE SUCCIÓN**  
**(NTP 399.613 – NTP 399.604 – NTP**  
**331.017)**

**INF. N° 004-2022/CG-22-O-003**

**PROYECTO**

“Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las  
Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de  
Albañilería, Andahuaylas, 2022”


**SOLICITANTE**

EMERSON GUTIERREZ PALOMINO

**Fecha**

JUNIO DEL 2022

---

  
KENNY HUAMANI GAMBOA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022  
**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 004-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares +0%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Peso Seco (Kg)	Peso Húmedo(Kg)	Succión (gr)	Area Neta (cm2)	S (gr/200cm2*min)
M1 - L1	20.74	11.22	2.879	3.407	144	232.68	123.77
M2 - L1	20.73	11.168	2.889	3.482	152	231.53	131.30
M3 - L1	20.73	11.192	2.896	3.455	134	231.99	115.57
M4 - L1	20.67	11.122	2.782	3.423	141	229.89	122.67
M5 - L1	20.70	11.2	2.797	3.505	153	231.84	131.99
M6 - L1	20.74	11.3	2.864	3.495	154	234.36	131.42
M7 - L1	20.69	11.104	2.862	3.41	145	229.79	126.20
M8 - L1	20.72	11.156	2.749	3.465	141	231.15	122.00
M9 - L1	20.72	11.2	2.801	3.509	155	232.11	133.96
M10 - L1	20.72	11.1	2.85	3.404	142	230.01	123.47
						Promedio (mm)	126.190
						Varianza	33.14955
						Desviación estándar	5.76
						Coefficiente de variación	4.56%

Muestra - Ladrillera Olivares +10%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Peso Seco (Kg)	Peso Húmedo(Kg)	Succión (gr)	Area Neta (cm2)	S (gr/200cm2*min)
M1 - L1	20.78	11.2	2.883	3.431	133	232.71	114.30
M2 - L1	20.73	11.208	2.696	3.501	145	232.36	124.80
M3 - L1	20.76	11.216	3.059	3.481	136	232.89	116.79
M4 - L1	20.67	11.148	2.784	3.466	130	230.38	112.85
M5 - L1	20.72	11.25	2.901	3.499	156	233.06	133.87
M6 - L1	20.77	11.262	2.87	3.524	141	233.91	120.56
M7 - L1	20.67	11.198	2.977	3.425	135	231.51	116.63
M8 - L1	20.74	11.196	2.694	3.483	152	232.16	130.94
M9 - L1	20.72	11.204	2.7	3.551	131	232.19	112.84
M10 - L1	20.69	11.06	2.901	3.447	131	228.85	114.48
						Promedio (mm)	119.808
						Varianza	58.01872
						Desviación estándar	7.62
						Coefficiente de variación	6.36%

