

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA  
REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE  
LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**Presentado por: ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA**

**Asesor: Ing. JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO**

**Chota – Perú**

**2022**



## FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

### 1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: IRIGOIN HERRERA ROSANI LUSBET

Código del alumno: **2015050124**

Correo electrónico: rossir1708gmail.com

Teléfono: 943368427

DNI: 76460387

### 2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

### 3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

### 4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

"EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019"

### 5. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

### 6. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

### 7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: JOSE LUIS SILVA TARRILLO

Correo electrónico: jlsilvat@unach.edu.pe

Teléfono: 979006832

D.N.I.: 46412746

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de, Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA:

DNI: 76460387

Fecha, 19 de septiembre del 2022

**Evaluación del mortero de albañilería reemplazando  
parcialmente arena por residuos de ladrillos del caserío El  
Frutillo, Bambamarca, 2019**

**POR:**

**Rosani Lusbet Irigoín Herrera**

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la  
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título  
de  
INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**


**CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 176824**

**Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez**

**PRESIDENTE**

**Ing. Victor H. Sánchez Terrones  
C.I.P. N° 126755**

**Mg. Ing. Victor Hugo Sánchez Terrones**

**SECRETARIO**

**EDWAR CIEZA SÁNCHEZ  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 115264**

**Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez**

**VOCAL**

ACTA N° 001-2022/EPIC/UNACH – JT-RLIH

Siendo las 3:00 pm horas, del día 31 de Agosto de 2022, en video conferencia del aplicativo Meet Google, los miembros del Jurado de la Tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019”**,  
integrado por:

- Presidente del jurado evaluador Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez.
- Secretario del jurado evaluador: Mg. Ing. Víctor Hugo Sánchez Terrones.
- Vocal del jurado evaluador: Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez.

Sustentado por Bach. Rosani Lusbet Irigoín Herrera, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado, por el público asistente, y las respuestas contestadas por el Tesista, luego de la deliberación del Jurado Evaluador, se acordó **Aprobar** la tesis, calificándola con la nota de: dieciseis (16)

Firmado en: Chota, 31 de agosto del 2022

  
CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ  
INGENIERA CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 176824

Presidente

  
Ing. Víctor H. Sánchez Terrones  
C.I.P. N° 126755  
secretario

  
EDWAR CIEZA SÁNCHEZ  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 119264  
Vocal

El Fedatario de la Universidad Nacional Autónoma  
de Chota CERTIFICA Que la presente Fotocopia  
corresponde a su original que se puso a la vista  
Chota

09 SET. 2022



  
Abon Armindo Bustamante Mejía  
SECRETARIO GENERAL UNACH

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a la virgencita de los Dolores, por su protección, por guiarme y fortalecerme diariamente para seguir adelante.

A mis padres y hermanos que, con su esfuerzo, comprensión y amor, se ha podido concretar este logro académico.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota, y a todos sus docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

A compañeros y amigos que, de una u otra manera, apoyaron el desarrollo de este estudio.

## **DEDICATORIA**

A nuestro Dios, que con su infinito amor enrumba nuestro camino para lograr nuestras metas.

A mis padres, Gerardo Irigoín Sánchez y Esther Herrera Guevara, por su apoyo incondicional, su amor, paciencia, confianza y por ser ellos los primeros en inculcarme, valores, principios y perseverancia.

A mis hermanos Cesil, Luz Mery, Betty, Marilú por todo su apoyo y por los momentos compartidos, por seguir siendo mi fortaleza y ejemplo de superación. En especial a ti hermanita Luz Mery en el cielo, porque al igual que el mío era una de tus metas verme todo un profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3. Justificación e importancia</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4. Delimitación de la investigación</b> .....	<b>16</b>
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	<b>17</b>
<b>1.6. Objetivos</b> .....	<b>18</b>
1.6.1. Objetivo general.....	18
1.6.2. Objetivos específicos .....	18
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación</b> .....	<b>19</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	23
2.1.3. Antecedentes regionales .....	24
<b>2.2. Marco teórico</b> .....	<b>25</b>
2.2.1. Mortero de albañilería.....	25
2.2.2. Características del mortero .....	27
2.2.3. Agregado fino .....	28
2.2.4. Arena.....	29
2.2.5. Residuos de ladrillos.....	30
2.2.6. Características del agregado fino .....	31
2.2.7. Albañilería .....	33
2.2.8. Características de albañilería .....	34
<b>2.3. Definición de términos</b> .....	<b>35</b>

