



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autora:**

Patricia Vanessa Silva Rivera

**Asesor:**

Ing. Anita Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú

2019

## DEDICATORIA

*A Dios:* por guiar mis pasos por el camino correcto y estar conmigo día a día y en cada paso que doy.

*A mis padres:* quienes me han sabido guiar y siempre me han apoyado de manera incondicional, sabiendo criarme y aconsejarme para ser mejor día a día, siendo mi fuerza y mi soporte en los momentos difíciles.

*A mi hijo:* Piero Fabrizio que es lo más maravilloso que me ha pasado y quien, desde su llegada, se convirtió en un motivo más por quien superarme día a día

## AGRADECIMIENTO

*A mis padres, Milagros y Alberto porque siempre me han acompañado y aconsejado a lo largo de mi vida.*

*A Jhampier, ya que siempre ha estado a mi lado y me han brindado su apoyo y siempre me ha motivado a seguir adelante.*

*A mi asesora, la Ingeniera Anita Alva Sarmiento, quien me orientó a lo largo de mi tesis para la adecuada elaboración de la presente.*

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema .....	20
1.3. Objetivos .....	20
1.3.1. Objetivo general .....	20
1.3.2. Objetivos específicos .....	20
1.4. Hipótesis .....	20
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>21</b>
2.1. Tipo de investigación .....	21
2.1.1. Enfoque.....	21
2.1.2. Tipo .....	21
2.1.3. Diseño de la investigación .....	21
2.2. Población y muestra .....	22
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	22
2.3.1. Técnicas de recolección de datos.....	22
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos .....	23
2.3.3. Técnica de análisis de datos.....	24
2.3.4. Instrumentos de análisis de datos.....	24
2.4. Procedimiento.....	25
2.4.1. Procedimiento de recolección de datos.....	25
2.4.1.1. Agregado Fino .....	25
2.4.1.1.1. Obtención de agregado fino .....	25
2.4.1.1.2. Análisis granulométrico de agregado fino (ASTM C136) .....	25
2.4.1.1.3. Contenido de Humedad (ASTMC D2216) .....	26
2.4.1.1.4. Gravedad específica y absorción de agregados finos (ASTM .....	27
2.4.1.1.5. Peso unitario seco suelto y compactado (ASTM C29) .....	30
2.4.1.2. Ladrillos.....	33
2.4.1.2.1. Obtención de ladrillos artesanales e industriales.....	33
2.4.1.2.2. Variación dimensional del ladrillo (NTM 399.613).....	33
2.4.1.2.3. Alabeo del ladrillo (NTP 399.613).....	34
2.4.1.2.4. Absorción del ladrillo (NTP 399.613) .....	35
2.4.1.2.5. Succión del ladrillo (NTP 399.613) .....	37
2.4.1.2.6. Resistencia a compresión del ladrillo ( $f_b$ ) (NTP 399.613) .....	38
2.4.1.3. Vidrio.....	39
2.4.1.3.1. Obtención y trituración de vidrio .....	39

2.4.1.4. Compresión de pilas de ladrillo .....	40
2.4.1.4.1. Resistencia a compresión de pilas de ladrillo (f <sup>m</sup> ) (NT <sup>P</sup> 399.605) .....	40
2.4.2. Procedimiento de análisis de datos .....	43
2.5. Aspectos éticos .....	44
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
3.1. Agregado Fino .....	45
3.1.1. Análisis granulométrico de agregado fino (ASTM C136).....	45
3.1.2. Contenido de Humedad (ASTMC D2216) .....	46
3.1.3. Gravedad específica y absorción de agregados finos (ASTM C128) .....	47
3.1.4. Peso Unitario Seco Suelto y Compactado (ASTM C29) .....	47
3.2. Ladrillos.....	47
3.2.1. Variación dimensional del ladrillo (NTM 399.613) .....	47
3.2.2. Alabeo del ladrillo (NTP 399.613) .....	48
3.2.3. Absorción del ladrillo (NT <sup>P</sup> 399.613).....	49
3.2.4. Succión del ladrillo (NT <sup>P</sup> 399.613).....	49
3.2.5. Resistencia a compresión del ladrillo (f <sup>b</sup> ) (NT <sup>P</sup> 399.613).....	50
3.3. Compresión de pilas de ladrillo .....	51
3.3.1. Resistencia a compresión de pilas de ladrillo (f <sup>m</sup> ) (NT <sup>P</sup> 399.605) .....	51
3.3.1.1. Pilas de ladrillo artesanal + 0% de vidrio .....	51
3.3.1.2. Pilas de ladrillo industrial + 0% de vidrio .....	52
3.3.1.3. Pilas de ladrillo artesanal + 5% de vidrio .....	53
3.3.1.4. Pilas de ladrillo industrial + 5% de vidrio .....	54
3.3.1.5. Pilas de ladrillo artesanal + 10% de vidrio .....	55
3.3.1.6. Pilas de ladrillo industrial + 10% de vidrio .....	56
3.3.1.7. Pilas de ladrillo artesanal + 15% de vidrio .....	57
3.3.1.8. Pilas de ladrillo industrial + 15% de vidrio .....	58
3.3.2. Comparación de la resistencia a compresión de pilas de ladrillo.....	59
3.3.2.1. Pilas de ladrillo artesanal .....	59
3.3.2.2. Pilas de ladrillo Industrial .....	60
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
4.1. Discusión .....	62
4.2. Conclusiones .....	65
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales .....	17
<b>Tabla 2</b> Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ).....	18
<b>Tabla 3</b> Cantidad de pilas de ladrillo con porcentaje de vidrio molido .....	22
<b>Tabla 4</b> Instrumentos de recolección de datos .....	23
<b>Tabla 5</b> Análisis granulométrico del agregado fino.....	45
<b>Tabla 6</b> Límites granulométricos ASTM C33.....	45
<b>Tabla 7</b> Contenido de humedad del agregado fino .....	46
<b>Tabla 8</b> Gravedad específica y absorción del agregado fino.....	47
<b>Tabla 9</b> Peso unitario seco suelto y compactado del agregado.....	47
<b>Tabla 10</b> Variación dimensional del ladrillo King Kong artesanal.....	47
<b>Tabla 11</b> Variación dimensional del ladrillo King Kong industrial.....	48
<b>Tabla 12</b> Alabeo del ladrillo King Kong artesanal .....	48
<b>Tabla 12</b> Alabeo del ladrillo King Kong industrial.....	48
<b>Tabla 14</b> Absorción del ladrillo King Kong artesanal.....	49
<b>Tabla 15</b> Absorción del ladrillo King Kong industrial.....	49
<b>Tabla 16</b> Succión del ladrillo King Kong artesanal.....	49
<b>Tabla 17</b> Succión del ladrillo King Kong industrial .....	50
<b>Tabla 18</b> Resistencia a compresión de unidades de arcilla artesanal .....	50
<b>Tabla 19</b> Resistencia a compresión de unidades de arcilla industrial.....	50
<b>Tabla 20</b> Resistencia a compresión de pilas de ladrillo artesanal sin reemplazo de vidrio .....	51
<b>Tabla 21</b> Resistencia de pilas de ladrillo industrial sin reemplazo de vidrio. ....	52
<b>Tabla 22</b> Resistencia de pilas de ladrillo artesanal +5% de vidrio.....	53
<b>Tabla 23</b> Resistencia de pilas de ladrillo industrial +5% de vidrio. ....	54
<b>Tabla 24</b> Resistencia de pilas de ladrillo artesanal +10% de vidrio.....	55
<b>Tabla 25</b> Resistencia de pilas de ladrillo industrial +10% de vidrio.....	56

<i>Tabla 26 Resistencia de pilas de ladrillo artesanal +15% de vidrio.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 27 Resistencia de pilas de ladrillo industrial +15% de vidrio.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 28 Resistencia a compresión de pilas de ladrillo artesanal.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 29 Resistencia a compresión de pilas de ladrillo artesanal.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 30 Matriz de operacionalización de variables.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 31 Matriz de Consistencia.....</i>	<i>70</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Tamizado del agregado fino</i> .....	25
<i>Figura 2 Pesado del material retenido en la malla N° 4</i> .....	26
<i>Figura 3 Pesado del material seco</i> .....	27
<i>Figura 4 Secado del agregado fino</i> .....	28
<i>Figura 5 Compactado de arena en molde cónico</i> .....	29
<i>Figura 6 Eliminación de burbujas de aire por método manual</i> .....	29
<i>Figura 7 Pesado del material seco suelto</i> .....	31
<i>Figura 8 Apisonado de la primera capa de material</i> .....	32
<i>Figura 9 Toma de medidas de ladrillo industrial</i> .....	34
<i>Figura 10 Medida de alabeo en ladrillo</i> .....	35
<i>Figura 11 Sacado de especímenes del horno</i> .....	36
<i>Figura 12 Pesado del espécimen sumergido</i> .....	36
<i>Figura 13 Succión de ladrillo industrial</i> .....	38
<i>Figura 14 Resistencia a compresión de ladrillo industrial</i> .....	39
<i>Figura 15 Resistencia a compresión de ladrillo industrial</i> .....	40
<i>Figura 16 Pesado de cemento para elaboración de pilas</i> .....	41
<i>Figura 17 Adición de vidrio a mezcla correspondiente</i> .....	41
<i>Figura 18 Verificando horizontalidad de pilas</i> .....	42
<i>Figura 19 Pila de ladrillo industrial a ensayar</i> .....	43
<i>Figura 20 Análisis granulométrico</i> .....	46
<i>Figura 21 Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo artesanal + 0% vidrio)</i> .....	52
<i>Figura 22 Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo industrial + 0% vidrio)</i> .....	53
<i>Figura 23 Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo artesanal + 5% vidrio)</i> .....	54

<b>Figura 24</b> <i>Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo industrial + 5% vidrio)</i> .....	55
<b>Figura 25</b> <i>Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo artesanal +10% vidrio)</i> .....	56
<b>Figura 26</b> <i>Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo industrial +10% vidrio)</i> .....	57
<b>Figura 27</b> <i>Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo artesanal +15% vidrio)</i> .....	58
<b>Figura 28</b> <i>Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo industrial +15% vidrio)</i> .....	59
<b>Figura 29</b> <i>Variación de la resistencia de pilas de ladrillo artesanal</i> .....	60
<b>Figura 30</b> <i>Variación de la resistencia de pilas de ladrillo industrial</i> .....	61

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1</i> Módulo de finura.....	26
<i>Ecuación 2</i> Contenido de humedad.....	27
<i>Ecuación 3</i> Peso específico agregado fino.....	30
<i>Ecuación 4</i> Porcentaje de absorción agregado fino .....	30
<i>Ecuación 5</i> Peso unitario seco suelto del agregado fino .....	31
<i>Ecuación 6</i> Peso unitario seco compactado del agregado fino .....	32
<i>Ecuación 7</i> Variación dimensional del ladrillo.....	34
<i>Ecuación 8</i> Absorción del ladrillo.....	37
<i>Ecuación 9</i> Porcentaje de absorción del ladrillo.....	37

## RESUMEN

La investigación, determinó la resistencia a la compresión de pilas de ladrillo artesanal e industrial con mortero cemento - arena 1:4 reemplazando vidrio molido por cemento. Se trabajó con 0, 5, 10 y 15% de reemplazo de vidrio, las unidades de albañilería fueron clasificadas de acuerdo con la Norma Técnica E.070, asimismo se determinaron las propiedades del agregado a usar en el mortero, datos con los que se realizó el diseño de mezclas respectivo. Se elaboraron un total de 48 pilas las cuales fueron ensayadas a compresión a una edad de curado de 28 días, obteniéndose las siguientes resistencias: 16.53, 20.59, 21.24, 15.57 kg/cm<sup>2</sup> para pilas de ladrillo artesanal y 48.83, 57.81, 60.51, 58.49 kg/cm<sup>2</sup> para pilas de ladrillo industrial, para reemplazo de 0, 5, 10 y 15% de vidrio molido por cemento respectivamente, llegando a la conclusión que las pilas de ladrillos de arcilla artesanal e industrial con una mezcla de 1:4 reemplazando el 5%, 10% y 15% de vidrio aumentaron su resistencia a compresión, comprobando la hipótesis planteada e identificando que la resistencia optima de reemplazo de vidrio fue del 10% para ambos tipos de ladrillo.

**Palabras clave:** Mortero, vidrio molido, pilas de ladrillo, ladrillo artesanal, ladrillo industrial, resistencia a compresión.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La historia de la humanidad va de la mano con su necesidad de tener un lugar en donde protegerse de las inclemencias de la naturaleza (González S., 2007).

El hombre ha buscado para ello, materiales accesibles que sean fáciles de utilizar y que proporcionen la mayor comodidad. La mampostería ha sido utilizada por nuestros antecesores desde tiempos remotos muestra de ello es la existencia de un sin fin de obras, algunas de ellas reconocidas mundialmente (San Bartolomé A., 1994).

Es probable que la mampostería haya sido inventada por un nómada. Sin embargo, como la transmisión de técnicas o ideas era muy lenta o no ocurría, la “invención” seguramente tuvo que repetirse innumerables veces (González S., 2007).

La albañilería o mampostería se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento (San Bartolomé A., 1994). *“Estas pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda. Bajo la definición indicada en el párrafo anterior, se llega a la conclusión de que la albañilería existió desde tiempos prehistóricos y que su forma inicial podría haber sido los muros hechos con piedras naturales trabadas o adheridas con barro, lo que actualmente en nuestro medio se denomina “pirca””* (San Bartolomé A., 1994)

El sistema estructural que más se utiliza en Sudamérica y en el Perú para la construcción de viviendas en zonas urbanas es la denominada albañilería. Más del 43% de las viviendas son construidas con este sistema estructural (Comité asesor japonés, 2004).

Muchas de las construcciones en el Perú, han adoptado al ladrillo como uno de los materiales más importantes y usados. Su aplicación no se reduce a la de un simple cerramiento, sino que cumple también una función estructural. Sin embargo, el ladrillo puede cuestionarse en cuanto a sus propiedades y características dependiendo si cumple o no con los requisitos y normas establecidas. (Barranzuela, J. 2014).

Por otro lado, la producción de desechos en las grandes ciudades es un problema que ha conducido a la realización de una serie de estudios tendientes al aprovechamiento de los residuos. Entre los residuos urbanos más comunes se encuentra el vidrio. Este material puede reciclarse para la fabricación de nuevos envases y vajilla, aunque la dificultad para transportar el vidrio de desecho desde el sitio donde se genera hacia las cristalerías que lo reciclan sugiere la posibilidad de buscar disposiciones alternativas para este material. Una de estas alternativas es integrarlo a algún proceso productivo (Rodriguez M.,2016).

En el sector de la construcción, el uso del vidrio plano ha venido en aumento por las ventajas que ofrece tanto en estética como en iluminación y otros factores como su apariencia transparente y liviana y por la seguridad y versatilidad de los productos del vidrio. Un aumento en el consumo de este material implica a su vez un aumento en la cantidad de residuos generados de los mismos vidrios. Además, no todos los tipos de vidrios planos son reciclables, ya que son fabricados con mezclas de varios metales, plásticos o resinas, presentan impurezas o son mezclados en muchos colores distintos lo que encarece costos de reciclaje (Shi & Zheng, 2007).

Actualmente en Cajamarca existe gran porcentaje de residuos de construcción como es el vidrio, con el cuál se produce contaminación del medio ambiente, ya que requiere mayor tiempo para su descomposición. (ECOSACIB, 2008).

El uso de materiales de desecho sólidos o subproductos industriales como reemplazo parcial del cemento en el hormigón es una estrategia viable para reducir el uso del cemento Portland, y reduciendo así los impactos ambientales y energéticos de la producción de hormigón (Meyer, 2009).

Este sector busca continuamente oportunidades de mejora y por ello se ha empezado a estudiar el uso de materiales alternativos en las mezclas, entre los que incluye los residuos de los distintos tipos de vidrio (Vijayakumar, Vishaliny, & Govindarajulu, 2013).

En base a lo antes expuesto surge la idea de poder utilizar materiales reciclables como el vidrio para poder reemplazar el cemento en sus diferentes usos para la construcción sin alterar sus propiedades físico-mecánicas y por el contrario mejorarlas.

Estudios realizados en los que se utilizó el vidrio como reemplazo del cemento para la fabricación de morteros o concretos demuestran el buen aprovechamiento que se le puede dar al residuo, obteniendo resultados positivos sobre su resistencia.

Por ejemplo, Sánchez & Burgos (2015), en su tesis : “Influencia del porcentaje y granulometría de vidrio sódico cálcico reciclado sobre la resistencia a la compresión, permeabilidad y reactividad álcali sílice en concretos a base de cemento Portland tipo I”, trabajó con un porcentaje de reemplazo del 0%, 10%, 20% y 30%; comprobando que el 20% de vidrio sódico cálcico influye significativamente sobre las propiedades de resistencia a la compresión del concreto, aumentándola en 32.98 Kg/cm<sup>2</sup> mejorando la durabilidad del concreto convencional, como podemos evidenciar en esta tesis el vidrio como reemplazo genera un incremento de resistencia considerable en comparación a las probetas ensayadas sin reemplazo de vidrio.