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP N° 130333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022  
**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 004-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo  
**Fecha** : 15 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares +	Largo (cm)	Ancho(cm)	Peso Seco (Kg)	Peso Húmedo(Kg)	Succión (gr)	Area Neta (cm2)	S (gr/200cm2* min)
20%CDF							
M1 - L1	20.74	11.21	3.00	3.44	143.00	232.47	123.03
M2 - L1	20.67	11.20	2.79	3.46	152.00	231.59	131.27
M3 - L1	20.73	11.19	2.92	3.48	135.00	231.99	116.39
M4 - L1	20.67	11.12	2.65	3.51	135.00	229.89	117.45
M5 - L1	20.70	11.20	2.92	3.57	155.00	231.84	133.71
M6 - L1	20.74	11.26	2.86	3.50	159.00	233.57	136.15
M7 - L1	20.69	11.10	2.94	3.41	146.00	229.79	127.07
M8 - L1	20.67	11.16	2.63	3.47	135.00	230.59	117.09
M9 - L1	20.72	11.22	2.69	3.51	161.00	232.48	138.51
M10 - L1	20.72	11.10	2.85	3.40	135.00	230.01	118.25
						<b>Promedio (mm)</b>	<b>125.891</b>
						<b>Varianza</b>	<b>73.49605</b>
						<b>Desviación estándar</b>	<b>8.57</b>
						<b>Coefficiente de variación</b>	<b>6.81%</b>
<b>Muestra - Ladrillera Olivares +30%CDF</b>							
M1 - L1	20.67	11.20	2.88	3.56	142.00	231.50	122.68
M2 - L1	20.73	11.17	2.70	3.55	154.00	231.53	133.03
M3 - L1	20.73	11.19	3.06	3.48	141.00	231.99	121.56
M4 - L1	20.67	11.12	2.70	3.47	135.00	229.89	117.45
M5 - L1	20.70	11.20	2.90	3.50	155.00	231.84	133.71
M6 - L1	20.74	11.20	2.87	3.52	160.00	232.29	137.76
M7 - L1	20.69	11.10	2.98	3.43	146.00	229.79	127.07
M8 - L1	20.72	11.16	2.69	3.48	135.00	231.15	116.81
M9 - L1	20.72	11.20	2.68	3.55	165.00	232.11	142.17
M10 - L1	20.67	11.10	2.90	3.89	137.00	229.44	119.42
						<b>Promedio (mm)</b>	<b>127.166</b>
						<b>Varianza</b>	<b>80.89509</b>
						<b>Desviación estándar</b>	<b>8.99</b>
						<b>Coefficiente de variación</b>	<b>7.07%</b>

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y COM



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN  
(NTP 399.613 – NTP 399.604)**

**INF. N° 005-2022/CG-22-O-003**

**PROYECTO**

“Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las  
Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de  
Albañilería, Andahuaylas, 2022”

**SOLICITANTE**

EMERSON GUTIERREZ PALOMINO

**Fecha**

JUNIO DEL 2022

---

  
KENNY HUAMANI GAMBOA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino **Región** : Apurimac

**Código** : INF. N° 005-2022/CG-22-O-003 **Provincia** : Andahuaylas

**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo **Distrito** : Talavera

**Fecha** : 16 de Junio

Muestra - Ladrillera Olivares + 0%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Lprom	Aprom			
M1 - L1	20.74	11.22	232.68	18882.00	81.15
M2 - L1	20.73	11.17	231.53	16420.00	70.92
M3 - L1	20.73	11.19	231.99	15536.00	66.97
M4 - L1	20.67	11.12	229.89	14681.00	63.86
M5 - L1	20.70	11.20	231.84	19185.00	82.75
M6 - L1	20.74	11.30	234.36	19789.00	84.44
M7 - L1	20.69	11.10	229.79	15303.00	66.60
M8 - L1	20.72	11.16	231.15	19972.00	86.40
M9 - L1	20.72	11.20	232.11	15829.00	68.20
M10 - L1	20.72	11.10	230.01	15727.00	68.37
<b>fb Promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>73.97</b>
<b>Varianza</b>					<b>74.70</b>
<b>Desviación estandar</b>					<b>8.64</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>11.69%</b>
<b>F'b característica (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>65.32</b>

Muestra - Ladrillera Olivares + 10%CDF	Largo (cm)	Ancho(cm)	Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Lprom	Aprom			
M1 - L1	20.78	11.20	232.71	16468.00	70.77
M2 - L1	20.73	11.21	232.36	19598.00	84.34
M3 - L1	20.76	11.22	232.89	19340.00	83.04
M4 - L1	20.67	11.15	230.38	16696.00	72.47
M5 - L1	20.72	11.25	233.06	18914.00	81.16
M6 - L1	20.77	11.26	233.91	19215.00	82.15
M7 - L1	20.67	11.20	231.51	15309.00	66.13
M8 - L1	20.74	11.20	232.16	19695.00	84.83
M9 - L1	20.72	11.20	232.19	17547.00	75.57
M10 - L1	20.69	11.06	228.85	17950.00	78.43
<b>fb Promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>77.89</b>
<b>Varianza</b>					<b>41.04</b>
<b>Desviación estandar</b>					<b>6.41</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>8.22%</b>
<b>F'b característica (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>71.48</b>