<b>CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Hipótesis.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2. Variables.....</b>	<b>37</b>
3.2.1. Variable independiente .....	37
3.2.2. Variable dependiente .....	37
<b>3.3. Operacionalización de variables.....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1. Ubicación geográfica del estudio .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2. Unidad de análisis, población y muestra .....</b>	<b>43</b>
4.2.1. Población .....	43
4.2.2. Muestra .....	43
4.2.3. Muestreo .....	44
<b>4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación.....</b>	<b>44</b>
4.3.1. Tipo de investigación.....	44
4.3.2. Diseño de investigación .....	45
<b>4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>47</b>
4.4.1. Técnicas .....	47
4.4.2. Instrumentos .....	47
<b>4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información .....</b>	<b>48</b>
4.5.1. Obtención de la información .....	48
4.5.2. Procesamiento de la información.....	57
4.5.3. Análisis de la información .....	57
<b>4.6. Matriz de consistencia metodológica .....</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1. Presentación de resultados.....</b>	<b>58</b>
5.1.1. Propiedades de la materia prima.....	58
5.1.2. Mortero, en unidad.....	60
5.1.3. Mortero, en albañilería.....	68
<b>5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados .....</b>	<b>72</b>
<b>5.3. Contrastación de hipótesis .....</b>	<b>77</b>