Catalán (2013), en su tesis, “Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 y H30” también demostró el aumento de resistencia, de acuerdo a los resultados obtenidos, muestran que el hormigón con reemplazo de vidrio, mantiene prácticamente inalterable sus propiedades, tanto en estado fresco como endurecido, observándose un ligero aumento en la resistencia de las mezclas con un 10% de agregado de vidrio, resultado que es consistente con estudios previos, y que además confirma la hipótesis propuesta.

En esta tesis el autor observó un aumento de resistencia obtenido para los tres tipos de hormigón planteados; media, moderada y alta resistencia identificando que el porcentaje óptimo de reemplazo de vidrio fue del 10%.

Silvestre (2017) en su tesis: “Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón” utilizó reemplazos de vidrio como aditivo en porcentajes del 3%, 5% y 7% con respecto al peso del cemento, obteniendo como resultados que la mezcla ideal para probetas con reemplazo de vidrio molido es la que contiene una proporción en peso del 5%.

Del mismo modo, Arciniegas y Fonseca (2004) en su investigación “Utilización de vidrio reciclado en morteros” evaluó el desempeño del mortero con un porcentaje de reemplazo del 10%, 20% y 30% para diferentes propiedades físico-mecánicas, comprobando que el 10% de vidrio sódico cálcico influye significativamente sobre las propiedades de resistencia a la compresión, mejorando la durabilidad del concreto convencional.

Asimismo, Alemán (2017) en su tesis “Resistencia a compresión axial del mortero cemento – arena 1:4 con el reemplazo de vidrio molido” elaborada en la ciudad de

Cajamarca en la Universidad Privada del Norte realizó el estudio trabajando con porcentajes del 5%, 10% y 15% comparándolos con probetas patrón sin adición, teniendo como resultado que su hipótesis se cumple de forma parcial, siendo 5% el porcentaje con el cual se logra un aumento en la resistencia a compresión.

De las investigaciones citadas, se observó que el reemplazo de vidrio dentro de las mezclas, sean de concreto, hormigón o mortero influyen de manera positiva en cuanto a la resistencia de cada una, obteniendo diferentes porcentajes ideales para cada una de las mezclas mencionadas, a partir de ello y con busca de poder utilizar el vidrio dentro de la construcción y siendo las estructuras de albañilería confinada las más utilizadas en la ciudad de Cajamarca, y con el antecedentes de que el vidrio mejora considerablemente las propiedades de los morteros, se planteó el uso del mismo en pilas de albañilería puesto que como se sabe, el mortero por sí solo no es un elemento estructural ni tiene capacidad de resistencia en una estructura, si no es combinado con el ladrillo, formando las pilas de ladrillo que forman parte de un muro de albañilería confinada.

Los muros de albañilería de piezas artificiales están formados básicamente por las piezas que forman los ladrillos o bloques y por el mortero que se utiliza para unir estas piezas: estos componentes se unen con el fin de actuar como un solo elemento. (Páez D., 2006).

Los ladrillos son materiales cerámicos que se obtienen por un proceso de quemado de arcillas crudas a temperaturas que oscilan entre 650 y 1.000°C. Su color, composición y propiedades mecánicas pueden depender de la naturaleza de la arcilla (caolinita, illita, y esmectita como las más generales encontradas en este tipo de materias primas) y cantidad de los acompañantes no plásticos (cuarzo, feldespatos y carbonatos), así

como de las características de cocción, ambiente del horno (oxidante, reductor o semi-reductor), su operación y temperatura y en general, las acciones propias del proceso de quemado. (Galindo J., 2009)

Según la NTP 0.70, se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano, estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial. La Norma Técnica E.070 indica también que, para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Clase de unidad de albañilería para fines estructurales*

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

**Nota:** Fuente: Norma Técnica Peruana E.070

Según la Norma Técnica E.070, la resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f'$ ) y a corte ( $v'$ ) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo con la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre. La resistencia característica en pilas y muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar. El valor de  $V'm$  para diseño no será mayor de  $0.319\sqrt{f'm}$  Mpa ( $\sqrt{f'm}$  Kg/cm<sup>2</sup>)

En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la siguiente Tabla N 2, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

**Tabla 2**

*Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)*

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

**Nota:** Fuente: Norma Técnica Peruana E.070

En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor. En las juntas que contengan refuerzo horizontal, el espesor mínimo de la junta será 6 mm más el diámetro de la barra (San Bartolomé A, 2005).

Los morteros se definen como mezclas de uno o más conglomerantes inorgánicos, áridos, agua y a veces adiciones y/o aditivos. Entendemos por mortero fresco el que se encuentra completamente mezclado y listo para su uso. (AFAM, 2013)

Según Gutiérrez De López (2003), los morteros pueden tener una función estructural, y pueden usarse entonces en la construcción de elementos estructurales, o en la mampostería estructural en donde puede ser de pega o de relleno en las celdas de los muros.

La función del mortero es proporcionar una cama uniforme y adaptable para las unidades de albañilería, logrando absorber las irregularidades del ladrillo y así unir las unidades creando un muro monolítico y uniforme (Quispe, 2006).

El vidrio es un material que por sus características fisicoquímicas es fácilmente reciclable. Este proceso conlleva un gran ahorro en cuanto al gasto de materias primas y energía, lo que supone una minimización de los impactos medioambientales generados en los procesos de fabricación, así como un beneficio económico directo (Marco J., 2012).

Las pilas de ladrillo son compuestas por dos o más hiladas de unidades enteras (ladrillos o bloques) asentadas una sobre el otro mediante mortero. Estas pilas, con una edad nominal de 28 días, se ensayan a compresión axial y los resultados se utilizan para diseñar estructuralmente los muros de un edificio, así como para controlar la calidad de la construcción de la albañilería. (San Bartolomé A., 1994).

La presente investigación nace con la idea de buscar nuevos materiales que ayuden a mejorar la resistencia del mortero utilizado como junta en pilas de ladrillo artesanal e industrial ayudando también a reducir la contaminación con el objetivo de determinar la resistencia de pilas de ladrillo artesanal e industrial con mortero cemento - arena 1:4 mejorado con vidrio molido con porcentajes de reemplazo del 5, 10 y 15%.

Asimismo, en el desarrollo de la presente tesis pondremos en práctica los conocimientos adquiridos en los distintos cursos a lo largo de la carrera y con los

resultados obtenidos podremos generar un campo de investigación mayor y promover el desarrollo de estudios de investigación.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la resistencia a la compresión de pilas de ladrillo artesanal e industrial con mortero cemento - arena 1:4 reemplazando vidrio molido por cemento?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la resistencia a la compresión de pilas de ladrillo artesanal e industrial con mortero cemento - arena 1:4 reemplazando vidrio molido por cemento.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar propiedades físicas del agregado fino, vidrio molido y ladrillos para la elaboración de las pilas.
- Determinar y comparar la resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero con reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15% de vidrio molido.
- Comparar el porcentaje de vidrio molido en el mortero, que otorga la mayor resistencia a la compresión de las pilas de albañilería.

## **1.4. Hipótesis**

La resistencia a la compresión de las pilas de ladrillo artesanal e industrial aumenta en más del 5% con mortero cemento - arena 1:4 mejorado con vidrio molido.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### 2.1.1. Enfoque

Por el enfoque considerado para de la investigación es cuantitativo, porque según Daniel Cauas “una investigación cuantitativa es aquella que utiliza preferentemente información cuantificable (medible)”.

#### 2.1.2. Tipo

Esta investigación se enmarca dentro del tipo correlacional, puesto que según el autor Daniel Cauas “este tipo de estudios se utilizan para determinar en qué medida dos o más variables están relacionadas entre sí. Se trata de averiguar de qué manera los cambios de una variable influyen en los valores de otra variable”.

#### 2.1.3. Diseño de la investigación

La presente investigación es de diseño experimental, ya que según Müggenburg Rodríguez V. (2007) “Estudios experimentales: se caracterizan por la intervención intencionada y programada en la que se manipulan una o más variables (independientes-causales) con el fin de analizar las consecuencias que esta manipulación ejerce sobre otra u otras variables (dependientes-efectos)”.

Así mismo esta investigación presenta un corte transversal, tal como lo menciona Müggenburg Rodríguez V. (2007) “Estudios transversales: son aquellos en los que se recolectan datos en un sólo momento, en un tiempo único. Su propósito se centra en describir variables y analizar su comportamiento en un momento dado”.

## 2.2. Población y muestra

Población: Según la NTP 399.605, nos señala que para cada ensayo de determinación de resistencia de pilas de ladrillo se necesitan por lo menos tres unidades de estudio, pero para mayor exactitud se tomarán seis unidades por cada tipo de pila a realizar.

La población será la misma que la muestra asumida por conveniencia del investigador, puesto que el tamaño de la población resulta ser un tamaño representativo para realizar la investigación.

Muestra: La muestra de esta investigación es no estadística, la muestra será asumida por conveniencia, 48 pilas de ladrillos distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 3**

*Cantidad de pilas de ladrillo con porcentaje de vidrio molido*

Tipo de ladrillo	Porcentaje de reemplazo vidrio molido			
	0%	5%	10%	15%
Artesanal	6	6	6	6
Industrial	6	6	6	6
<b>Total</b>	48 pilas de ladrillo			

## 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.3.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos a utilizar en la presente investigación son la observación directa puesto que nuestra variable resistencia a compresión es un dato que se lo mide de manera visual y el instrumento en el cual se toman los datos son los protocolos.

Para Méndez (2009, p.251) “la observación directa es el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos en la realidad por medio de

un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar”

### 2.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que utilizamos para la recolección de datos son los protocolos como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Instrumentos de recolección de datos*

ENSAYO	DESCRIPCION	MATERIAL A ENSAYAR
Análisis granulométrico	Se pasa el material por diferentes tamices hasta obtener el material retenido por cada malla. Necesario para realizar la curva granulométrica del agregado y comparándola con los husos granulométricos de la norma a utilizar.	Arena gruesa
Contenido de humedad	Se toman los pesos del material en estado natural y seco. Sirve para calcular el porcentaje de pérdida de agua de la muestra, dato necesario para el diseño de mezclas.	Arena gruesa
Peso específico	Se registra el peso y volumen que ocupa el agregado en sus diferentes estados, seco, saturado, saturado superficialmente seco y se determina el peso específico del material.	Arena gruesa
Peso unitario del agregado	Se determina el peso del agregado por volumen ocupado, se registrará el peso que tiene un recipiente completamente lleno de material seco vaciado de manera suelta y de manera compactada, conociendo el volumen de dicho recipiente se calculará el peso del agregado por volumen ocupado.	Arena gruesa
Variación dimensional	Se mide a las unidades de albañilería y se las compara con las medidas de fabricación, calculando el porcentaje de variación de las unidades. Ensayo necesario para clasificar al ladrillo de acuerdo con la norma E070.	Ladrillos (Artesanal e industrial)
Alabeo	Se mide la concavidad o convexidad de la unidad de albañilería, sirve para clasificar al ladrillo según la norma E070.	Ladrillos (Artesanal e industrial)
Resistencia a compresión	Consiste en determinar las cargas a las cuales es sometido el ladrillo y las deformaciones que estas causan, determinando la resistencia final de la unidad de albañilería.	Ladrillos (Artesanal e industrial)

Absorción	Se pesa las unidades de albañilería secas y saturadas, para determinar el porcentaje de retención de agua o porcentaje de absorción.	Ladrillos (Artesanal e industrial)
Succión	Se pesa la unidad de albañilería seca y de la misma unidad después de haber sido colocada sobre una superficie de agua, determinando el porcentaje de succión de agua de la unidad. Ensayo necesario para determinar si la unidad necesita ser humedecida previo al asentado de estas.	Ladrillos (Artesanal e industrial)
Resistencia a compresión de las pilas de ladrillo	Ensayo realizado a las pilas de ladrillo, consiste en someter a cargas a la pila y registrar la deformación que sufre por cada carga hasta llegar a la carga máxima soportada. Ensayo principal de la tesis, el cual nos da las resistencias de todas las pilas ensayadas	Pilas de ladrillo

### 2.3.3. Técnica de análisis de datos

Las técnicas que se utilizó en la presente investigación es la estadística descriptiva tal como lo dice Rendón Macias (2016) “La estadística descriptiva es la rama de la estadística que formula recomendaciones de como resumir de forma clara y sencilla, los datos de una investigación en cuadros, tablas, figuras o gráficos”.

### 2.3.4. Instrumentos de análisis de datos

El instrumento de la presente investigación fue el software Excel, en el cual se trabajó desde el procesamiento de datos agregado y los ladrillos, hasta el procesamiento final de los resultados del ensayo de resistencia a compresión de las pilas.

## 2.4. Procedimiento

### 2.4.1. Procedimiento de recolección de datos

#### 2.4.1.1. Agregado Fino

##### 2.4.1.1.1. Obtención de agregado fino

Se obtendrá el agregado fino de la cantera del Rio Chonta (Roca Fuerte), el material será arena gruesa de río.

##### 2.4.1.1.2. Análisis granulométrico de agregado fino (ASTM C136)

- Se secará el material al aire hasta evidenciar que no se adhieran entre sí.
- Posteriormente, se elegirá el juego de tamices correspondientes a agregado fino.
- Luego se realizará el tamizado manual, agregando material paulatinamente a los tamices (de mayor a menor) y agitarlos para ver qué cantidad se retiene en cada una de las mallas

#### Figura 1

Tamizado del agregado fino



- Luego se pesará el material retenido en cada uno de los tamices en una balanza para poder determinar el incremento de masa por tamiz.

## Figura 2

*Pesado del material retenido en la malla N° 4*



- El módulo de fineza se calcula con la siguiente fórmula:

### Ecuación 1

*Módulo de finura*

$$M.F = \frac{\sum \text{Retenido acumulado en las mallas N}^\circ 4,8,16,30,50 \text{ y } 100}{100}$$

Dónde:

M.F = Módulo de fineza

#### 2.4.1.1.3. Contenido de Humedad (ASTMC D2216)

- Se obtendrá una porción de material inalterado y se lo pesará en estado natural.
- A continuación, se colocará el material en el horno a una temperatura de  $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ , durante 24 horas.
- Se retirará el material del horno y se dejará reposar por

media hora, luego se determinará el peso en estado seco.

### Figura 3

*Pesado del material seco*



- El contenido de humedad se determinará por la siguiente ecuación:

#### Ecuación 2

*Contenido de humedad*

$$(W\%) = \frac{W_w - W_s}{W_s} * 100$$

*W<sub>w</sub>: Peso Natural      W<sub>s</sub>: Peso Seco*

*W%: Humedad Total*

#### 2.4.1.1.4. Gravedad específica y absorción de agregados finos

(ASTM C128)

- Se colocará el material en un recipiente y será cubierto por agua, reposando por 24 horas.
- Una vez pasado el tiempo correspondiente se procederá a secar con una secadora de pelo el material antes remojado

hasta que las partículas se encuentren en estado saturado superficialmente seco.

**Figura 4**

*Secado del agregado fino*



- En el molde cónico, se colocará la muestra y se apisonará 25 veces con la varilla de metal, se levantará el molde de manera vertical buscando que el cono de arena se desintegre, se repetirá el procedimiento hasta que el cono de agregado se desintegre, encontrándose en ese instante en estado de saturado superficialmente seco.

**Figura 5**

*Compactado de arena en molde cónico*



- Se introducirá 500 gramos del material dentro de una fiola y se llenará parcialmente de agua. Luego se agitará el frasco para eliminar las burbujas de aire de manera manual.

**Figura 6**

*Eliminación de burbujas de aire por método manual*



- Después de eliminar las burbujas de aire, llenar el frasco

hasta la capacidad calibrada. Determinar el peso total del frasco, espécimen y agua.

- A continuación, se debe retirar el agregado por el proceso de decantación y secar a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , enfriar a temperatura ambiente por  $\frac{1}{2}$  a  $1 \frac{1}{2}$  hora y determinar el peso.
- La gravedad específica se calcula con la siguiente fórmula:

### **Ecuación 3**

*Peso específico agregado fino*

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

- La absorción se calcula con la siguiente fórmula:

### **Ecuación 4**

*Porcentaje de absorción agregado fino*

$$Abs (\%) = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

Dónde:

Abs = Absorción

$W_o$  = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g

#### **2.4.1.1.5. Peso unitario seco suelto y compactado (ASTM C29)**

##### **Peso unitario seco suelto**

- Se halla el volumen y peso del recipiente a utilizar.
- A continuación, se llena recipiente de medida con una pala o cuchara, que descarga el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2”) hasta que rebose el recipiente
- Se enraza y se elimina el material sobrante.

- Se determina el peso del recipiente de medida más el contenido, registrando los pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).

### **Figura 7**

*Pesado del material seco suelto*



- El peso unitario suelto se calcula de la siguiente manera:

### **Ecuación 5**

*Peso unitario seco suelto del agregado fino*

$$PUSS = \frac{\text{Peso}_{\text{recipiente+muestra}} - \text{Peso}_{\text{recipiente}}}{\text{Volumen}_{\text{recipiente}}}$$

### **Peso unitario seco compactado**

- Se halla el volumen y peso del recipiente a utilizar.
- Después se llena la tercera parte del recipiente con el agregado, y se empareja la superficie con los dedos.
- Se apisona la capa de agregado con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente, utilizando el extremo

semiesférico de la varilla.

- Al apisonar la primera capa, evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, aplicar la fuerza necesaria para que la varilla atraviese solamente la respectiva capa.