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO





**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022

**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 005-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo  
**Fecha** : 16 de Junio

**Región** : Apurímac  
**Provincia** : Andahuaylas  
**Distrito** : Talavera

Muestra - Ladrillera Olivares +	Largo (cm)	Ancho(cm)	Area Bruta (cm2)	Carga (Kg)	fb (Kg/cm2)
20%CDF	Lprom	Aprom			
M1 - L1	20.74	11.21	232.47	21468.00	92.35
M2 - L1	20.67	11.20	231.59	19598.00	84.62
M3 - L1	20.73	11.19	231.99	19340.00	83.37
M4 - L1	20.67	11.12	229.89	19696.00	85.68
M5 - L1	20.70	11.20	231.84	19914.00	85.90
M6 - L1	20.74	11.26	233.57	20215.00	86.55
M7 - L1	20.69	11.10	229.79	15309.00	66.62
M8 - L1	20.67	11.16	230.59	19695.00	85.41
M9 - L1	20.72	11.22	232.48	17547.00	75.48
M10 - L1	20.72	11.10	230.01	16950.00	73.69
fb Promedio (Kg/cm2)					<b>81.97</b>
Varianza					<b>58.31</b>
Desviación estandar					<b>7.64</b>
Coeficiente de variación					<b>9.32%</b>
f'b característica (Kg/cm2)					<b>74.33</b>

Muestra - Ladrillera Olivares +	Largo (cm)	Ancho(cm)	Area Bruta (cm2)	Carga (Kg)	fb (Kg/cm2)
30%CDF	Lprom	Aprom			
M1 - L1	20.67	11.20	231.50	22270.00	96.20
M2 - L1	20.73	11.17	231.53	20795.00	89.81
M3 - L1	20.73	11.19	231.99	20304.00	87.52
M4 - L1	20.67	11.12	229.89	17613.00	76.61
M5 - L1	20.70	11.20	231.84	22036.00	95.05
M6 - L1	20.74	11.20	232.29	21180.00	91.18
M7 - L1	20.69	11.10	229.79	19878.00	86.51
M8 - L1	20.72	11.16	231.15	21727.00	93.99
M9 - L1	20.72	11.20	232.11	18790.00	80.95
M10 - L1	20.67	11.10	229.44	19535.00	85.14
fb Promedio (Kg/cm2)					<b>88.30</b>
Varianza					<b>39.47</b>
Desviación estandar					<b>6.28</b>
Coeficiente de variación					<b>7.12%</b>
f'b característica (Kg/cm2)					<b>82.01</b>

  
**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 130333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**CASAGRANDE**  
- GEOTECNIA Y CONCRETO -

---

**ENSAYO DE RESISTENCIA AXIAL DE  
PILAS DE ALBAÑILERÍA  
(NTP 331.017 – NTP 399.605)**

**INF. N° 006-2022/CG-22-O-003**

**PROYECTO**

“Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022”


**SOLICITANTE**

EMERSON GUTIERREZ PALOMINO

**Fecha**

JUNIO DEL 2022

---

  
KENNY HUAMANI GAMBOA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 130333  
AREA GEOTECNIA Y CONCRETO



**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas,  
**Solicitante** : Emerson Guierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 006-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo  
**Fecha** : 16 de Junio

Muestra - Ladrillera Olivares + 0% CDF	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alatara (cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	
P1 - L1	20.74	11.22	8.23	2.52	232.68	10116.68	43.48	0.812	35.30	
P2 - L1	20.73	11.17	8.30	2.50	231.53	10290.64	44.45	0.800	35.56	
P3 - L1	20.73	11.19	8.25	2.51	231.99	11059.46	47.67	0.805	38.38	
									f <sub>m</sub> Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	36.41
									Varianza	2.90858
									Desviación estándar	1.71
									Coefficiente de variación	4.68%
									f <sub>m</sub> característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	34.71