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS .....</b>	<b>83</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>
Anexo N° 1. Matriz de consistencia .....	93
Anexo N° 2. Panel fotográfico .....	94
Anexo N° 3. Cuestionario a productores de ladrillo artesanal del caserío El Frutillo..	104
Anexo N° 4. Ladrilleras, del caserío El Frutillo .....	107
Anexo N° 5. Análisis de costos unitarios .....	108
Anexo N° 6. Ensayos de laboratorio .....	114
Anexo N° 7. Certificados del laboratorio .....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Proporción Volumétrica de Componentes del Mortero .....	26
<b>Tabla 2</b>	Requisitos del Mortero de Cemento .....	26
<b>Tabla 3</b>	Requerimiento de Resistencia a Compresión del Mortero .....	27
<b>Tabla 4</b>	Gradación del Árido para Mortero .....	29
<b>Tabla 5</b>	Resistencias de albañilería King Kong.....	35
<b>Tabla 6</b>	Matriz de Operalización .....	38
<b>Tabla 7</b>	Número, Testigos Cúbicos de 50 mm .....	43
<b>Tabla 8</b>	Número de Pilas y Muretes según Mortero.....	44
<b>Tabla 9</b>	Muestreo DOE Factorial .....	44
<b>Tabla 10</b>	Fuentes, Técnicas e Instrumentos.....	47
<b>Tabla 11</b>	Características del árido de Conchán .....	51
<b>Tabla 12</b>	Relación Agua – Cemento.....	51
<b>Tabla 13</b>	Materiales para 1 m <sup>3</sup> de Mortero, 1:4 .....	54
<b>Tabla 14</b>	Cantidad de Materiales para 1 m <sup>3</sup> de Mortero con Reemplazo del Árido por Residuos de Ladrillo .....	54
<b>Tabla 15</b>	Áridos, para Mortero .....	59
<b>Tabla 16</b>	Mortero, 0% Residuos de Ladrillo .....	60
<b>Tabla 17</b>	Mortero, 10% Residuos de Ladrillo .....	61
<b>Tabla 18</b>	Mortero, 25% Residuos de Ladrillo .....	62
<b>Tabla 19</b>	Mortero, 50% Residuos de Ladrillo .....	63
<b>Tabla 20</b>	Mortero, 75% Residuos de Ladrillo .....	64
<b>Tabla 21</b>	Mortero, Sustituyendo la Arena por Residuos de Ladrillo.....	66
<b>Tabla 22</b>	Pilas Asentadas con Mortero de Residuos de Ladrillos .....	69
<b>Tabla 23</b>	Muretes Asentados con Mortero de Residuos de Ladrillos.....	70
<b>Tabla 24</b>	Características de los Residuos de Ladrillo.....	72
<b>Tabla 25</b>	Resistencias Características del Mortero con Residuos de Ladrillo.....	76
<b>Tabla 26</b>	Datos para el Análisis Wilcoxon de 1 muestra.....	77
<b>Tabla 27</b>	Análisis Estadístico Wilcoxon de 1 muestra .....	78
<b>Tabla 28</b>	Cuestionario .....	106
<b>Tabla 29</b>	13 Ladrilleras, del Caserío El Frutillo .....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Componentes del Mortero .....	25
<b>Figura 2</b>	Tipos de Agregado Fino .....	28
<b>Figura 3</b>	Tipos de Arena.....	29
<b>Figura 4</b>	Reciclaje de Residuos de Ladrillos.....	30
<b>Figura 5</b>	Huso Granulométrico para Mortero.....	31
<b>Figura 6</b>	Tipos de Albañilería .....	34
<b>Figura 7</b>	Cajamarca, y Provincias .....	39
<b>Figura 8</b>	Ubicación Ciudad de Chota .....	40
<b>Figura 9</b>	Ubicación Cantera Conchán .....	41
<b>Figura 10</b>	Caserío El Frutillo Bajo .....	42
<b>Figura 11</b>	Tipo de Investigación .....	45
<b>Figura 12</b>	Diseño de Investigación, Descriptivo, Causal Simple.....	46
<b>Figura 13</b>	Proceso de Recolección de Residuos de Ladrillo .....	49
<b>Figura 14</b>	Compactación del Árido, para Verificar Condición SSS.....	50
<b>Figura 15</b>	Condición SSS para árido, con poco o nada de material grueso .....	50
<b>Figura 16</b>	Elaboración de Testigos Cúbicos de Mortero.....	55
<b>Figura 17</b>	Pilas, Elaboradas con Mortero Modificado por Residuos de Ladrillo.....	56
<b>Figura 18</b>	Muretes, Elaborados con Mortero Modificado por Residuos de Ladrillo .....	57
<b>Figura 19</b>	Huso Granulométrico de las Materias Primas, para Elaborar Mortero.....	58
<b>Figura 20</b>	Mortero, 0% Residuos de Ladrillo.....	60
<b>Figura 21</b>	Mortero, 10% Residuos de Ladrillo.....	61
<b>Figura 22</b>	Mortero, 25% Residuos de Ladrillo.....	62
<b>Figura 23</b>	Mortero, 50% Residuos de Ladrillo.....	63
<b>Figura 24</b>	Mortero, 75% Residuos de Ladrillo.....	64
<b>Figura 25</b>	Resistencia del Mortero, Según Edad.....	66
<b>Figura 26</b>	Resistencia del Mortero, Sustituyendo la Arena por Residuos de Ladrillo .....	67
<b>Figura 27</b>	Pilas Asentadas con Mortero de Residuos de Ladrillos.....	69
<b>Figura 28</b>	Muretes Asentados con Mortero de Residuos de Ladrillos .....	70
<b>Figura 29</b>	Resistencia de la Albañilería Asentada con Mortero Modificado por Sustitución del Árido con Residuos de Ladrillo .....	71
<b>Figura 30</b>	Mortero con Residuos de Ladrillo, Categoría S .....	74
<b>Figura 31</b>	Mortero con Residuos de Ladrillo, Categoría N.....	74
<b>Figura 32</b>	Mortero con Residuos de Ladrillo, Categoría O.....	75
<b>Figura 33</b>	Resumen Estadístico del Mortero con 0% de Residuos de Ladrillo.....	78

<b>Figura 34</b> Resumen Estadístico, Mortero - 10% RL .....	79
<b>Figura 35</b> Resumen Estadístico, Mortero - 25% RL .....	79
<b>Figura 36</b> Resumen Estadístico, Mortero - 50% RL .....	80
<b>Figura 37</b> Resumen Estadístico, Mortero - 75% RL .....	80
<b>Figura 34</b> N° de Ladrilleras que tienen Desechos .....	105
<b>Figura 35</b> N° de Ladrillos Desechados.....	105