### **Figura 8**

*Apisonado de la primera capa de material*



- Una vez colmado el recipiente, enrasar la superficie con la varilla, usándola como regla, determinar el peso del recipiente lleno y peso del recipiente solo, y registrar pesos con aproximación de 0,05 kg (0,1 lb).
- El peso unitario compactado se calcula de la siguiente manera:

### **Ecuación 6**

*Peso unitario seco compactado del agregado  
fino*

$$PUCS = \frac{\text{Peso}_{\text{recipiente+muestra}} - \text{Peso}_{\text{recipiente}}}{\text{Volumen}_{\text{recipiente}}}$$

## 2.4.1.2. Ladrillos

### 2.4.1.2.1. Obtención de ladrillos artesanales e industriales

Se obtendrá los ladrillos de acuerdo con el tipo de ladrillo a utilizar, para los ladrillos artesanales, se extraerá de la ladrillera El Tayo ubicada en el Caserío Cerrillo y para el tipo industrial, de ladrillos Forte, ambos serán tipo King Kong.

### 2.4.1.2.2. Variación dimensional del ladrillo (NTM 399.613)

- Se mide en cada espécimen el largo, ancho y alto, con la precisión de 1 mm.

**Figura 9**

*Toma de medidas de ladrillo industrial*



- Cada medida se obtiene como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.
- Se calcula la variación en porcentaje de cada dimensión restante de cada dimensión especificada en valor obtenido de promediar la dimensión de todas las muestras, dividiendo este valor por la dimensión especificada y multiplicando por 100.

**Ecuación 7**

*Variación dimensional del ladrillo*

$$\begin{aligned}
 \text{Var. Dimensional (\%)} &= \frac{\text{Long. Fábrica} - \text{Prom}(\text{Long. Efect.})}{\text{Long. Fábrica}} \\
 &* 100
 \end{aligned}$$

**2.4.1.2.3. Alabeo del ladrillo (NTP 399.613)**

- Se coloca el borde recto de la regla ya sea longitudinalmente

o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo.

- Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima.
- Se efectúa la lectura con la precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido.

**Figura 10**

*Medida de alabeo en ladrillo*



**2.4.1.2.4. Absorción del ladrillo (NT P 399.613)**

- Se seca los especímenes en un horno a 115 °C por no menos de 24 horas, y se registra el peso.

**Figura 11**

*Sacado de especímenes del horno*



- Se sumerge los especímenes en agua por un periodo de 24 horas.
- Se pesa los especímenes sumergidos totalmente en agua, suspendiéndolo con un alambre y registrando el peso sumergido.

**Figura 12**

*Pesado del espécimen sumergido*



- Se saca del agua y se drena el agua por 1 minuto, retirando el agua superficial, pesamos y registramos el peso saturado del espécimen.
- Se determina la absorción aplicando la formula dada por la N.T.P. 399.613

### **Ecuación 8**

*Absorción del ladrillo*

$$\text{Absorción } \text{kg/m}^3 = \left( \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right) * 1000$$

### **Ecuación 9**

*Porcentaje de absorción del ladrillo*

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

Dónde:

Ws: Peso saturado del espécimen

Wd: Peso seco al horno del espécimen

Wi: Peso sumergido del espécimen

#### **2.4.1.2.5. Succión del ladrillo (NT P 399.613)**

- Se seca las unidades en el horno a una temperatura constante de 115°C por 24 horas y se pesa, luego se mide el ancho y la longitud de la cara del espécimen que estará en contacto con el agua.
- Se coloca los especímenes uno a uno en la bandeja nivelada luego se agrega el agua hasta que el nivel de esta sea 3 mm.

**Figura 13**

*Succión de ladrillo industrial*



- Se deja reposar por un periodo de un minuto, cumplido el tiempo se retira el espécimen y se seca el agua superficial y se pesa con una aproximación de 0.5 gramos.

**2.4.1.2.6. Resistencia a compresión del ladrillo ( $f'_b$ ) (NT-P 399.613)**

- Se mide el ancho y la longitud de la cara del espécimen para determinar el área en la cual se le aplicará la carga, a la vez se mide la altura
- Una vez obtenidas las medidas debe colocarse en el comprensómetro para ser sometido a cargas.
- Se le aplicará cargas constantes hasta que llegue al punto de ruptura, anotando las deformaciones para las diferentes cargas aplicadas.

**Figura 14**

*Resistencia a compresión de ladrillo industrial*



### **2.4.1.3. Vidrio**

#### **2.4.1.3.1. Obtención y trituración de vidrio**

- Se obtendrá el vidrio plano transparente, una vez limpiado y secado el vidrio se procede al triturado con el uso de un martillo y así facilitar el proceso de molienda del vidrio.
- Luego de la molienda del vidrio se tamiza al vidrio por el tamiz N° 200 y el material que pasante de dicho tamiz es el que se usara para esta investigación.

### Figura 15

*Resistencia a compresión de ladrillo  
industrial*



#### 2.4.1.4. Compresión de pilas de ladrillo

##### 2.4.1.4.1. Resistencia a compresión de pilas de ladrillo (f'm) (NT-P 399.605)

- Una vez obtenidos los datos de succión de los ladrillos y el diseño de mezclas con los datos del agregado fino, se procedió a la elaboración de las pilas de ladrillo tanto industrial, como artesanal
- Se procedió a humedecer los ladrillos por un periodo de treinta minutos antes del asentado debido a que la succión de ambos tipos de ladrillos era mayor a lo estipulado por la norma.
- A continuación, se pesó las medidas exactas según el diseño de mezclas para cada dosificación (con y sin reemplazo de

vidrio) y se procedió con el amasado de la mezcla.

### Figura 16

*Pesado de cemento para elaboración de pilas.*



- Se extendió la mezcla en capas de un espesor de 1.5 centímetros entre cada hilada de ladrillos.
- A las pilas con reemplazo de vidrio se le colocó el peso correspondiente según el diseño de mezclas.

### Figura 17

*Adición de vidrio a mezcla correspondiente.*



- Con ayuda de una plomada se verificó la horizontalidad de los prismas y con ayuda de un nivel de mano su verticalidad.

### **Figura 18**

*Verificando horizontalidad de pilas.*



- Una vez terminados se dejó secar por 24 horas y se procedió con el curado de las pilas, realizando el humedecido de las respectivas pilas por un periodo de 7 días y dejando reposarlas hasta que logren la edad para su ensayo correspondiente.
- Cuando las pilas han llegado a la edad de ensayo, se deberá tomar las medidas de cada una de las pilas, el largo y ancho de la sección en contacto y la altura de la pila, luego se procederá a colocar las pilas en el comprensómetro, aplicándole carga constante hasta que llegue a su punto de ruptura.

### Figura 19

*Pila de ladrillo industrial a ensayar*



- De cada pila con diferentes porcentajes de reemplazo de vidrio al mortero se registrarán los datos del acortamiento para las diferentes cargas y de dichas cargas.

#### 2.4.2. Procedimiento de análisis de datos

Una vez obtenidos los datos de laboratorio en los protocolos, se procedió a realizar el procesamiento de los mismos con ayuda del software Excel, en el cual se creó hojas de procesamiento de datos con las fórmulas de las ecuaciones antes mencionadas para cada ensayo realizado en las cuales introducimos los datos obtenidos en campo.

Del ensayo de granulometría se obtuvo el cuadro resumen con los porcentajes pasantes de cada malla y se los comparó con los de la norma, obteniendo así la gráfica de la curva granulométrica comparada con los usos de la Norma ASTM C33.

De los ensayos de humedad, peso específico y peso unitario se obtuvo el dato promedio de cada uno de ellos, datos necesarios para poder realizar el diseño de mezclas del mortero.

De los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, succión y resistencia a compresión de ladrillos se obtuvieron los datos promedio de cada ensayo, necesarios para realizar la clasificación de los ladrillos.

Asimismo, de los ensayos de compresión de las pilas de albañilería se generaron tablas las cuales sirvieron para obtener los resultados promedio y para generar las graficas de esfuerzo-deformación y las graficas que muestran la variación de la resistencia de las pilas ensayadas

## **2.5. Aspectos éticos**

La presente investigación, respecto a los aspectos éticos, salvaguarda en primer lugar la propiedad intelectual de los autores a los cuales se hace referencia, citándolos apropiadamente, del mismo modo la investigación presenta los resultados tal y como fueron obtenidos en los ensayos realizados, sin adulterar resultados ni obviando datos, los cuales podrán ser contrastados en los protocolos anexados y de acuerdo al procesamiento de datos utilizado, dichos resultados podrán ser utilizados como precedentes en futuras investigaciones.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Agregado Fino

#### 3.1.1. Análisis granulométrico de agregado fino (ASTM C136)

En la tabla se muestra el análisis granulométrico y módulo de fineza del agregado fino utilizado para la elaboración del mortero cemento – arena.

**Tabla 5**

*Análisis granulométrico del agregado fino*

Malla #	% Que pasa
N° 4	96.52%
N° 8	89.24%
N° 10	84.87%
N° 16	68.53%
N° 30	44.00%
N° 50	12.21%
N° 100	4.63%
N° 200	0.61%
CAZOLETA	0.00%

**Módulo de Fineza = 2.85**

**Tabla 6**

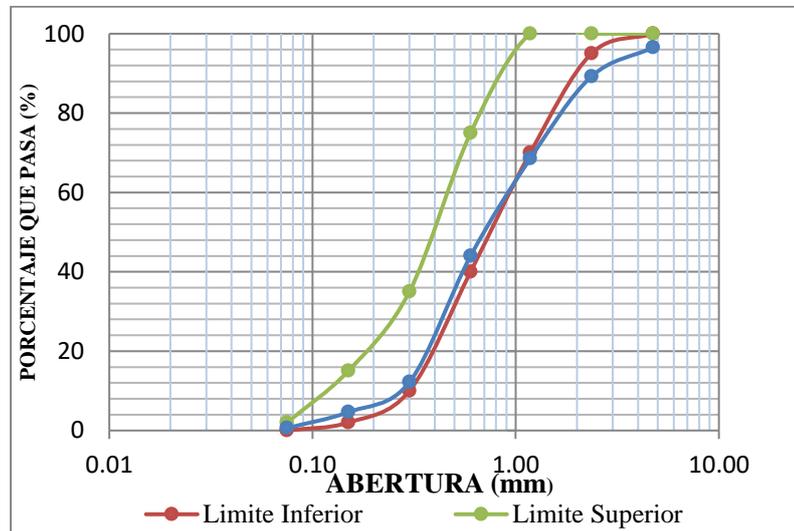
*Límites granulométricos ASTM C33*

Malla #	Diámetro (mm)	% Que pasa	
		Especificaciones	
N° 3/8	9.5	100	100
N° 4	4.75	95	100
N° 8	2.36	80	100
N° 16	1.18	50	85
N° 30	0.6	25	60
N° 50	0.3	10	30
N° 100	0.15	2	10
N° 200	0.075	0	3

**Nota:** Fuente: ASTM C33

**Figura 20**

Análisis granulométrico



**Nota:** En la figura anterior se muestra la curva granulométrica del agregado utilizado en la presente investigación, dentro de los husos granulométricos propuestos por la norma ASTM C33.

### 3.1.2. Contenido de Humedad (ASTMC D2216)

En la tabla, se muestran los resultados del ensayo para la determinación del contenido de humedad del agregado fino.

**Tabla 7**

*Contenido de humedad del agregado fino*

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3	T4	T5	T6
W%	Porcentaje de humedad	%	5.76%	5.88%	6.14%	6.33%	4.86%	6.72%
	Promedio Porcentaje Humedad	%			5.95%			

### 3.1.3. Gravedad específica y absorción de agregados finos (ASTM C128)

**Tabla 8**

*Gravedad específica y absorción del agregado fino*

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso específico aparente (Seco)	gr./cm <sup>3</sup>	2.389	2.408	2.092	2.30
B	Peso específico aparente (SSS)	gr./cm <sup>3</sup>	2.434	2.465	2.149	2.35
C	Peso específico nominal (Seco)	gr./cm <sup>3</sup>	2.530	2.621	2.250	2.47
D	Absorción	(%)	1.90%	2.40%	2.69%	2.33%

### 3.1.4. Peso Unitario Seco Suelto y Compactado (ASTM C29)

**Tabla 9**

*Peso unitario seco suelto y compactado del agregado*

AGREGADO FINO		P	< 1/2”		VOL. MOLDE	0.01140
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m <sup>3</sup>	1371.451	1400.388	1419.066	1396.97
B	PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>	1322.784	1299.634	1324.099	1315.51

## 3.2. Ladrillos

### 3.2.1. Variación dimensional del ladrillo (NTM 399.613)

**Tabla 10**

*Variación dimensional del ladrillo King Kong artesanal*

VARIACIÓN DIMENSIONAL LADRILLOS ARTESANAL					
Longitud efectiva Prom Lx(mm)	216.25	Ancho efectivo Prom. Ax(mm)	125.55	Alto efectivo Prom. Ax(mm)	80.475
Desviación Estándar	1.1712	Desviación Estándar	2.0995	Desviación Estándar	1.6792
Coefficiente de variación	0.0054	Coefficiente de variación	0.0167	Coefficiente de variación	0.0209
Longitud de fábrica	230	Longitud de fábrica	130	Longitud de fábrica	90
Variación dimensional	5.98%	Variación dimensional	3.42%	Variación dimensional	10.58%

**Tabla 11**

*Variación dimensional del ladrillo King Kong industrial*

VARIACIÓN DIMENSIONAL LADRILLOS INDUSTRIALES					
Longitud efectiva Prom. Lx(mm)	236.38	Ancho efectivo Prom. Ax(mm)	120.35	Alto efectivo Prom Ax(mm)	91.6
Desviación Estándar	2.084	Desviación Estándar	2.007	Desviación Estándar	1.2969
Coefficiente de variación	0.0088	Coefficiente de variación	0.0167	Coefficiente de variación	0.0142
Longitud de fábrica	230	Longitud de fábrica	120	Longitud de fábrica	90
Variación dimensional	-2.77%	Variación dimensional	-0.29%	Variación dimensional	-1.78%

### 3.2.2. Alabeo del ladrillo (NTP 399.613)

**Tabla 12**

*Alabeo del ladrillo King Kong artesanal*

ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	(mm)		(mm)	
LA -01	-	1	2	-
LA -02	-	2	5	4
LA -03	-	1	1	-
LA -04	5	-	2	-
LA -05	1	1	3	2
LA -06	1	-	-	6
LA -07	1	1	3	2
LA -08	-	1	-	3
LA -09	5	2	1	4
LA -10	4	-	1	-

**Tabla 13**

*Alabeo del ladrillo King Kong industrial*

ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	(cm)		(cm)	
LI -01	2	-	3	-
LI -02	3	-	2	-
LI -03	1	-	1	-
LI -04	1	-	2	-
LI -05	3	-	4	-
LI -06	1	-	3	-
LI -07	2	-	3	-
LI -08	1	-	3	-
LI -09	1	-	2	-
LI -10	2	-	1	-

### 3.2.3. Absorción del ladrillo (NTP 399.613)

**Tabla 14**

*Absorción del ladrillo King Kong artesanal*

<b>Espécimen</b>	% de absorción <b>Abs</b>	Promedio Porcentaje absorción
LA -01	7.05%	
LA -02	8.79%	
LA -03	5.17%	7.05%
LA -04	8.82%	
LA -05	5.44%	

**Tabla 15**

*Absorción del ladrillo King Kong industrial*

<b>Espécimen</b>	% de absorción <b>Abs</b>	Promedio Porcentaje absorción
LI -01	10.22%	
LI -02	12.87%	
LI -03	13.34%	11.62%
LI -04	12.78%	
LI -05	8.85%	

### 3.2.4. Succión del ladrillo (NTP 399.613)

**Tabla 16**

*Succión del ladrillo King Kong artesanal*

<b>Espécimen</b>	Succión (g/min/ 200cm <sup>2</sup> )	Promedio Succión
LA -01	112.28	
LA -02	107.84	
LA -03	115.63	110.75
LA -04	112.08	
LA -05	105.94	

**Tabla 17**

*Succión del ladrillo King Kong industrial*

Espécimen	Succión (g/min/ 200cm <sup>2</sup> )	Promedio Succión
LI -01	11.25	15.33
LI -02	9.01	
LI -03	18.93	
LI -04	24.43	
LI -05	13.03	

**3.2.5. Resistencia a compresión del ladrillo (f<sup>b</sup>) (NT<sup>P</sup> 399.613)**

**Tabla 18**

*Resistencia a compresión de unidades de arcilla artesanal*

MUESTRA	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	f <sup>b</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )
LA-01	268.12	12789	<b>47.70</b>
LA-02	270.65	12227	<b>45.18</b>
LA-03	271.9	12840	<b>47.22</b>
LA-04	273.19	14467	<b>52.96</b>
LA-05	268.52	12271	<b>45.70</b>
Resistencia Promedio (f <sup>b</sup> )			<b>47.75</b>
Desviación estándar (s)			<b>3.09</b>
Resistencia (f <sup>b</sup> )			<b>44.66</b>