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f <sub>m</sub> POR ESBELTEZ			
Esbeltez	2.00	2.50	3.00
Factor	0.73	0.80	0.91
		4.00	4.50
		0.95	0.98
			1.00

Muestra - Ladrillera Olivares + 10% CDF	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alatara (cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	
P1 - L1	20.78	11.20	8.28	2.51	232.71	11254.56	48.36	0.805	38.93	
P2 - L1	20.73	11.21	8.28	2.50	232.36	10458.25	45.01	0.800	36.01	
P3 - L1	20.76	11.22	8.25	2.52	232.89	11001.25	47.24	0.812	38.36	
									f <sub>m</sub> Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	37.77
									Varianza	2.40232
									Desviación estándar	1.55
									Coefficiente de variación	4.10%
									f <sub>m</sub> característica (Kg/cm <sup>2</sup> )	36.22

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f <sub>m</sub> POR ESBELTEZ			
Esbeltez	2.00	2.50	3.00
Factor	0.73	0.80	0.91
		4.00	4.50
		0.95	0.98
			1.00

**KENNY HUAMANI GAMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 130333  
 AREA GEOTECNIA Y CON



**Proyecto** : Influencia de la Adición de Cenizas de Fondo en las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Unidades de Albañilería, Andahuaylas, 2022  
**Solicitante** : Emerson Gutierrez Palomino  
**Código** : INF. N° 006-2022/CG-22-O-003  
**Muestra** : Ladrillo artesanal King Kong Macizo  
**Fecha** : 16 de Junio

Muestra - Ladrillera Olivares + 20% CDF	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alatral (cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
P1 - L1	20.74	11.21	8.24	2.52	232.47	12116.68	52.12	0.812	42.32
P2 - L1	20.67	11.20	8.32	2.48	231.59	12290.64	53.07	0.795	42.19
P3 - L1	20.73	11.19	8.25	2.51	231.99	11059.46	47.67	0.805	38.38
f <sub>m</sub> Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )									40.96
Varianza									5.02369
Desviación estándar									2.24
Coeficiente de variación									5.47%
f <sub>m</sub> característica (Kg/cm <sup>2</sup> )									38.72

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f <sub>m</sub> POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Muestra - Ladrillera Olivares +30% CDF	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alatral (cm)	Esbeltez	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
P1 - L1	20.67	11.20	8.23	2.51	231.50	12546.25	54.19	0.805	43.63
P2 - L1	20.73	11.17	8.24	2.52	231.53	12054.25	52.06	0.812	42.27
P3 - L1	20.73	11.19	8.25	2.51	231.99	13084.54	56.40	0.805	45.40
f <sub>m</sub> Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )									43.77
Varianza									2.46252
Desviación estándar									1.57
Coeficiente de variación									3.59%
f <sub>m</sub> característica (Kg/cm <sup>2</sup> )									42.20

FACTORES DE CORRECCIÓN DE f <sub>m</sub> POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

**KENNY HUAMANI GAIMARRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 130333  
 AREA GEOTECNIA Y CONCRETO

## Anexo 10. Panel fotográfico



*Foto 1 Obtención de ceniza de fondo en la producción de ladrillo artesanal*



**Foto 2 Ceniza de fondo**



**Foto 3 Ladrillo -10%CDF**



**Foto 4 Ladrillo patron**



**Foto 5** Ceniza de fondo después de tamizado malla N°40 - laboratorio



**Foto 6** Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería



**Foto 7** Resistencia a la compresión en pilas de albañilería





**Foto 8** Falla en resistencia la compresión en pilas



**Foto 9** Ensayo de absorción del ladrillo



**Foto 10** Ensayo de alabeo

## Anexo 11. Mapas y planos