## RESUMEN

Los materiales de construcción, se producen a partir de recursos escasos (Zhong et al., 2022), por lo que, es importante, buscar nuevos componentes (Muthuasamy et al., 2022). En este caso, se ha identificado, la acumulación de residuos de ladrillo, producto de la elaboración de unidades artesanales, en Bambamarca, por lo que, se tuvo como objetivo, caracterizar mecánicamente el mortero supliendo parcialmente la arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, para comprobar si cumple con la resistencia a compresión para mortero tipo S de 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, NTP 399.610. Se elaboraron 90 cubos, con mortero 1:4, relación A/C 0.85, remplazando el 0%, 10%, 25%, 50% y 75% de la arena de Conchán, en peso, por residuos de ladrillo (RL), para determinar su resistencia a compresión, verificando que solamente el mortero con 10% RL, se clasifica como tipo S, con 126.50 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el mortero con 75% RL, se clasifica como tipo O (24.47 kg/cm<sup>2</sup>), por lo que, solo puede ser utilizado en el asentado de muros de separación o tabiquería, y los morteros con 0%, 25% y 50% RL, se clasifican como tipo N (53 kg/cm<sup>2</sup>), según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), no obstante, al utilizar el mortero con 50% RL, para asentar ladrillos King Kong de 18 huecos, se ha determinado que no alcanzan la resistencia para pilas (65 kg/cm<sup>2</sup>) y muretes (8.10 kg/cm<sup>2</sup>), así mismo, a pesar que, las pilas y muretes asentadas con mortero al 0% y 25% RL, cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), es la albañilería asentada con mortero al 10% RL, la que logra mayor capacidad mecánica, para su uso en muros estructurales.

**Palabras clave:** Mortero, albañilería, arena, residuos de ladrillo, resistencia a compresión.

## ABSTRACT

Construction materials are produced from scarce resources (Zhong et al., 2022), so it is important to look for new components (Muthuasamy et al., 2022). The accumulation of brick waste from the production of artisanal units in Bambamarca has been identified, so the objective was to mechanically characterize the masonry mortar by partially replacing the sand with brick waste from the hamlet of El Frutillo, Bambamarca, to verify if it complies with the compressive strength for type S mortar of 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, according to NTP 399.610. 90 cubes were elaborated, with mortar 1:4, ratio A/C 0.85, replacing 0%, 10%, 25%, 50% and 75% of the Conchán sand, by weight, with brick residues (RL), to determine its compressive strength, verifying that only the mortar with 10% RL, is classified as type S, with 126.50 kg/cm<sup>2</sup>, while the mortar with 75% RL, is classified as type O (24.47 kg/cm<sup>2</sup>), therefore, it can only be used in the setting of partition walls or partition walls, and mortars with 0%, 25% and 50% RL, are classified as type N (53 kg/cm<sup>2</sup>), according to NTP 399.610 (INACAL, 2018), however, when using the mortar with 50% RL, to set 18-hole King Kong bricks, it has been determined that they do not reach the resistance for piles (65 kg/cm<sup>2</sup>) and walls (8.10 kg/cm<sup>2</sup>), likewise, although the piles and walls set with mortar at 0% and 25% RL, comply with the E.070 standard (MVCS, 2006), it has been determined that they do not reach the resistance for piles (65 kg/cm<sup>2</sup>) and walls (8.10 kg/cm<sup>2</sup>). (MVCS, 2006), it is the 10% RL mortar bedded masonry that achieves the highest mechanical capacity for use in structural walls.

**Key words:** mortar, masonry, sand, brick waste, compressive strength.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

Los materiales como la arena, el cemento, los ladrillos y el acero suelen ser los componentes vitales en la construcción (Sudarsan et al., 2022), pero, todos estos materiales se producen a partir de los recursos naturales existentes, y causan daños sustanciales al medio ambiente como resultado de su continuo agotamiento (Nasr et al., 2020). Sobre todo, la arena, que según argumentan Zhong et al. (2022), entre 2020 a 2060, el uso global de arena para la construcción aumentará en 45%, generando una crisis de suministro del árido; por ello, Muthuasamy et al. (2022), recalca la importancia, de buscar reemplazar parcialmente la arena, para la producción de concreto o mortero.

Los edificios hechos con ladrillos de arcilla son muy comunes en todo el mundo (de Albuquerque, et al., 2022), por lo que, razones tales como, la manufactura de ladrillos, operaciones de construcción, terremotos y demolición de estructuras, han llevado a la acumulación de ladrillos de desecho (Mansoor, et al., 2022), siendo el principal método para manejar dichos residuos a través de vertederos, pero este, es un método costoso y necesita un área grande, que no podrá tener otro uso o función, alterando el entorno y paisaje (Marinho et al., 2022), sin embargo, según Mohammed et al. (2019), recientemente, los ladrillos de desecho rotos resultantes de las operaciones de construcción y demolición se han reutilizado como agregado y como polvo en el mortero y concreto.