**Tabla 19**

*Resistencia a compresión de unidades de arcilla industrial*

MUESTRA	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	f <sup>b</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )
LI-01	284.71	27496	<b>96.58</b>
LI-02	285.92	27184	<b>95.08</b>
LI-03	289.48	28944	<b>99.99</b>
LI-04	286	28241	<b>98.74</b>
LI-05	282.8	27297	<b>96.52</b>
Resistencia Promedio (f <sup>b</sup> )			<b>97.38</b>
Desviación estándar (s)			<b>1.96</b>
Resistencia (f <sup>b</sup> )			<b>95.42</b>

### 3.3. Compresión de pilas de ladrillo

#### 3.3.1. Resistencia a compresión de pilas de ladrillo ( $f'm$ ) (NTP

399.605)

Se obtuvieron los valores de la resistencia a compresión de pilas de ladrillo por cada tipo de ladrillo y reemplazo de vidrio molido, mostrándose en las siguientes tablas:

##### 3.3.1.1. Pilas de ladrillo artesanal + 0% de vidrio

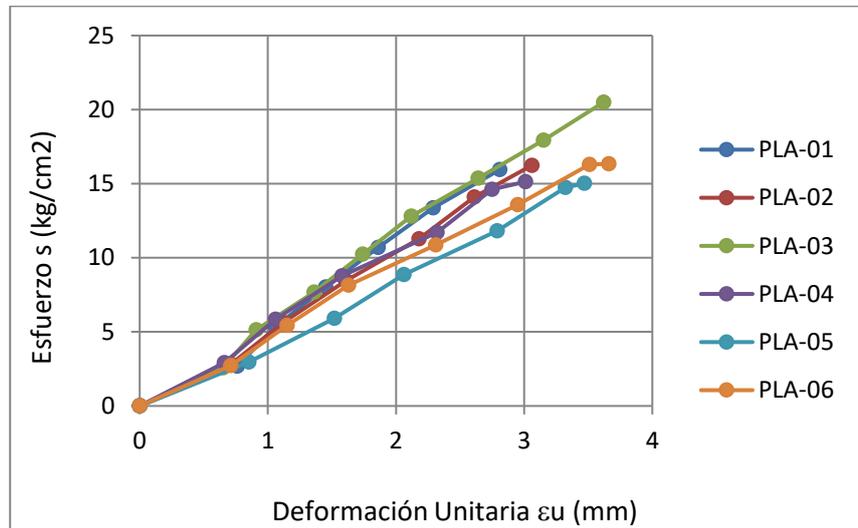
**Tabla 20**

*Resistencia a compresión de pilas de ladrillo artesanal sin  
reemplazo de vidrio*

<b>Pila</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Carga máxima (kg)</b>	<b>Esbeltez (ht/hp)</b>	<b>Coef. de Corr.</b>	<b><math>f'b</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
PLA-01	27.43	5966 kg	2.18	0.730	<b>15.95</b>
PLA-02	27.37	5761 kg	2.23	0.740	<b>16.24</b>
PLA-03	26.90	8000 kg	2.12	0.717	<b>20.50</b>
PLA-04	27.07	5176 kg	2.26	0.748	<b>15.13</b>
PLA-05	27.00	5089 kg	2.27	0.749	<b>15.02</b>
PLA-06	27.03	6017 kg	2.18	0.730	<b>16.34</b>
Resistencia Promedio ( $f'b$ )					<b>16.53</b>
Desviación estándar (s)					<b>2.02</b>
Resistencia ( $f'b$ )					<b>14.51</b>

**Figura 21**

*Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo artesanal + 0% vidrio)*



**Nota:** La figura muestra las gráficas esfuerzo- deformación de las seis pilas de ladrillo artesanal sin reemplazo de vidrio.

De las gráficas mostradas se identifica que la pila PLA-03 fue la que mayor resistencia obtuvo, dando el valor corregido por esbeltez de 20.50 Kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor obtenido fue de la PLA-04 con un valor corregido de 15.02 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.1.2. Pilas de ladrillo industrial + 0% de vidrio

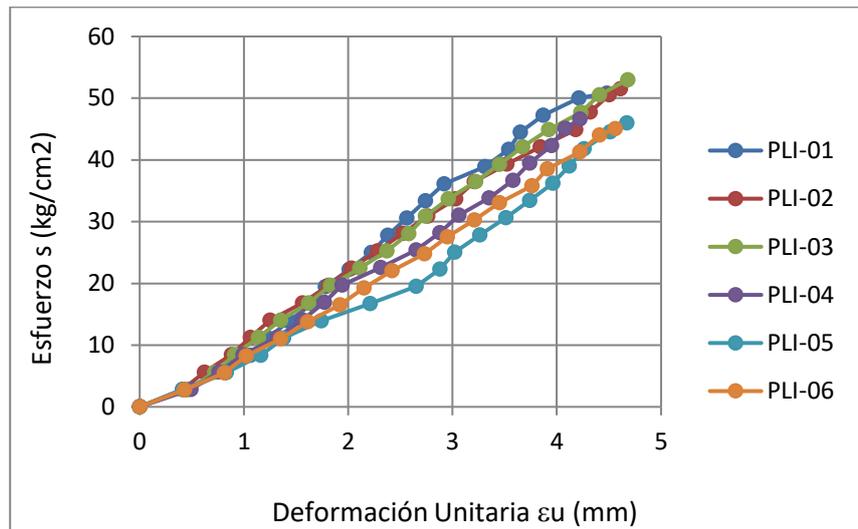
**Tabla 21**

*Resistencia de pilas de ladrillo industrial sin reemplazo de vidrio.*

Pila	Alto (cm)	Carga máxima (kg)	Esbeltez (ht/hp)	Coef. de Corr.	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
PLI-01	31.17	18283 kg	2.54	0.809	<b>50.81</b>
PLI-02	31.43	18352 kg	2.56	0.814	<b>51.52</b>
PLI-03	31.17	18883 kg	2.54	0.809	<b>52.99</b>
PLI-04	30.83	16524 kg	2.53	0.807	<b>46.60</b>
PLI-05	30.93	16517 kg	2.53	0.806	<b>46.00</b>
PLI-06	31.27	16373 kg	2.54	0.809	<b>45.07</b>
Resistencia Promedio (f'b)					<b>48.83</b>
Desviación estándar (s)					<b>3.33</b>

**Figura 22**

*Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo industrial + 0% vidrio)*



**Nota:** La figura muestra las gráficas esfuerzo- deformación de las seis pilas de ladrillo industrial sin reemplazo de vidrio.

De las gráficas mostradas se identifica que la pila PLI-03 fue la que mayor resistencia obtuvo, dando el valor corregido por esbeltez de 52.99 Kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor obtenido fue de la PLI-04 con un valor corregido de 46.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.1.3. Pilas de ladrillo artesanal + 5% de vidrio

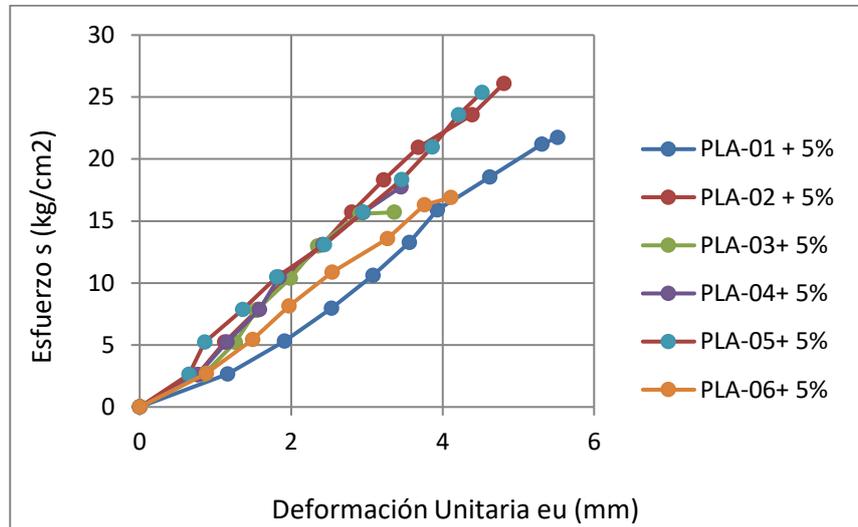
**Tabla 22**

*Resistencia de pilas de ladrillo artesanal +5% de vidrio.*

Pila	Alto (cm)	Carga máxima (kg)	Esbeltez (ht/hp)	Coef. de Corr.	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
PLA-01 + 5%	27.13	8203 kg	2.16	0.725	<b>21.74</b>
PLA-02 + 5%	27.10	9971 kg	2.14	0.721	<b>26.10</b>
PLA-03+ 5%	26.97	6045 kg	2.14	0.720	<b>15.70</b>
PLA-04+ 5%	26.87	6788 kg	2.12	0.717	<b>17.75</b>
PLA-05+ 5%	26.87	9689 kg	2.13	0.718	<b>25.37</b>
PLA-06+ 5%	26.97	6223 kg	2.18	0.730	<b>16.90</b>
Resistencia Promedio (f'b)					<b>20.59</b>
Desviación estándar (s)					<b>4.48</b>

**Figura 23**

*Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo artesanal + 5% vidrio)*



**Nota:** La figura anterior las gráficas esfuerzo- deformación de las seis pilas de ladrillo artesanal con reemplazo del 5% de cemento por vidrio.

De las gráficas mostradas se identifica que la pila PLA-02 + 5% fue la que mayor resistencia obtuvo, dando el valor corregido por esbeltez de 26.10 Kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor obtenido fue de la PLI-03 con un valor corregido de 15.70 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.1.4. Pilas de ladrillo industrial + 5% de vidrio

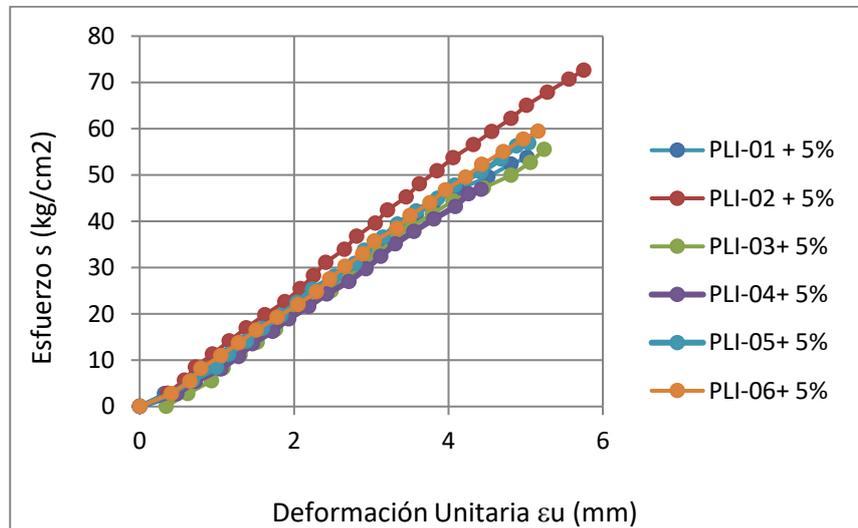
**Tabla 23**

*Resistencia de pilas de ladrillo industrial +5% de vidrio.*

Pila	Alto (cm)	Carga máxima (kg)	Esbeltez (ht/hp)	Coef. de Corr.	$f'b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
PLI-01 + 5%	31.47	19512 kg	2.55	0.811	<b>53.78</b>
PLI-02 + 5%	31.03	25687 kg	2.60	2.601	<b>72.63</b>
PLI-03 + 5%	31.30	20612 kg	2.57	2.573	<b>57.21</b>
PLI-04 + 5%	31.20	17364 kg	2.53	2.528	<b>46.90</b>
PLI-05 + 5%	31.40	20223 kg	2.59	2.587	<b>56.88</b>
PLI-06 + 5%	31.10	21615 kg	2.55	2.545	<b>59.46</b>
Resistencia Promedio ( $f'b$ )					<b>57.81</b>
Desviación estándar (s)					<b>8.47</b>
Resistencia ( $f'b$ )					<b>49.34</b>

**Figura 24**

*Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo industrial + 5% vidrio)*



**Nota:** La figura muestra las gráficas esfuerzo- deformación de las seis pilas de ladrillo industrial con reemplazo del 5% de cemento por vidrio. De las gráficas mostradas se identifica que la pila PLI-02 + 5%

fue la que mayor resistencia obtuvo, dando el valor corregido por esbeltez de 72.63 Kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor obtenido fue de la PLI-04 con un valor corregido de 46.90 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.1.5. Pilas de ladrillo artesanal + 10% de vidrio

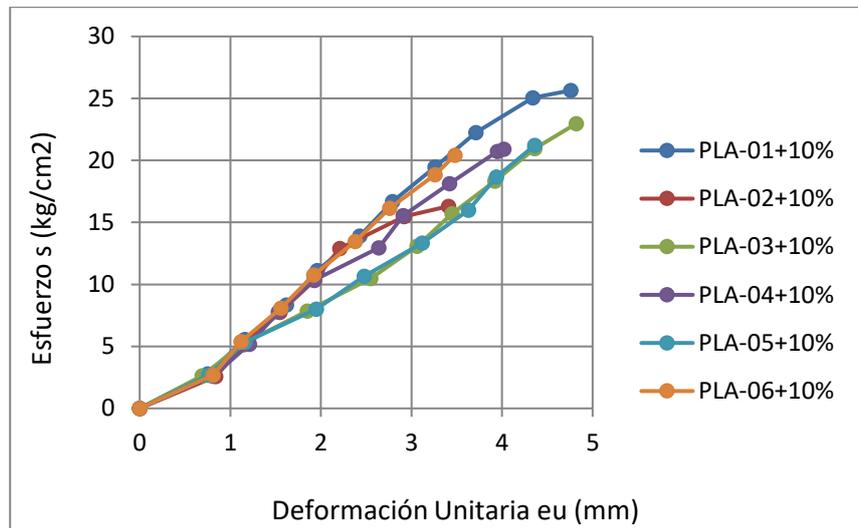
**Tabla 24**

*Resistencia de pilas de ladrillo artesanal +10% de vidrio.*

Pila	Alto (cm)	Carga máxima (kg)	Esbeltez (ht/hp)	Coef. de Corr.	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
PLA-01+10%	27.47	9217 kg	2.22	0.739	<b>25.64</b>
PLA-02+10%	26.77	6319 kg	2.12	0.716	<b>16.31</b>
PLA-03+10%	27.07	8773 kg	2.15	0.723	<b>22.97</b>
PLA-04+10%	26.87	8071 kg	2.13	0.719	<b>20.90</b>
PLA-05+10%	26.83	7957 kg	2.16	0.726	<b>21.21</b>
PLA-06+10%	27.03	7587 kg	2.18	0.730	<b>20.41</b>
Resistencia Promedio (f'b)					<b>21.24</b>
Desviación estándar (s)					<b>3.08</b>
Resistencia (f'b)					<b>18.16</b>

**Figura 25**

*Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo artesanal +10% vidrio)*



**Nota:** La figura muestra las gráficas esfuerzo- deformación de las seis pilas de ladrillo artesanal con reemplazo del 10% de cemento por vidrio. De las gráficas mostradas se identifica que la pila PLA-01 + 10%

fue la que mayor resistencia obtuvo, dando el valor corregido por esbeltez de 25.64 Kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor obtenido fue de la PLA-02 + 10% con un valor corregido de 16.31 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.1.6. Pilas de ladrillo industrial + 10% de vidrio

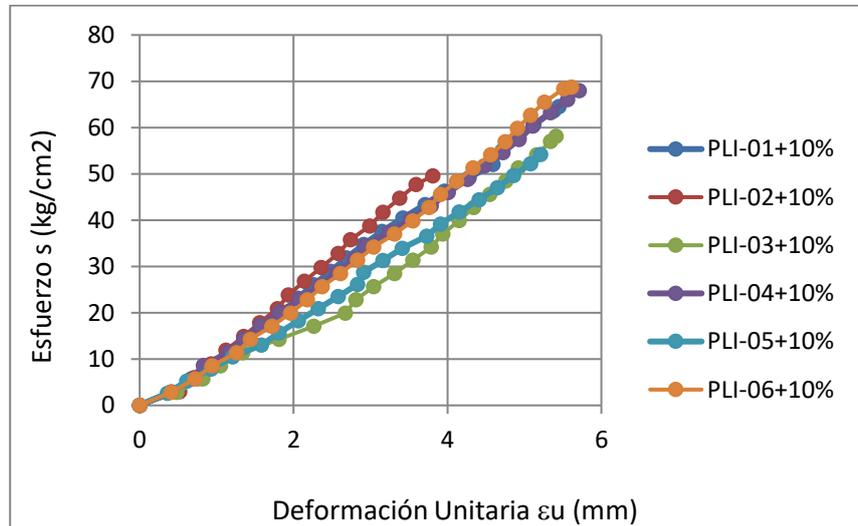
**Tabla 25**

*Resistencia de pilas de ladrillo industrial +10% de vidrio.*

Pila	Alto (cm)	Carga máxima (kg)	Esbeltez (ht/hp)	Coef. de Corr.	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
PLI-01+10%	31.27	22302 kg	2.60	0.822	<b>64.52</b>
PLI-02+10%	31.73	16629 kg	2.66	0.835	<b>49.58</b>
PLI-03+10%	31.37	20390 kg	2.58	0.817	<b>58.11</b>
PLI-04+10%	31.03	23670 kg	2.57	0.816	<b>68.00</b>
PLI-05+10%	30.97	20745 kg	2.48	0.796	<b>54.17</b>
PLI-06+10%	31.20	24121 kg	2.59	0.820	<b>68.71</b>
Resistencia Promedio (f'b)					<b>60.51</b>
Desviación estándar (s)					<b>7.81</b>
Resistencia (f'b)					<b>52.70</b>

**Figura 26**

*Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo industrial +10% vidrio)*



**Nota:** La figura muestra las gráficas esfuerzo- deformación de las seis pilas de ladrillo industrial con reemplazo del 10% de cemento por vidrio.