En el país, en el año 2018, el 55.8% de las viviendas estaban construidas con ladrillo o bloque, en la región Cajamarca, 83,632 viviendas tenían material noble, con la tasa de desarrollo media por año de 5.9%, en la provincia Chota

7,605 viviendas del área urbana, tienen ladrillo o bloque, mientras que en el distrito Chota el 42.51% de 13,424 viviendas son de material noble (INEI, 2018). Según la Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018), en la ciudad de Chota, región Cajamarca, el 85% de las viviendas, tienen al ladrillo, como principal material de construcción de sus paredes.

Según Burga (2021), en Chota, para asentar, las unidades de albañilería, se utiliza mortero de junta más ancha, con mayores proporciones de cemento: arena, que el convencional dado en la norma E.070 (MVCS, 2006) de 1:4, por tanto, se utiliza mayor cantidad de árido, pero, tal como expresa Zhong et al. (2022) la arena es un recurso escaso; más aún en el distrito de Chota, donde la principal cantera de arena, que se utiliza para la construcción, es Conchán, de extensión 42,286.70 m<sup>2</sup> (Cieza, 2021), convirtiéndose así en un recurso limitado, y que, pensando en la sustentabilidad, debe ser remplazado parcialmente.

En el caserío El Frutillo, distrito de Bambamarca, colindante con el distrito de Chota, existen 75 ladrilleras, que producen ladrillos artesanales (Acuña, 2014; Vásquez, 2016; Cruzado, 2017), mismas, que, al realizar un proceso artesanal para la fabricación de ladrillos, terminan desechando muchos de estos, por considerarlos residuos, al no cumplir con las características geométricas o visuales que los productores esperan, siendo así, tal como, se ha confirmado mediante un cuestionario (ver anexo C), el 96% de los productores generan residuos de ladrillos, que, podrían ser utilizados en la producción de mortero, como remplazo del agregado fino, no obstante, para garantizar la viabilidad de uso, de los residuos de mortero, como sucedáneo parcial de la arena, en la producción de mortero, se debe verificar cumpla con la NTP 399.610 (INACAL, 2018), y la norma E.070 “Albañilería” (MVCS, 2006), siendo el fin de la investigación.

## **1.2. Formulación del problema**

¿El mortero de albañilería reemplazando parcialmente la arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, cumplirá con la resistencia a compresión para un mortero tipo S de 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018)?

## **1.3. Justificación e importancia**

Los materiales de construcción, se producen a partir de recursos naturales escasos, que no tienen un ciclo de retorno, o cuyo ciclo es lento, en comparación con su progresivo uso (Zhong et al., 2022), por lo que, es importante, buscar nuevos recursos que puedan ser utilizados como materiales de construcción (Muthuasamy et al., 2022).

En el caso del presente estudio, se había observado la acumulación de residuos de ladrillo, producto de la elaboración de unidades artesanales, en el distrito de Bambamarca, lugar donde se concentra el mayor número de ladrilleras artesanales de la región Cajamarca (Acuña, 2014); estos residuos, según Zhong et al. (2022) podían ser utilizados como sucedáneos de la arena, en la elaboración de mortero de pega, sin embargo, para dar viabilidad a su aplicación, se ha verificado que, cumpla con los lineamientos de la NTP 399.610 (INACAL, 2018), siendo así, en este estudio se buscó conseguir tal fin, a través de la caracterización mecánica del mortero de albañilería, en unidad, como en su aplicación en pilas y muretes, de tal forma que se garantice cumpla con la resistencia de un mortero tipo S, para muros estructurales.

En la ciudad de Chota, las viviendas que, se construyen con material noble, ladrillos o bloques, son más del 85% (MPCH, 2018), y utilizan para el asentado de las unidades de albañilería mortero de cemento: arena (Burga, 2021), por lo

que, la investigación, brinda una nueva alternativa para la producción de mortero, con mayor sustentabilidad, que, requiere menor cantidad de árido, y que, a la vez garantiza la resistencia del mortero, siendo un elemento de beneficio técnico-social y ambiental.

Así mismo, en la provincia de Chota, la cantera Conchán, es la principal fuente de suministro de arena, lo que podría llevar a generar la escases de dicho árido, tal como argumenta Zhong et al. (2022), por ello, era pertinente buscar nuevas fuentes de material, que replacen el árido, tanto en la fabricación de concreto, como mortero, siendo así, en el presente estudio se ha verificado su sustitución por residuos de ladrillo para la elaboración de mortero.

#### **1.4. Delimitación de la investigación**

De las ladrilleras del caserío El Frutillo, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, se han obtenido los residuos de ladrillos, para la producción de mortero cemento: arena, en dosificación 1:4, sustituyendo parcialmente la arena de la cantera Conchán, distrito de Conchán, provincia de Chota, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75% del peso, por residuos de ladrillos (Unidades o restos de unidades desechadas por las ladrilleras), con la finalidad de verificar si cumple con la resistencia a compresión para un mortero tipo S de 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, según NTP 399.610 (INACAL, 2018).

Los residuos de ladrillo, estaban conformados por aquellas unidades rotas, o que no cumplían con las características geométricas o visuales, que el productor esperaba, por lo cual son desechadas, cómo mínimo se recolectaron unidades rotas, de 13 de las 75 ladrilleras del caserío El Frutillo, siendo así, estos residuos se trituraron de forma manual, utilizando una comba, tamizando el material, y aceptándolo cuando pasaba el tamiz N° 3/8”.

Se han determinado las propiedades físicas de los residuos triturados de ladrillo, del caserío El Frutillo, comparándolo con la norma E.070 (MVCS, 2006), que establece la gradación de la arena para mortero, y las características que debe cumplir para su uso.

La dosificación de materiales cemento: arena se ha determinado según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), el cemento Portland Tipo I Pacasmayo; la cantidad de agua de la mezcla, se ha definido según la relación agua/cemento, determinada por el método ACI-211, siendo 0.85, verificando que se obtenga una mezcla adherente, trabajable, y sin segregación del árido, tal como especifica la norma E.070 (MVCS, 2006).

Así mismo, se han elaborado y ensayado a compresión cubos de 5 cm de lado, con la mezcla mortero cemento: arena, sustituyendo el árido por residuos de ladrillo, para definir la dosificación que cumple con los lineamientos de la NTP 399.610 (INACAL, 2018), para posteriormente ensayar la dosificación más adecuada a compresión axial en pilas, y a corte diagonal en muretes, usando el mismo tipo de unidad de albañilería King Kong de 18 huecos, para compararlo con el mortero convencional.

Las diferentes pruebas de laboratorio, se efectuaron en GSE de la ciudad de Chota, en un lapso de 12 meses desde enero 2021, pero cabe recalcar que el proyecto fue aprobado en el año 2019, pero el cronograma de ejecución se vio afectado por la pandemia de la COVID 19.

### **1.5. Limitaciones**

Se ha determinado la gradación de la arena y los residuos de ladrillo triturado, pero se han comparado con la norma E.070 (MVCS, 2006), y no con la NTP 400.017, debido a que no se trata de concreto.

Se han mezclado los residuos de ladrillos de 13 ladrilleras, de las 75 ladrilleras del caserío El Frutillo, para su uso, como sustituto de la arena, por tanto, no se tiene caracterización del material residual de cada cantera sino de la mezcla de residuos de ladrillo, trituradas con un TMN de 3/8”.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Caracterizar mecánicamente el mortero de albañilería reemplazando parcialmente arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, para verificar si cumple con la resistencia a compresión para un mortero tipo S de 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018).

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades físicas de los residuos de ladrillo, del caserío El Frutillo, y de la arena de Conchán.
- Determinar la resistencia a compresión de cubos de 5 cm de lado, elaborados con la mezcla de mortero cemento: arena, sustituyendo el árido por residuos de ladrillo, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75%.
- Determinar la resistencia de pilas y muretes construidos con ladrillo King Kong de 18 huecos y mortero con residuos de ladrillo.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Mansoor et al. (2022) sustituyeron parcialmente el cemento por polvo de desecho de ladrillo, al 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 50% para la elaboración de mortero, determinando que la fluidez y densidad en estado fresco de las mezclas se reduce a mayor volumen de residuos de ladrillo, pero en estado endurecido la densidad es ligeramente más alta hasta muestras con 20% de residuos de ladrillo. Concluyeron que, la mayor firmeza a compresión se alcanza con la mezcla con 15% de residuos de ladrillo.