De las gráficas mostradas se identifica que la pila PLI-06 + 10% fue la que mayor resistencia obtuvo, dando el valor corregido por esbeltez de 68.71 Kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor obtenido fue de la PLI-02 + 10% con un valor corregido de 49.58 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.1.7. Pilas de ladrillo artesanal + 15% de vidrio

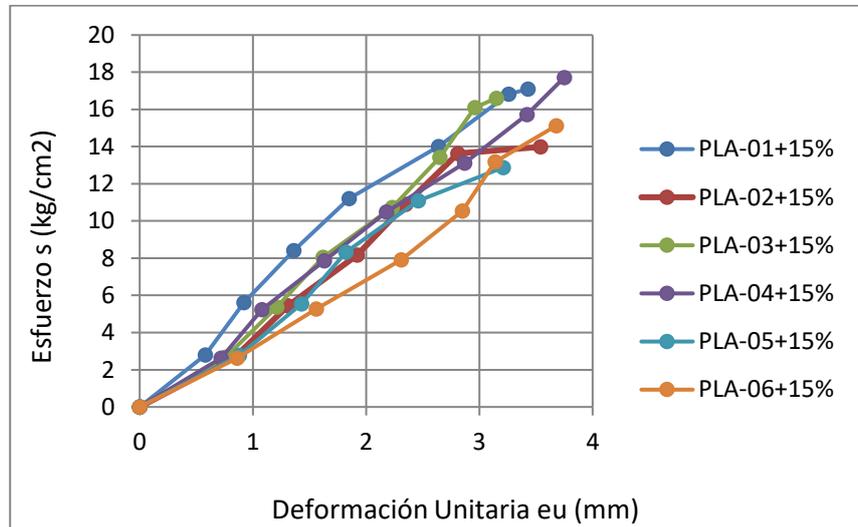
**Tabla 26**

*Resistencia de pilas de ladrillo artesanal +15% de vidrio.*

Pila	Alto (cm)	Carga máxima (kg)	Esbeltez (ht/hp)	Coef. de Corr.	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
PLA-01+15%	27.33	6099 kg	2.22	0.738	<b>17.10</b>
PLA-02+15%	26.90	5133 kg	2.16	0.726	<b>13.98</b>
PLA-03+15%	27.60	6186 kg	2.20	0.733	<b>16.61</b>
PLA-04+15%	26.87	6760 kg	2.14	0.720	<b>17.72</b>
PLA-05+15%	27.33	4644 kg	2.21	0.736	<b>12.88</b>
PLA-06+15%	26.70	5742 kg	2.13	0.718	<b>15.13</b>
Resistencia Promedio (f'b)					<b>15.57</b>
Desviación estándar (s)					<b>1.90</b>
Resistencia (f'b)					<b>13.67</b>

**Figura 27**

*Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo artesanal +15% vidrio)*



**Nota:** La figura muestra las gráficas esfuerzo- deformación de las seis pilas de ladrillo artesanal con reemplazo del 15% de cemento por vidrio.

De las gráficas mostradas se identifica que la pila PLA-04 + 15% fue la que mayor resistencia obtuvo, dando el valor corregido por esbeltez de 17.72 Kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor obtenido fue de la PLA-05 + 15% con un valor corregido de 12.88 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.1.8. Pilas de ladrillo industrial + 15% de vidrio

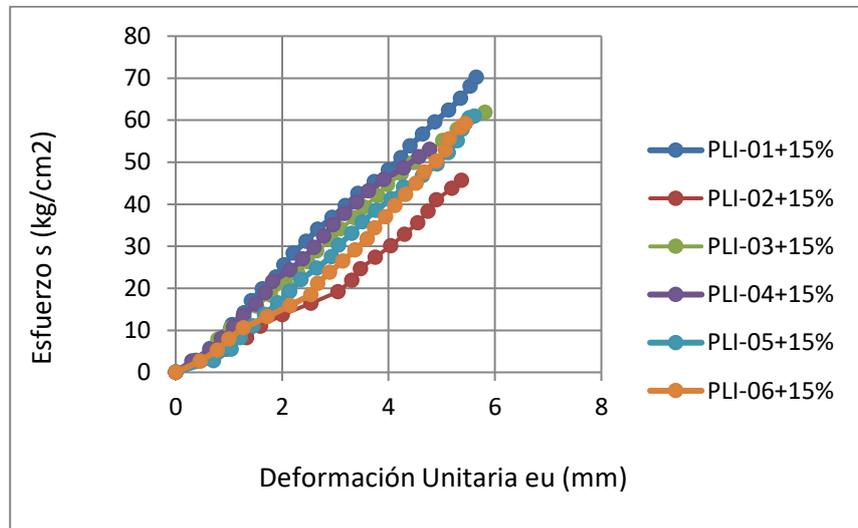
**Tabla 27**

*Resistencia de pilas de ladrillo industrial +15% de vidrio.*

Pila	Alto (cm)	Carga máxima (kg)	Esbeltez (ht/hp)	Coef. de Corr.	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
PLI-01+15%	31.03	24756 kg	2.59	0.819	<b>70.20</b>
PLI-02+15%	30.93	16700 kg	2.52	0.805	<b>45.66</b>
PLI-03+15%	31.17	23558 kg	2.48	0.796	<b>61.89</b>
PLI-04+15%	31.47	19644 kg	2.53	0.807	<b>53.04</b>
PLI-05+15%	31.33	22138 kg	2.52	0.804	<b>60.95</b>
PLI-06+15%	31.27	22383 kg	2.50	0.799	<b>59.20</b>
Resistencia Promedio (f'b)					<b>58.49</b>
Desviación estándar (s)					<b>8.36</b>
Resistencia (f'b)					<b>50.13</b>

**Figura 28**

*Esfuerzo vs Deformación (Pilas ladrillo industrial +15% vidrio)*



**Nota:** La figura muestra las gráficas esfuerzo- deformación de las seis pilas de ladrillo industrial con reemplazo del 15% de cemento por vidrio.

De las gráficas mostradas se identifica que la pila PLI-01 + 15% fue la que mayor resistencia obtuvo, dando el valor corregido por esbeltez de 70.20 Kg/cm<sup>2</sup> y el menor valor obtenido fue de la PLI-04 + 15% con un valor corregido de 45.66 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.2. Comparación de la resistencia a compresión de pilas de ladrillo

#### 3.3.2.1. Pilas de ladrillo artesanal

Se puede observar que la resistencia promedio alcanzada fue de 16.53 kg/cm<sup>2</sup> con 0% de reemplazo de cemento; 20.59 kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar un 5% de cemento por vidrio molido, 21.24 kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar un 10% y 15.57 kg/cm<sup>2</sup> reemplazando un 15%.

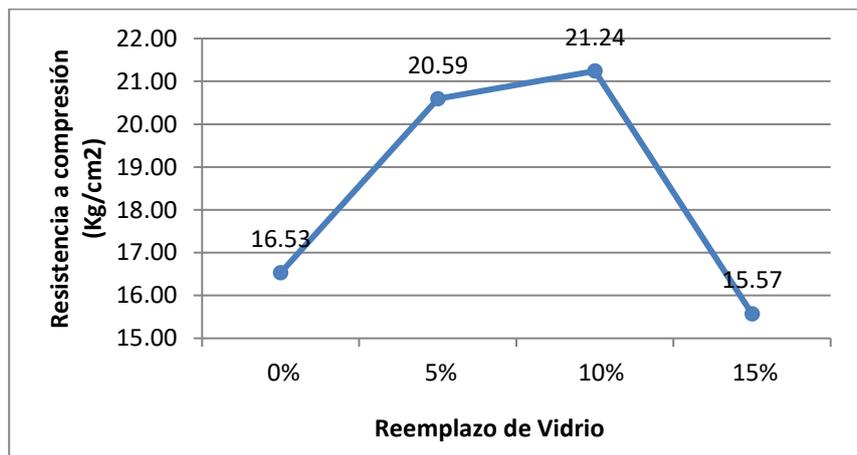
**Tabla 28**

*Resistencia a compresión de pilas de ladrillo artesanal*

PILA	+ 0%	+ 5%	+ 10%	+ 15%
PLA-01	15.95	21.74	25.64	17.10
PLA-02	16.24	26.10	16.31	13.98
PLA-03	20.50	15.70	22.97	16.61
PLA-04	15.13	17.75	20.90	17.72
PLA-05	15.02	25.37	21.21	12.88
PLA-06	16.34	16.90	20.41	15.13
Resistencia Promedio (f <sub>m</sub> )	16.53	20.59	21.24	15.57
Desviación estándar (σ)	2.02	4.48	3.08	1.90
Resistencia (f <sub>m</sub> )	14.51	16.11	18.16	13.67
Variación de resistencia	0.00%	11.08%	25.15%	-5.75%

**Figura 29**

*Variación de la resistencia de pilas de ladrillo artesanal*



**Nota:** La figura muestra la variación de resistencias promedio de las pilas elaboradas con ladrillos artesanales.

### 3.3.2.2. Pilas de ladrillo Industrial

Se puede observar que la resistencia alcanzada fue de 48.83 kg/cm<sup>2</sup> con 0% de reemplazo de cemento; 57.81 kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar un 5% de cemento por vidrio molido, 60.51 kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar un 10% y 58.49 kg/cm<sup>2</sup> reemplazando un 15%.

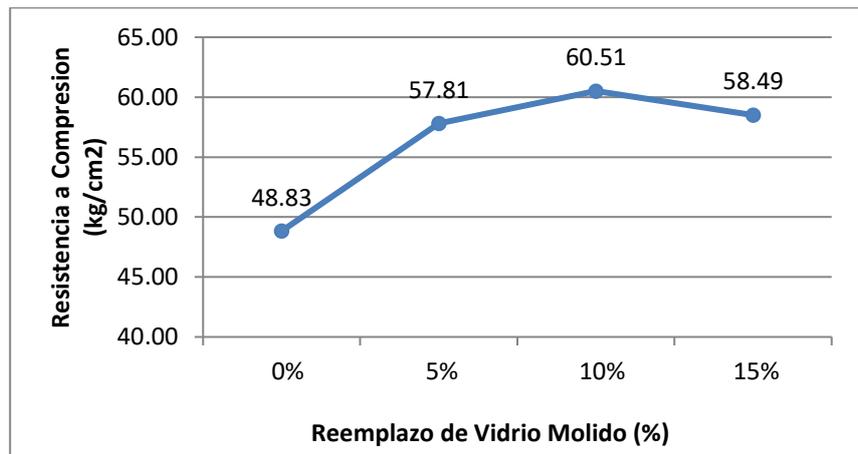
**Tabla 29**

*Resistencia a compresión de pilas de ladrillo artesanal*

PILA	+ 0%	+ 5%	+ 10%	+ 15%
PLA-01	50.81	53.78	64.52	70.20
PLA-02	51.52	72.63	49.58	45.66
PLA-03	52.99	57.21	58.11	61.89
PLA-04	46.60	46.90	68.00	53.04
PLA-05	46.00	56.88	54.17	60.95
PLA-06	45.07	59.46	68.71	59.20
Resistencia Promedio (f'm)	48.83	57.81	60.51	58.49
Desviación estándar ( $\sigma$ )	3.33	8.47	7.81	8.36
Resistencia (f'm)	45.50	49.34	52.70	50.13
Variación de resistencia	0.00%	8.44%	15.83%	10.18%

**Figura 30**

*Variación de la resistencia de pilas de ladrillo industrial*



**Nota:** La figura muestra la variación de resistencias promedio de las pilas elaboradas con ladrillos industriales.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Como se puede observar en la figura 20, la curva granulométrica de la arena gruesa para ser empleada dentro el mortero se encontró dentro de los límites (Tabla 6 Límites Granulométricos ASTM C33) y con un módulo de finura de 2.85.

Según la clasificación de los ladrillos de la Norma Técnica E070, los resultados obtenidos de las Tablas 10 y 11, clasifican según su variación dimensional al ladrillo de arcilla artesanal como un Tipo II y al ladrillo industrial como un Tipo IV. Y aceptamos ambas unidades puesto que los coeficientes de variación de ambos lotes de fabricación están por debajo de los 40% estipulados por norma.

En relación con su alabeo, clasificamos al ladrillo de arcilla artesanal como un Tipo III, y al ladrillo de arcilla industrial como un Tipo IV. Pero teniendo en cuenta que la resistencia a compresión es el valor más relevante para definir su clasificación, denominamos al ladrillo de arcilla artesanal como un Tipo I y al ladrillo de arcilla industrial como un tipo III.

En base a las Tablas 14 y 15, Absorción de ladrillos de arcilla artesanales e industriales, los ladrillos cumplen con el rango de absorción máxima que establece la Norma E070 de 22%, sin embargo, de acuerdo con las Tablas 16 y 17, Succión de ladrillos de arcilla artesanales e industriales, identificamos que el ladrillo de tipo artesanal tiene una succión elevada que supera los 20 g/200cm<sup>2</sup>, es por esto por lo que los ladrillos deben ser mojados por media hora antes de la elaboración de las pilas.

Según las Tablas 18 y 19, la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, los ladrillos obtuvieron una baja dispersión de datos por lo que su desviación estándar cumplió con un valor menor a 10, siendo unidades idóneas para trabajar.

De acuerdo a los resultados de las figuras 31 y 32, la hipótesis se cumple de manera parcial ya que la resistencia a compresión de las pilas de albañilería tanto artesanal como industrial aumentan como mínimo en un 5% para cada reemplazo de vidrio al mortero a excepción de las pilas de ladrillo artesanal a las que se le adicionó el 15%, las cuales disminuyen en poco más del 5% debido a que los ladrillos artesanales tiene mucha dispersión de datos en cuanto a su resistencia, siendo la dosificación con mayor resistencia alcanzada la dosificación a la cual se le agregó el 10% de las vidrio molido.

Se observó que el modo de falla en las pilas fue grietas verticales que iniciaban en el centro o extremos de la pila, las cuales, al momento de aumentar la carga, se extendían en forma vertical a lo largo de la pila.

En comparación con la investigación realizada por Sanchez & Burgos (2015), se puede observar que en dicho estudio el reemplazo que influyó de manera más significativa fue el reemplazo del 20% de vidrio, en comparación con la presente investigación, también se obtuvieron resultados significativos que lograron hasta un 25% de aumento de resistencia para el reemplazo del 10% de vidrio en las pilas de ladrillo industrial.

Comparando los resultados obtenidos en la presente tesis con la investigación que realizó Catalán (2013) en la cual estudió la influencia del vidrio en la resistencia en hormigones, concluyó que dichos hormigones aumentaron su resistencia para

adiciones del 10% de vidrio, confirmando el resultado obtenido en el presente estudio.

En la tesis de Silvestre (2017) se utilizó al vidrio molido reemplazando el 3, 5 y 7% con relación al peso del cemento, obteniendo como reemplazo ideal la mezcla del 5% de reemplazo, en el presente estudio se observa que el reemplazo del 5% de vidrio genera aumento de resistencia sin embargo el porcentaje que mayor aumento genera es el del 10%.

Del mismo modo, Arciniegas y Fonseca (2004) en su investigación “Utilización de vidrio reciclado en morteros” evaluó el desempeño del mortero con diferentes porcentajes de reemplazo comprobando de igual manera que el 10% de vidrio influye significativamente sobre las propiedades de resistencia a la compresión, tal y como lo demostramos en el presente estudio, alcanzando resistencias que aumentan más del 25% en comparación a las pilas ensayadas sin reemplazo de vidrio.

Asimismo, con los resultados obtenidos en las Tablas 27 y 28, comparados con la investigación de Alemán A. (2017), cumplen con lo expuesto en dicha investigación y mejoran las propiedades de las pilas, siendo las pilas de ladrillo industrial la que mejor trabajan puesto que la unidad de albañilería y el mortero tienen resistencias similares presentando un comportamiento monolítico.

Una vez finalizada la presente tesis, se tuvo como implicancia la obtención del porcentaje óptimo de diseño, recomendando trabajar el mortero de asentado de unidades de albañilería con un reemplazo de vidrio molido del 10% con respecto al peso del cemento, puesto que con esta dosificación es con la cual las pilas de ladrillo obtienen una mayor resistencia a compresión a los 28 días, del mismo modo, con los buenos resultados obtenidos se recomienda seguir realizando investigaciones

utilizando al vidrio como reemplazo del cemento con diferentes porcentajes de reemplazo a los utilizados en la presente investigación o también del agregado, y así poder trabajar el vidrio en diferentes granulometrías.

Se recomienda realizar futuros estudios de los especímenes de albañilerías con los porcentajes de reemplazo de vidrio utilizados en el presente estudio pero obteniendo la resistencia a compresión diagonal.

En el desarrollo de la presente investigación se encontró como principal limitación, la obtención del vidrio molido, el cual al ser un material muy cortante y duro se tuvo complicaciones para realizar su molienda y obtener el peso necesario para realizar las pilas puesto que tenía que cumplir con una granulometría muy baja, el cual tuvo que pasar por un proceso de molienda exhaustivo, el mismo que consistió en realizar el chancado de forma manual y con ayuda de una comba en una superficie lisa y limpia y utilizando el equipo de protección personal adecuado para evitar lesiones en las manos y ojos.

#### **4.2. Conclusiones**

- La hipótesis planteada cumple en ambos tipos de ladrillos, para las tres adiciones de vidrio molido en las pilas de ladrillo industrial y para dos del ladrillo artesanal.
- Se calculó apropiadamente las propiedades físicas del agregado fino a utilizar en la elaboración del mortero, tales como: módulo de finura es 2.85, gravedad específica 2.35 gr/cm<sup>3</sup>, absorción 2.33 %, peso unitario suelto 1315.51 Kg/m<sup>3</sup>, peso unitario compactado 1396.97 Kg/m<sup>3</sup> y contenido de humedad 5.95 %.

- Se determinó las propiedades del ladrillo artesanal a utilizar, realizando ensayos clasificatorios como, variación dimensional, clasificando a la unidad como tipo II; alabeo, clasificándola como Tipo III y resistencia a la compresión como Tipo I, obteniendo finalmente la clasificación del ladrillo como Tipo I. A la vez se realizaron ensayos no clasificatorios como absorción 7.05 % y succión 110.75/200gcm<sup>2</sup>
- Se determinó las propiedades del ladrillo industrial obteniendo en sus ensayos clasificatorios de, variación dimensional, Tipo IV; alabeo, Tipo IV y resistencia a la compresión, Tipo III, obteniendo finalmente la clasificación del ladrillo como Tipo III. Y en ensayos no clasificatorios de absorción 11.61 % y succión 15.33/200gcm<sup>2</sup>
- Se obtuvo que una resistencia a compresión de pilas de arcilla artesanal con un mortero de 1:4 fue de 16.53 Kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo 5% de vidrio molido de 20.59 Kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo 10% de vidrio molido de 21.24 Kg/cm<sup>2</sup> y añadiendo 15% de vidrio molido de 15.57 Kg/cm<sup>2</sup>
- Se obtuvo que una resistencia a compresión de pilas de arcilla industrial con un mortero de 1:4 fue de 48.83 Kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo 5% de vidrio molido de 57.81 Kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo 10% de vidrio molido de 60.51 Kg/cm<sup>2</sup> y añadiendo 15% de vidrio molido de 58.49 Kg/cm<sup>2</sup>

## REFERENCIAS

- Bartolomé, A. S. (1994). Construcciones de albañilería. Lima: Pontificia universidad católica del Perú
- Bonilla Mancilla, Dante Eddo (2006) Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/175/BONILLA\\_D ANTE\\_FACTORES%20DE%20CORRECCIN%20DE%20LA%20RESISTENCIA %20EN%20COMPRESIN%20DE%20PRISMAS%20DE%20ALBAILERA%20P OR%20EFECTOS%20DE%20ESBELTEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/175/BONILLA_D_ ANTE_FACTORES%20DE%20CORRECCIN%20DE%20LA%20RESISTENCIA %20EN%20COMPRESIN%20DE%20PRISMAS%20DE%20ALBAILERA%20P OR%20EFECTOS%20DE%20ESBELTEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cedeño Valdiviezo, A. (2011). Aglomerantes, morteros y aplanados adecuados para proteger el medioambiente. Revista de Arquitectura
- Comité asesor Japonés. (2004). Construyendo edificaciones de albañilería con tecnologías apropiadas. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería.
- J. M. Mendoza-Rangel; J. M. Flores-Jarquín; E. U. De Los Santos; P. Garcés Terradillos (2016, junio);  
Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción
- Mas, María (2016) Análisis de la Viabilidad Ambiental de la Utilización de Morteros Fabricados con Polvo de Vidrio en la Estabilización de Suelos.
- Morante Portocarrero, Álvaro Artidoro (2011, mayo 09) Mejora de la adherencia mortero-ladrillo de concreto. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/176>

NTP 399.604. (2002). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. INACAL.

Salamanca Correa, Rodrigo (2001, diciembre 11). Tecnología de Concreto. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101107>.

Trezza Mónica Adriana (2018, marzo 05) Comportamiento del residuo de vidrio molido en cementos mezcla: Estudio comparativo con micro sílice.

Zetola Vargas, V (2013, abril 1) Mortero de cemento Portland con parafinas micro encapsuladas

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización.

**Tabla 30**

*Matriz de operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO			
DEPENDIENTE	Resistencia a compresión de pilas de ladrillo	La resistencia a la compresión es la capacidad para soportar una carga por unidad de área (Osorio J. 2013)	Resistencia a compresión	Esfuerzo	kg/cm <sup>2</sup>	Comprensómetro Protocolos		
				Deformación	Mm			
				Variación Dimensional	%	Protocolos		
				Alabeo	Mm	Protocolos		
				Propiedades físico-mecánicas del ladrillo	Resistencia a la Compresión	kg/cm <sup>2</sup>	Protocolos	
					Módulo de Rotura	kg/cm <sup>2</sup>	Protocolos	
					Absorción	%	Protocolos	
					Succión	(gr/cm <sup>2</sup> ) * mm	Protocolos	
					Junta del mortero	Espesor	Mm	Diseño de Mezclas
						Dosificación	1: n	Diseño de Mezclas
INDEPENDIENTE	Porcentaje en peso de vidrio molido	El vidrio es un material de apariencia dura, frágil y generalmente transparente, aunque se comporta como un sólido, es un fluido de muy alta viscosidad. (Catalán C., 2013)	Porcentaje de vidrio molido	Peso	Kg	Balanza		

Anexo 2: Matriz de Consistencia.

**Tabla 31**

*Matriz de Consistencia*

TÍTULO	FORM. PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	POBLACION Y MUESTRA	DISEÑO	INSTRUMENTOS
		<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la resistencia a la compresión de pilas de ladrillo artesanal e industrial con mortero cemento - arena 1:4 mejorado con vidrio molido.</p>		<p>DEPENDIENTE</p> <hr/> <p>Resistencia a compresión de pilas de ladrillo</p>	<p><b>POBLACION</b> La población será la misma que la muestra asumida</p>		<p>Comprensómetro (ASTM C131) Guías Protocolos</p>
		<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar propiedades físicas del agregado fino, vidrio molido y ladrillos para la elaboración de las pilas.</li> <li>Realizar el diseño de mezclas del mortero para los diferentes porcentajes de vidrio molidos. <ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar las pilas de ladrillo artesanal e industrial con mortero mejorado con los porcentajes de 0%, 1%, 3% y 5% de vidrio molido.</li> <li>Determinar y comparar la resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero con reemplazo de 0%, 1%, 3% y 5% de vidrio molido.</li> </ul> </li> <li>Comparar el porcentaje de vidrio molido en el mortero, que otorga la mayor resistencia a la compresión de las pilas de albañilería.</li> </ul>	<p>La resistencia a la compresión de las pilas de ladrillo artesanal e industrial aumenta en más del 5% con mortero cemento - arena 1:4 mejorado con vidrio molido</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <hr/> <p>Porcentaje en peso de vidrio molido en la junta de mortero</p>	<p><b>MUESTRA:</b> La muestra de esta investigación es no estadística, la muestra será asumida por conveniencia del investigador, 48 pilas de ladrillo.</p>	<p>Método: Experimental</p> <p>Diseño: Aplicada</p>	<p>Balanza Protocolos</p>
Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo artesanal e industrial con mortero cemento-arena 1:4 mejorado con vidrio molido	¿Cuál es la resistencia a la compresión de pilas de ladrillo artesanal e industrial con mortero cemento - arena 1:4 mejorado con vidrio molido?						

Anexo 3: Protocolos de Agregado Fino

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
	PROTOCOLO							
	ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012					AGGF-LC-UPNC: .....	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO						
CANTERA:	ROCA FUERTE	TM:	1/4"					
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TMN:	N° 08					
FECHA DE MUESTRA:	27/04/2019	M.F.:	2.85					
FECHA DE ENSAYO:	15/05/2018	HUSO A UTILIZAR:	ASTM C33					
RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHÁN					

**AGREGADO FINO**

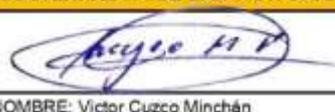
Mínimo: 500 gr.

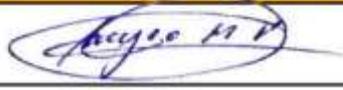
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite Inferior
1	N° 4	4.75	23.3	3.48%	3.48%	96.52%	95	100
2	N° 8	2.36	48.8	7.28%	10.76%	89.24%	80	100
3	N° 10	2.00	29.3	4.37%	15.13%	84.87%	-	-
4	N° 16	1.18	109.5	16.34%	31.47%	68.53%	50	85
5	N° 30	0.6	164.4	24.53%	56.00%	44.00%	25	60
6	N° 50	0.3	213.1	31.80%	87.79%	12.21%	10	30
7	N° 100	0.15	50.8	7.58%	95.37%	4.63%	2	10
8	N° 200	0.075	26.9	4.01%	99.39%	0.61%	0	3
9	Bandeja	0	4.1	0.61%	100.00%	0.00%	-	-

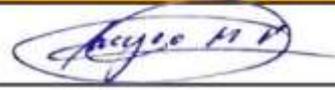
  

$$M.F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas N°4,8,16,30,50 y 100})}{100} = 2.85$$
  

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia V. Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchán	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 15/05/2019	FECHA: 15/05/2019	FECHA: 15/05/2019

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
	PROTOCOLO							
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC: .....			
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO							
CANTERA:	Roca Fuerte	MUESTRA:	I	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO			
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE MATERIAL:	GRIS				
FECHA DE MUESTREO:	08/05/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA					
FECHA DE ENSAYO:	08/05/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHÁN					
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>					
110 °C			Horno 110 ± 5 °C					
CONTENIDO DE HUMEDAD								
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6
A	Identificación del recipiente o Tara	-	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B	Peso del Recipiente	gr	72.6	68	68	68.4	136.5	163.1
C	Recipiente + Material Natural	gr	1022	980.8	985.8	930.4	1725	1811
D	Recipiente + Material Seco	gr	970.3	930.1	932.7	879.1	1652	1708
E	Peso del material húmedo (Wmh) = C - B	gr	949.4	912.8	917.8	862	1589	1648
F	Peso del material Seco (Ws) = D - B	gr	897.7	862.1	864.7	810.7	1515	1545
W%	Porcentaje de humedad (E-F / F) * 100	%	5.76%	5.88%	6.14%	6.33%	4.86%	6.72%
C	Promedio Porcentaje Humedad	%	5.95%					
$(W\%) = \frac{Wmh - Ws}{Ws} * 100$								
Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.								
OBSERVACIONES:								
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR				
								
NOMBRE: Patricia V. Silva Rivera		NOMBRE: Victor Cuzco Minchán		NOMBRE: Anita Alva Sarmiento				
FECHA: 08-05-2019		FECHA: 08-05-2019		FECHA: 08-05-2019				

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
	PROTOCOLO						
	ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS				CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC: .....	
	NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022					
TESIS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO						
CANTERA:	ROCA FUERTE	TIPO DE CANTERA:	CANTERA DE RIO				
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO				
FECHA DE MUESTRA:	08/05/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA				
FECHA DE ENSAYO:	22/05/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHÁN				
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS							
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO	
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	490.7	488.3	486.9	N.A	
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1304	1304	1304	N.A	
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1598.6	1601.2	1571.3	N.A	
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500	500	500	N.A	
E	Peso específico aparente (Seco) $P.e.a(seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.389	2.408	2.092	2.30	
F	Peso específico aparente (SSS) $P.e.a(SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.434	2.465	2.149	2.35	
G	Peso específico nominal (Seco) $P.e.n(seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.530	2.621	2.250	2.47	
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S - A}{A} \cdot 100\%$	(%)	1.90%	2.40%	2.69%	2.33%	
N.A: NO APLICA							
OBSERVACIONES:							
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR			
							
NOMBRE: Patricia V. Silva Rivera		NOMBRE: Victor Cuzco Minchán		NOMBRE: Anita Alva Sarmiento			
FECHA: 22-05-2019		FECHA: 22-05-2019		FECHA: 22-05-2019			

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017			GEAF-LC-UPNC: .....	
	PROYECTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
CANTERA:	ROCA FUERTE	TIPO DE CANTERA:	CANTERA DE RIO			
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO			
FECHA DE MUESTRA:	08/05/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA			
FECHA DE ENSAYO:	22/05/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHÁN			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE		RESULTADO
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	21.025	21.355	21.568	
B	Peso del molde	Kg	5.385	5.385	5.385	
C	Peso del AF Compactado C = A – B	Kg	15.640	15.970	16.183	
S	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> D = C / Vol. Molde	Kg/m <sup>3</sup>	1371.451	1400.388	1419.066	1396.97
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	20.470	20.206	20.485	
F	Peso del AF Suelto, F = E – B	Kg	15.085	14.821	15.100	
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO</b> G = F / Vol. Molde	Kg/m <sup>3</sup>	1322.784	1299.634	1324.099	
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: Patricia V. Silva Rivera		NOMBRE: Victor Cuzco Minchán		NOMBRE: Anita Alva Sarmiento		
FECHA: 22-05-2019		FECHA: 22-05-2019		FECHA: 22-05-2019		

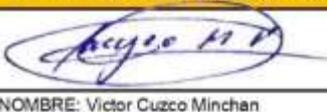
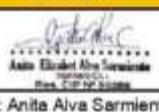
Anexo 4: Protocolos de Ladrillos

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	ALABEO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613			CH-LS-UPNC: .....
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO			
CANTERA:	EL TAYO	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	ARTESANAL
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA	
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	30/04/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	(mm)		(mm)	
LA -01	-	1	2	-
LA -02	-	2	5	4
LA -03	-	1	1	-
LA -04	5	-	2	-
LA -05	1	1	3	2
LA -06	1	-	-	6
LA -07	1	1	3	2
LA -08	-	1	-	3
LA -09	5	2	1	4
LA -10	4	-	1	-

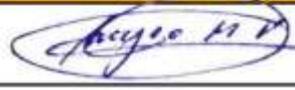
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 30/04/2019	FECHA: 30/04/2019	FECHA: 30/04/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	ALABEO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NTP 399.613			CH-LS-UPNC: .....	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	30/04/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	(cm)		(cm)	
LI -01	2	-	3	-
LI -02	3	-	2	-
LI -03	1	-	1	-
LI -04	1	-	2	-
LI -05	3	-	4	-
LI -06	1	-	3	-
LI -07	2	-	3	-
LI -08	1	-	3	-
LI -09	1	-	2	-
LI -10	2	-	1	-

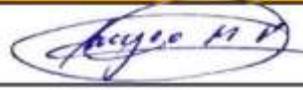
  

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 30/04/2019	FECHA: 30/04/2019	FECHA: 30/04/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....	
	NORMA:	NTP 399.613				
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
CANTERA:	EL TAYO	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	ARTESANAL	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA			
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN			

DIMENSIONES DE FABRICACION												
Especimen	Longitud efectiva (mm)				Ancho efectivo (mm)				Altura efectiva en (mm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
LA -01	216	216	217	215	129	127	126	127	79	79	80	79
LA -02	215	218	216	217	126	126	126	125	80	84	84	84
LA -03	216	215	214	217	127	126	125	127	81	79	82	81
LA -04	215	216	217	216	123	123	128	122	82	82	79	81
LA -05	216	215	217	217	128	127	127	124	82	81	79	81
LA -06	215	216	216	214	129	123	127	124	78	83	81	81
LA -07	218	218	219	217	128	123	123	126	79	81	81	78
LA -08	215	217	217	216	129	125	123	124	79	80	80	78
LA -09	218	216	215	216	122	129	126	124	82	79	79	81
LA -10	218	215	217	216	126	122	124	126	79	78	81	82
	Longitud efectiva Prom Lx(mm)			216.25	Ancho efectivo Prom Ax(mm)			125.55	Alto efectiva Prom Ax(mm)			80.475
	Desviación Estándar			1.1712	Desviación Estándar			2.0995	Desviación Estándar			1.6792
	Coeficiente de variación			0.0054	Coeficiente de variación			0.0167	Coeficiente de variación			0.0209
	Longitud de fábrica			230	Longitud de fábrica			130	Longitud de fábrica			90
	Variación dimensional			5.98%	Variación dimensional			3.42%	Variación dimensional			10.58%

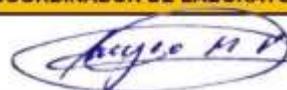
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera FECHA: 29/04/2019	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan FECHA: 29/04/2019	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento FECHA: 29/04/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NTP 399.613			CH-LS-UPNC: .....	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	29/04/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

DIMENSIONES DE FABRICACION												
Especimen	Longitud efectiva (mm)				Ancho efectivo (mm)				Altura efectiva en (mm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
LI -01	236	238	235	237	117	117	118	120	94	90	94	90
LI -02	235	234	234	236	122	121	123	122	91	90	90	90
LI -03	239	234	239	237	124	120	120	124	92	91	94	90
LI -04	239	237	238	240	122	124	120	120	92	93	92	92
LI -05	236	237	236	237	117	119	121	118	93	92	92	93
LI -06	236	237	236	235	121	118	120	118	90	92	92	90
LI -07	235	236	236	237	121	120	121	120	93	92	93	91
LI -08	236	239	236	239	123	124	120	122	91	93	92	92
LI -09	236	239	238	240	119	122	121	120	91	92	93	90
LI -10	231	232	233	234	118	120	119	118	92	90	90	90
	Longitud efectiva Prom Lx(mm)			236.38	Ancho efectivo Prom Ax(mm)			120.35	Alto efectiva Prom Ax(mm)			91.6
	Desviación Estándar			2.084	Desviación Estándar			2.007	Desviación Estándar			1.2969
	Coeficiente de variación			0.0088	Coeficiente de variación			0.0167	Coeficiente de variación			0.0142
	Longitud de fábrica			230	Longitud de fábrica			120	Longitud de fábrica			90
	Variación dimensional			2.77%	Variación dimensional			0.29%	Variación dimensional			1.78%

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 29/04/2019	FECHA: 29/04/2019	FECHA: 29/04/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....	
	NORMA:	NTP 399.613				
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
CANTERA:	EL TAYO	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	ARTESANAL	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA			
FECHA DE ENSAYO:	04/05/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN			

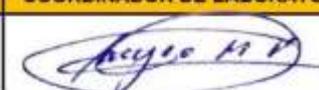
ESPECIMEN	PESO DE LADRILLO NATURAL (KG)	PESO DEL LADRILLO SECO (KG)	PESO DEL LADRILLO SATURADO (KG)	% DE ABSORCION	PROMEDIO PORCENTAJE ABSORCION
	Wi	Ws	Wd	Abs	
LA -01	2.984	3.097	2.893	7.05%	7.05%
LA -02	3.106	3.169	2.913	8.79%	
LA -03	3.084	3.051	2.901	5.17%	
LA -04	2.935	3.139	2.884	8.82%	
LA -05	3.032	3.065	2.907	5.44%	

$$\text{Absorción, } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = \left[ \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right] \cdot 1000$$

$$\text{Absorción, \%} = \left[ \frac{W_s - W_d}{W_d} \right] \cdot 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 04/05/2019	FECHA: 04/05/2019	FECHA: 04/05/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....	
	NORMA:	NTP 399.613				
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	04/05/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

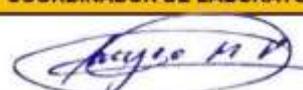
ESPECIMEN	PESO DE LADRILLO NATURAL (KG)	PESO DEL LADRILLO SECO (KG)	PESO DEL LADRILLO SATURADO (KG)	% DE ABSORCIÓN	PROMEDIO PORCENTAJE ABSORCIÓN
	Wi	Ws	Wd	Abs	
LI -01	3.304	3.504	3.179	10.22%	11.61%
LI -02	3.056	3.346	2.964	12.87%	
LI -03	3.109	3.391	2.992	13.34%	
LI -04	3.184	3.397	3.012	12.78%	
LI -05	3.152	3.248	2.984	8.85%	

$$\text{Absorción } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = \left[ \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right] \cdot 1000$$

$$\text{Absorción } \% = \left[ \frac{W_s - W_d}{W_d} \right] \cdot 100$$

<b>OBSERVACIONES:</b>		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 04/05/2019	FECHA: 04/05/2019	FECHA: 04/05/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
	ENSAYO:	SUCCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NTP 399.613				CH-LS-UPNC: .....	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO					
CANTERA:	EL TAYO	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	ARTESANAL		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA			COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA			
FECHA DE ENSAYO:	30/04/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN			

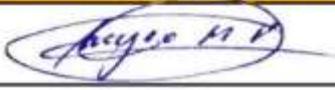
Especimen	Peso del ladrillo seco (g)	Peso del ladrillo mojado (g)	Diferencia de pesos	Longitud espécimen (cm)	Ancho espécimen (cm)	Succión (g/min/200cm <sup>2</sup> )	Promedio Succión
LA -01	2893.3	3047.6	154.3	21.6	12.73	112.28	110.75
LA -02	2912.8	3059.6	146.8	21.65	12.58	107.84	
LA -03	2901.2	3058.5	157.3	21.55	12.63	115.63	
LA -04	2884	3034.1	150.1	21.6	12.40	112.08	
LA -05	2907	3051.9	144.9	21.625	12.65	105.94	

$$S \text{ (g/minuto/200cm}^2\text{)} = \frac{200 W}{LB}$$

S: Succión, sobre la base de 200 cm<sup>2</sup>.  
 W: Diferencia de pesos del espécimen (g).  
 W - Peso de unidad mojado – Peso de la unidad seca.  
 L: Longitud del espécimen (cm).  
 B: Ancho del espécimen (cm).

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: Patricia Silva Rivera FECHA: 30/04/2019	 NOMBRE: Victor Cuzco Minchan FECHA: 30/04/2019	 NOMBRE: Anita Alva Sarmiento FECHA: 30/04/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
	ENSAYO:	SUCCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NTP 399.613				CH-LS-UPNC: .....	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO					
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA			COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019			RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	30/04/2019			REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

Especimen	Peso del ladrillo seco (g)	Peso del ladrillo mojado (g)	Diferencia de pesos	Longitud especimen (cm)	Ancho especimen (cm)	Succión (g/min/200cm <sup>2</sup> )	Promedio Succión
LI -01	3179	3194.7	15.7	23.65	11.80	11.25	15.33
LI -02	2964.4	2977.3	12.9	23.48	12.20	9.01	
LI -03	2992	3019.4	27.4	23.73	12.20	18.93	
LI -04	3012	3047.4	35.4	23.85	12.15	24.43	
LI -05	2984	3002.3	18.3	23.65	11.88	13.03	

$$S \text{ (g/minuta/200cm}^2\text{)} = \frac{200 W}{LB}$$

S: Succión, sobre la base de 200 cm<sup>2</sup>.  
 W: Diferencia de pesos del espécimen (g).  
 W = Peso de unidad mojado – Peso de la unidad seca.  
 L: Longitud del espécimen (cm).  
 B: Ancho del espécimen (cm).

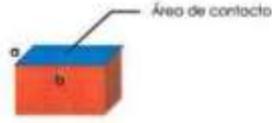
<b>OBSERVACIONES:</b>		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 30/04/2019	FECHA: 30/04/2019	FECHA: 30/04/2019

Anexo 5: Protocolos de Resistencia de Ladrillos

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613			CH-LS-UPNC: .....
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO			
CANTERA:	EL TAYO	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	ARTESANAL
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA	
FECHA DE MUESTREO:	25/04/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	06/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LA-01	0	0
P <sub>máx</sub> = 12789 kg	1000	0.98
	2000	1.34
	3000	1.62
	4000	1.86
	5000	1.97
	6000	2.24
	7000	2.51
	8000	2.73
	9000	2.96
	10000	3.20
	11000	3.63
	12000	4.02
	12789	4.56

Área de contacto

$$f'_b = \frac{P_{máx}}{Área}$$

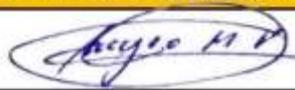
MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LA-01	12.4	21.6	268.12
	12.4	21.5	
	12.5	21.6	
PROMEDIO	12.43	21.57	268.12

RESISTENCIA (f' <sub>b</sub> )	47.70 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------	--------------------------

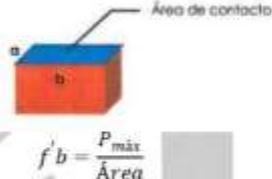
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	<b>PROTOCOLO</b>					
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>	CH-LS-UPNC: .....
	<b>NORMA:</b>	NTP 399.613				
	<b>TESIS:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
<b>CANTERA:</b>	EL TAYO	<b>MUESTRA:</b>	I	<b>TIPO DE LADRILLO:</b>	ARTESANAL	
<b>UBICACIÓN:</b>	CAJAMARCA		<b>COLOR DE LADRILLO:</b>	ROJO - NARANJA		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	25/04/2019	<b>RESPONSABLE:</b>	PATRICIA SILVA RIVERA			
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	06/06/2019	<b>REVISADO POR:</b>	VICTOR CUZCO MINCHAN			

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LA-02	0	0
P <sub>máx</sub> = 12227 kg	1000	1.02
	2000	1.48
	3000	1.85
	4000	2.27
	5000	2.62
	6000	2.94
	7000	3.31
	8000	3.62
	9000	3.98
	10000	4.25
	11000	4.47
	12000	4.63
	12227	4.81

MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LA-02	12.4	21.5	270.65
	12.6	21.7	
	12.6	21.6	
PROMEDIO	12.53	21.6	270.65

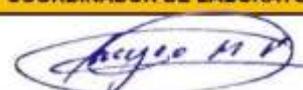
  

<b>RESISTENCIA (f<sub>b</sub>)</b>	45.18 kg/cm <sup>2</sup>
------------------------------------	--------------------------

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	<b>PROTOCOLO</b>					
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LS-UPNC: .....	
	<b>NORMA:</b>	NTP 399.613				
	<b>TESIS:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
<b>CANTERA:</b>	EL TAYO	<b>MUESTRA:</b>	I	<b>TIPO DE LADRILLO:</b>	ARTESANAL	
<b>UBICACIÓN:</b>	CAJAMARCA		<b>COLOR DE LADRILLO:</b>	ROJO - NARANJA		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	25/04/2019	<b>RESPONSABLE:</b>	PATRICIA SILVA RIVERA			
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	06/06/2019	<b>REVISADO POR:</b>	VICTOR CUZCO MINCHAN			

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LA-03	0	0
P <sub>máx</sub> = 12840 kg	1000	0.86
	2000	1.26
	3000	1.52
	4000	1.84
	5000	2.09
	6000	2.31
	7000	2.68
	8000	2.87
	9000	3.11
	10000	3.45
	11000	3.88
	12000	4.13
	12840	4.42



Área de contacto

$$f' b = \frac{P_{máx}}{\text{Área}}$$

MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LA-03	12.5	21.8	271.9
	12.6	21.6	
	12.5	21.7	
PROMEDIO	12.53	21.7	271.9

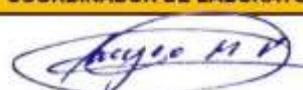
  

RESISTENCIA (f <sub>b</sub> )	47.22 kg/cm <sup>2</sup>
-------------------------------	--------------------------

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613			CH-LS-UPNC: .....
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO			
CANTERA:	EL TAYO	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	ARTESANAL
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	25/04/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	06/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LA-04	0	0
P <sub>máx</sub> = 14467 kg	1000	1.11
	2000	1.58
	3000	1.93
	4000	2.21
	5000	2.46
	6000	2.63
	7000	2.84
	8000	3.03
	9000	3.22
	10000	3.43
	11000	3.62
	12000	3.91
	13000	4.23
	14000	4.61
	14467	4.93



Área de contacto

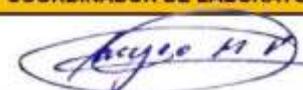
$$f' b = \frac{P_{máx}}{\text{Área}}$$

MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LA-04	12.6	21.5	273.19
	12.6	21.7	
	12.7	21.7	
PROMEDIO	12.63	21.63	273.19

RESISTENCIA (f <sub>b</sub> )	52.96 kg/cm <sup>2</sup>
-------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	<b>PROTOCOLO</b>					
	<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CH-LS-UPNC: .....	
	<b>NORMA:</b>	NTP 399.613				
	<b>TESIS:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
<b>CANTERA:</b>	EL TAYO	<b>MUESTRA:</b>	I	<b>TIPO DE LADRILLO:</b>	ARTESANAL	
<b>UBICACIÓN:</b>	CAJAMARCA		<b>COLOR DE LADRILLO:</b>	ROJO - NARANJA		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	25/04/2019	<b>RESPONSABLE:</b>	PATRICIA SILVA RIVERA			
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	06/06/2019	<b>REVISADO POR:</b>	VICTOR CUZCO MINCHAN			

MUESTRA	Carga (Kg-f)	d (mm)
LA-05	0	0
P <sub>máx</sub> = 12271 kg	1000	0.68
	2000	1.24
	3000	1.63
	4000	1.92
	5000	2.24
	6000	2.52
	7000	2.74
	8000	2.96
	9000	3.21
	10000	3.54
	11000	3.81
	12000	4.04
	12271	4.51



Área de contacto

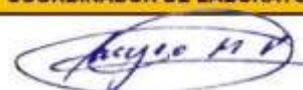
$$f' b = \frac{P_{máx}}{\text{Área}}$$

MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LA-05	12.6	21.5	268.52
	12.4	21.2	
	12.6	21.6	
PROMEDIO	12.53	21.43	268.52

<b>RESISTENCIA (f<sub>b</sub>)</b>	45.70 kg/cm <sup>2</sup>
------------------------------------	--------------------------

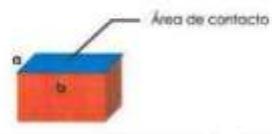
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613			CH-LS-UPNC: .....
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO			
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA	
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA	
FECHA DE ENSAYO:	05/06/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN	

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LI-01	0	0
	1000	0.46
	2000	0.68
	3000	1.18
	4000	1.42
	5000	1.66
	6000	1.85
	7000	2.03
	8000	2.19
	9000	2.36
	10000	2.46
	11000	2.54
	12000	2.67
	13000	2.76
	14000	2.84
	15000	2.95
	16000	3.11
	17000	3.23
	18000	3.36
	19000	3.45
	20000	3.56
	21000	3.62
	22000	3.76
	23000	3.92
	24000	4.13
	25000	4.29
	26000	4.54
	27000	4.76
	27496	5.02

P<sub>máx</sub> = 27496 kg



Área de contacto

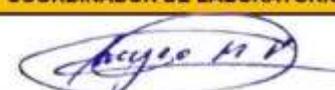
$$f' b = \frac{P_{máx}}{\text{Área}}$$

MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LI-01	12.1	23.5	284.71
	12.1	23.6	
	12.1	23.5	
PROMEDIO	12.1	23.53	284.71

RESISTENCIA (f'b)	96.58 kg/cm <sup>2</sup>
-------------------	--------------------------

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613			CH-LS-UPNC: .....
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO			
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA	
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA	
FECHA DE ENSAYO:	05/06/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN	

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LI-02	0	0
	1000	0.36
	2000	0.62
	3000	0.76
	4000	0.93
	5000	1.04
	6000	1.15
	7000	1.27
	8000	1.4
	9000	1.52
	10000	1.64
	11000	1.81
	12000	1.92
	13000	2.07
	14000	2.21
	15000	2.38
	16000	2.67
	17000	3.11
	18000	3.38
P <sub>máx</sub> = 27184 kg	19000	3.49
	20000	3.61
	21000	3.83
	22000	3.94
	23000	4.11
	24000	4.32
	25000	4.63
	26000	4.92
	27000	5.13
	27184	5.42



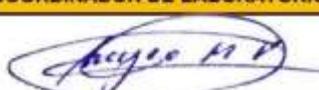
$f' b = \frac{P_{máx}}{\text{Área}}$

MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LI-02	12.1	23.6	285.92
	12	23.7	
	12.2	23.6	
PROMEDIO	12.1	23.63	285.92

RESISTENCIA (fb)	95.08 kg/cm <sup>2</sup>
------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613				
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	05/06/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LI-03	0	0
	1000	0.26
	2000	0.48
	3000	0.76
	4000	0.91
	5000	1.19
	6000	1.42
	7000	1.63
	8000	1.88
	9000	1.97
	10000	2.12
	11000	2.31
	12000	2.55
	13000	2.71
	14000	2.86
	15000	3.02
	16000	3.12
	17000	3.28
	18000	3.46
	19000	3.63
P <sub>máx</sub> = 28944 kg	20000	3.74
	21000	3.85
	22000	4.01
	23000	4.22
	24000	4.38
	25000	4.57
	26000	4.76
	27000	5.05
	28000	5.26
	28944	5.51



Área de contacto

$$f' b = \frac{P_{máx}}{\text{Área}}$$

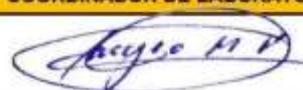
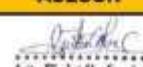
MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LI-03	12.2	23.8	
	12.3	23.7	
	12.2	23.7	
PROMEDIO	12.23	23.67	289.48

RESISTENCIA (f' <sub>b</sub> )	99.99 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------	--------------------------

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/05/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 399.613			CH-LS-UPNC: .....
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO			
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA	
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA	
FECHA DE ENSAYO:	05/06/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN	

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LI-04	0	0
	1000	0.46
	2000	0.61
	3000	0.79
	4000	0.92
	5000	1.06
	6000	1.21
	7000	1.36
	8000	1.58
	9000	1.82
	10000	2.02
	11000	2.21
	12000	2.41
	13000	2.63
	14000	2.81
	15000	2.98
	16000	3.11
	17000	3.28
	18000	3.48
	19000	3.66
P <sub>máx</sub> =	20000	3.94
28241 kg	21000	4.09
	22000	4.16
	23000	4.32
	24000	4.48
	25000	4.61
	26000	4.92
	27000	5.18
	28000	5.33
	28241	5.41



Área de contacto

$$f'b = \frac{P_{máx}}{\text{Área}}$$

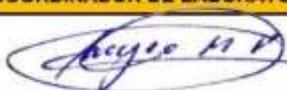
MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LI-04	12.2	23.5	286
	12.1	23.6	
	12.2	23.4	
PROMEDIO	12.17	23.5	

RESISTENCIA (f'b)	98.74 kg/cm <sup>2</sup>
-------------------	--------------------------

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613				
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO				
CANTERA:	FORTE	MUESTRA:	I	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		COLOR DE LADRILLO:	ROJO - NARANJA		
FECHA DE MUESTREO:	27/04/2019		RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA		
FECHA DE ENSAYO:	05/06/2019		REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN		

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
LI-05	0	0
	1000	0.46
	2000	0.61
	3000	0.79
	4000	0.93
	5000	1.09
	6000	1.23
	7000	1.39
	8000	1.56
	9000	1.73
	10000	1.94
	11000	2.13
	12000	2.36
	13000	2.58
	14000	2.77
	15000	2.93
	16000	3.04
	17000	3.21
	18000	3.38
	19000	3.46
	20000	3.63
	21000	3.78
	22000	3.95
	23000	4.14
	24000	4.36
	25000	4.58
	26000	4.84
	26279	5.17
	27297	5.44

P<sub>máx</sub> = 27297 kg



Área de contacto

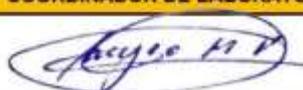
$$f'b = \frac{P_{máx}}{\text{Área}}$$

MUESTRA	a (cm)	b (cm)	ÁREA DE CONTACTO (cm <sup>2</sup> )
LI-05	12	23.4	282.8
	12.1	23.5	
	12.1	23.4	
PROMEDIO	12.07	23.43	282.8

RESISTENCIA (f <sub>b</sub> )	96.52 kg/cm <sup>2</sup>
-------------------------------	--------------------------

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019	FECHA: 18/06/2019















LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	0 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-02	0	0.00
	1000	0.41
	2000	0.62
	3000	0.88
	4000	1.06
	5000	1.25
	6000	1.56
	7000	1.81
	8000	2.03
	9000	2.28
	10000	2.52
	11000	2.76
	12000	3.03
	13000	3.21
	14000	3.52
	15000	3.84
	16000	4.18
	17000	4.32
	18000	4.50
	18352	4.61

P<sub>máx</sub> = 18352 kg

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-02	23.8	12.3	31.5
	23.5	12.3	31.4
	23.6	12.2	31.4
PROM	23.63	12.27	31.43

ÁREA DE CONTACTO	289.90 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.563
----------	-------

ESFUERZO	63.30 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

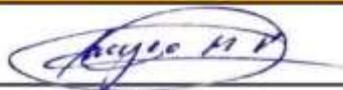
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

2.50	2.563	3.00
0.80	0.814	0.91

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	51.52 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019





















LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	5 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	$\delta$ (mm)
PLI-01 + 5%		
	0	0
	1000	0.32
	2000	0.68
	3000	0.91
	4000	1.15
	5000	1.34
	6000	1.58
	7000	1.77
	8000	1.92
	9000	2.26
	10000	2.51
	11000	2.74
P <sub>máx</sub> = 19512 kg	12000	2.93
	13000	3.12
	14000	3.34
	15000	3.58
	16000	3.81
	17000	4.12
	18000	4.51
	19000	4.81
	19512	5.02

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-01 + 5%	23.9	12.3	31.4
	23.9	12.4	31.5
	23.8	12.3	31.5
PROM	23.87	12.33	31.47

ÁREA DE CONTACTO	294.36 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.551
----------	-------

ESFUERZO	66.29 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbellez	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

2.50	2.551	3.00
0.80	0.811	0.91

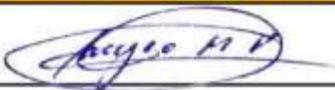
  

ESFUERZO CORREGIDO ( $f_m$ )	53.78 kg/cm <sup>2</sup>
------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	5 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	$\delta$ (mm)
PLI-02 + 5%		
	0	0
	1000	0.36
	2000	0.58
	3000	0.72
	4000	0.94
	5000	1.16
	6000	1.38
	7000	1.62
	8000	1.88
	9000	2.08
	10000	2.25
	11000	2.41
	12000	2.65
	13000	2.81
	14000	3.05
	15000	3.21
	16000	3.45
	17000	3.62
	18000	3.85
	19000	4.06
	20000	4.32
	21000	4.56
	22000	4.81
	23000	5.01
	24000	5.28
	25000	5.56
	25687	5.75

P<sub>máx</sub> = 25687 kg

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-02 + 5%	24.3	11.9	31.0
	24.4	12.0	31.1
	24.4	11.9	31.0
PROM	24.37	11.93	31.03

ÁREA DE CONTACTO	290.78 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

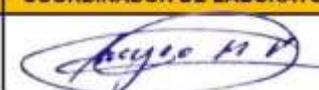
ESBELTEZ	2.601
----------	-------

ESFUERZO	88.34 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

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
		2.50	2.601			3.00
		0.80	0.822			0.91

ESFUERZO CORREGIDO ( $f_m$ )	72.63 kg/cm <sup>2</sup>
------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019





LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	5 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-05+ 5%		
	0	0
	1000	0.41
	2000	0.68
	3000	0.99
	4000	1.15
	5000	1.38
	6000	1.59
	7000	1.83
	8000	2.04
	9000	2.24
	10000	2.52
	11000	2.79
P <sub>máx</sub> = 20223 kg	12000	2.91
	13000	3.15
	14000	3.34
	15000	3.58
	16000	3.86
	17000	4.08
	18000	4.42
	19000	4.68
	20000	4.88
	20223	5.04

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-05+ 5%	24.1	11.9	31.3
	24.1	12.2	31.2
	24.0	12.2	31.4
PROM	24.07	12.10	31.30

ÁREA DE CONTACTO	291.21 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.587
----------	-------

ESFUERZO	69.44 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbeltéz	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

	2.50	2.587	3.00
	0.80	0.819	0.91

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	56.88 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019















LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	10 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-01+10%	0	0
	1000	0.41
	2000	0.76
	3000	0.92
	4000	1.23
	5000	1.41
	6000	1.678
	7000	1.93
	8000	2.05
	9000	2.26
	10000	2.48
	11000	2.69
	12000	2.91
P <sub>máx</sub> = 22302 kg	13000	3.15
	14000	3.42
	15000	3.71
	16000	3.96
	17000	4.28
	18000	4.59
	19000	4.71
	20000	4.93
	21000	5.12
	22000	5.38
	22302	5.45

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-01+10%	23.6	12.0	31.3
	23.7	12.0	31.3
	23.5	12.1	31.2
PROM	23.60	12.03	31.27

ÁREA DE CONTACTO	283.99 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.598
----------	-------

ESFUERZO	78.53 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbellez	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
		2.50	2.598		3.00	
	0.80		0.822		0.91	

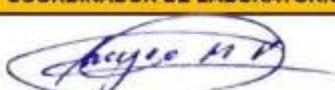
  

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	64.52 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	10 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	$\delta$ (mm)
PLI-02+10%	0	0
	1000	0.52
	2000	0.71
	3000	0.93
	4000	1.12
	5000	1.35
	6000	1.56
	7000	1.79
	8000	1.93
	9000	2.14
	10000	2.36
	11000	2.58
	12000	2.74
	13000	2.99
	14000	3.16
	15000	3.38
	16000	3.59
	16629	3.81

P<sub>máx</sub>= 16629 kg

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-02+10%	23.5	11.9	31.8
	23.5	11.9	31.8
	23.4	12.0	31.6
PROM	23.47	11.93	31.73

ÁREA DE CONTACTO	280.04 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.659
----------	-------

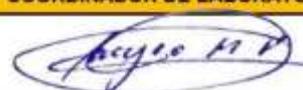
ESFUERZO	59.38 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbellez	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

	2.50	2.659	3.00
	0.80	0.835	0.91

ESFUERZO CORREGIDO ( $f_m$ )	49.58 kg/cm <sup>2</sup>
------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	10 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-04+10%	0	0
	1000	0.41
	2000	0.67
	3000	0.83
	4000	1.16
	5000	1.35
	6000	1.57
	7000	1.82
	8000	2.08
	9000	2.34
	10000	2.56
	11000	2.79
	12000	2.93
	13000	3.24
	14000	3.52
	15000	3.79
	16000	4.01
	17000	4.26
	18000	4.48
	19000	4.72
20000	4.93	
21000	5.11	
22000	5.34	
23000	5.56	
23670	5.71	

P<sub>máx</sub> = 23670 kg

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-04+10%	23.6	12.1	31.0
	23.5	12.1	31.0
	23.5	12.0	31.1
PROM	23.53	12.07	31.03

ÁREA DE CONTACTO	283.97 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.572
----------	-------

ESFUERZO	83.35 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbellez	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
		2.50	2.572		3.00	
	0.80		0.816		0.91	

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	68.00 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	10 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	$\delta$ (mm)	
PLI-05+10%	0	0	
	1000	0.36	
	2000	0.61	
	3000	0.93	
	4000	1.21	
	5000	1.58	
	6000	1.81	
	7000	2.06	
	8000	2.32	
	9000	2.58	
	10000	2.83	
	11000	2.91	
	12000	3.16	
	P <sub>máx</sub> = 20745 kg	13000	3.41
		14000	3.73
		15000	3.91
		16000	4.15
		17000	4.41
		18000	4.65
		19000	4.86
	20000	5.08	
	20745	5.21	

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-05+10%	24.5	12.5	31.0
	24.5	12.5	31.0
	24.4	12.4	30.9
PROM	24.47	12.47	30.97

ÁREA DE CONTACTO	305.02 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.484
----------	-------

ESFUERZO	68.01 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbeltz	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
		2.50	2.484		3.00	
		0.80	0.796		0.91	

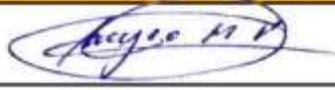
  

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	54.17 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	10 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-06+10%	0	0
	1000	0.41
	2000	0.72
	3000	0.94
	4000	1.26
	5000	1.44
	6000	1.72
	7000	1.96
	8000	2.18
	9000	2.37
	10000	2.61
	11000	2.83
	12000	3.04
P <sub>máx</sub> = 24121 kg	13000	3.31
	14000	3.55
	15000	3.76
	16000	3.91
	17000	4.12
	18000	4.33
	19000	4.56
	20000	4.75
	21000	4.91
	22000	5.08
	23000	5.26
	24000	5.51
	24121	5.61

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-06+10%	24.1	12.0	31.2
	23.9	12.1	31.2
	23.8	12.0	31.2
PROM	23.93	12.03	31.20

ÁREA DE CONTACTO	288.00 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.593
----------	-------

ESFUERZO	83.75 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbellez	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

	2.50	2.593	3.00
	0.80	0.820	0.91

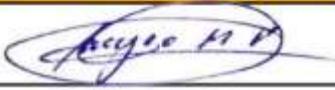
  

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	68.71 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019













LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	15 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-01+15%	0	0
	1000	0.38
	2000	0.64
	3000	0.93
	4000	1.06
	5000	1.28
	6000	1.42
	7000	1.63
	8000	1.88
	9000	2.03
	10000	2.21
	11000	2.45
	12000	2.67
	13000	2.94
	14000	3.19
	15000	3.42
	16000	3.73
	17000	4
	18000	4.23
	19000	4.4
20000	4.64	
21000	4.87	
22000	5.13	
23000	5.35	
24000	5.53	
24756	5.85	

P<sub>máx</sub> = 24756 kg

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-01+15%	24.1	12.0	31.1
	24.0	12.0	31.0
	24.1	12.0	31.0
PROM	24.07	12.00	31.03

ÁREA DE CONTACTO	288.80 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

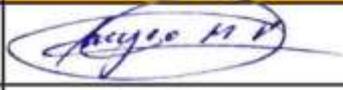
ESBELTEZ	2.586
----------	-------

ESFUERZO	85.72 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbellez	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

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	70.20 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: Patricia Silva Rivera FECHA: 05/07/2019	 NOMBRE: Victor Cuzco Minchan FECHA: 05/07/2019	 NOMBRE: Anita Alva Sarmiento FECHA: 05/07/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	15 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-02+15%	0	0
	1000	0.47
	2000	0.95
	3000	1.33
	4000	1.59
	5000	2
	6000	2.54
	7000	3.05
	8000	3.31
	9000	3.47
	10000	3.75
	11000	4.04
	12000	4.30
	13000	4.55
	14000	4.74
	15000	4.9
	16000	5.19
16700	5.37	

P<sub>máx</sub>= 16700 kg

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-02+15%	24.2	12.3	30.9
	24.0	12.2	30.9
	23.8	12.3	31.0
PROM	24.00	12.27	30.93

ÁREA DE CONTACTO	294.40 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

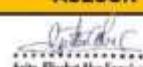
ESBELTEZ	2.522
----------	-------

ESFUERZO	56.73 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbellez	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
		2.50	2.522		3.00	
	0.80		0.805		0.91	

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	45.66 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	15 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-03+15%	0	0
	1000	0.4
	2000	0.64
	3000	0.79
	4000	1.03
	5000	1.28
	6000	1.52
	7000	1.78
	8000	2.07
	9000	2.29
	10000	2.48
	11000	2.65
	12000	2.92
	13000	3.09
	14000	3.36
	15000	3.53
	16000	3.80
	17000	3.98
	18000	4.24
	19000	4.47
20000	4.75	
21000	5.02	
22000	5.29	
23000	5.51	
23558	5.81	

P<sub>máx</sub> = 23558 kg

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-03+15%	24.1	12.5	31.1
	24.1	12.6	31.2
	24.1	12.6	31.2
PROM	24.10	12.57	31.17

ÁREA DE CONTACTO	302.86 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

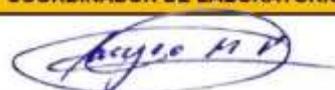
ESBELTEZ	2.480
----------	-------

ESFUERZO	77.79 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbeltéz	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

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	61.89 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera FECHA: 05/07/2019	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan FECHA: 05/07/2019	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento FECHA: 05/07/2019

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	15 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	δ (mm)
PLI-04+15%	0	0
	1000	0.3
	2000	0.65
	3000	0.86
	4000	1.09
	5000	1.27
	6000	1.5
	7000	1.68
	8000	1.82
	9000	2.15
	10000	2.38
	11000	2.6
	12000	2.78
P <sub>máx</sub> = 19644 kg	13000	2.96
	14000	3.17
	15000	3.4
	16000	3.62
	17000	3.91
	18000	4.28
	19000	4.57
	19644	4.77

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-04+15%	24.0	12.4	31.5
	24.1	12.4	31.5
	24.0	12.5	31.4
PROM	24.03	12.43	31.47

ÁREA DE CONTACTO	298.81 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

ESBELTEZ	2.531
----------	-------

ESFUERZO	65.74 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbeltéz	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

	2.50	2.531	3.00
	0.80	0.807	0.91

ESFUERZO CORREGIDO (f <sub>m</sub> )	53.04 kg/cm <sup>2</sup>
--------------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERIA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC: .....
	NORMA:	NTP 399.613	
	TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS ED LADRILLO ARTESANAL E INDUSTRIAL CON MORTERO CEMENTO – ARENA 1:4 MEJORADO CON VIDRIO MOLIDO	
ADICIÓN DE VIDRIO:	15 %	TIPO DE LADRILLO:	INDUSTRIAL
FECHA DE ELABORACIÓN:	01/06/2019	RESPONSABLE:	PATRICIA SILVA RIVERA
FECHA DE ENSAYO:	30/06/2019	REVISADO POR:	VICTOR CUZCO MINCHAN

MUESTRA	Carga (Kg-f)	$\delta$ (mm)
PLI-06+15%	0	0
	1000	0.46
	2000	0.78
	3000	1
	4000	1.27
	5000	1.72
	6000	2.15
	7000	2.54
	8000	2.67
	9000	2.89
	10000	3.14
	11000	3.37
	12000	3.60
	13000	3.74
	14000	3.94
	15000	4.12
	16000	4.32
	17000	4.52
	18000	4.67
	19000	4.9
20000	5.07	
21000	5.14	
22000	5.36	
22383	5.44	

P<sub>máx</sub> = 22383 kg

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
PLI-06+15%	24.0	12.5	31.2
	24.1	12.5	31.3
	24.2	12.6	31.3
PROM	24.10	12.53	31.27

ÁREA DE CONTACTO	302.05 cm <sup>2</sup>
------------------	------------------------

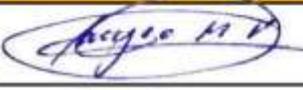
ESBELTEZ	2.495
----------	-------

ESFUERZO	74.10 kg/cm <sup>2</sup>
----------	--------------------------

Esbellez	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
		2.50	2.495		3.00	
	0.80		0.799		0.91	

ESFUERZO CORREGIDO ( $f_m$ )	59.20 kg/cm <sup>2</sup>
------------------------------	--------------------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Silva Rivera	NOMBRE: Victor Cuzco Minchan	NOMBRE: Anita Alva Sarmiento
FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019	FECHA: 05/07/2019