Naciri et al. (2022) sustituyeron la arena por polvo de ladrillo para la elaboración de morteros de yeso – cal al 33% y 66%. Concluyeron que, con la sustitución del 66% de arena por polvo de ladrillo en morteros con un 66% de yeso, aumentó la tasa de absorción capilar, proporcionó morteros menos densos con una fuerza de adherencia mucho mayor que el mortero de cemento.

Zhao et al. (2021) sustituyeron la masilla caliza por polvo de desecho de ladrillo (0, 50 y 100%) en morteros. La firmeza a compresión de los morteros disminuyó en 5.6% y 9.3% para los morteros a base de 50 y 100% de residuos de ladrillo en comparación con el mortero convencional (26.8 MPa). Concluyeron que, es factible fabricar morteros autocompactantes, mediante el remplazo del relleno de piedra caliza por restos de ladrillo.

Lam et al. (2021) utilizaron el polvo de desecho de ladrillos de arcilla y el agregado desechado de cerámica en el mortero. El cemento fue remplazado por desecho de ladrillos en mezclas de mortero en proporciones 10, 20, 30 y 40% en

peso, mientras tanto, se utilizó agregado de desechado de cerámica como sustituto de la arena de río en morteros de 50 y 100% en peso. Concluyeron que, la resistencia a compresión de los morteros disminuyó ligeramente a edades tempranas, pero mejoró notablemente a largo plazo.

Tremiño et al. (2021) en su investigación “Four-years influence of waste brick powder addition in the pore structure and several durability-related parameters of cement-based mortars” determinaron la influencia de la adición de polvo de ladrillo de desecho como sustituto del Clinker al 10 y 20% en la durabilidad de los morteros. Concluyeron que, la incorporación de polvo de ladrillo mejoró globalmente al mortero a los 4 años.

Zarate et al. (2021) determinaron que la mezcla más adecuada estaba compuesta por 20, 30, 25 y 25% de cemento, caolín, ceniza y residuos de ladrillo, respectivamente, alcanzando una resistencia a compresión de 7.5 MPa.

Nasr et al. (2020) utilizaron desechos de algunos materiales de construcción como mármol, granito, porcelanato y ladrillos de arcilla (que pasa el tamiz 150  $\mu\text{m}$ ), para su uso en remplazo de la arena para la elaboración de mortero. Elaboraron 16 mezclas con porcentajes de remplazo de 5, 10, 15 y 100% en peso, con cada residuo. Determinaron que, el uso de residuos de mármol como agregado aumenta el flujo del mortero en 5%, sin embargo, el agregado de granito y porcelana reduce el flujo en un 13% y un 49%, respectivamente, en comparación con la arena natural. Concluyeron que, es posible producir un mortero ecológico elaborado con árido de mármol o porcelana al 100% de peso, con mejores características mecánicas y de durabilidad en comparación con el mortero de árido natural.

Zhu y Zhu (2020) en su estudio “Reuse of clay brick waste in mortar and concrete” reutilizaron los residuos de ladrillo de arcilla en suplo del cemento para mortero y concreto, determinaron que la resistencia a compresión disminuye hasta en 44%, para mezclas con 50% de residuos de ladrillo, a los 28 días. Concluyeron que, pueden utilizarse residuos de ladrillo de arcilla como sustituto del cemento para la producción de mortero, aunque con menores características mecánicas, pero con mayor durabilidad, y menor costo.

Hidalgo (2020) en su tesis de maestría “Evaluación mecánica de morteros elaborados con residuos de concreto en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas” determinó que los morteros elaborados con RCD en remplazo de los agregados naturales, logran tener resistencia a compresión mayores a 60 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, no obstante, el mortero convencional tiene una resistencia a compresión de 110 kg/cm<sup>2</sup>.

Li et al. (2020) en su estudio “Reutilizing clay brick dust as paste substitution to produce environment-friendly durable mortar” reutilizaron el polvo de ladrillos de arcilla como sustituto de la pasta para producir mortero. Concluyeron que, se puede agregar hasta 20% de polvo de ladrillo por volumen del mortero reduciendo el 33% de cemento sin causar efectos adversos.

Li et al. (2019) en “Reutilization of clay brick waste in mortar: Paste replacement versus cement replacement” reutilizaron los residuos de ladrillos de arcilla como remplazo del árido (después de la trituración) y el cemento (después de la molienda) para la elaboración de mortero. Determinaron que el uso de residuos de ladrillos de arcilla como remplazo de la arena, mejoró la resistencia, en cambio al utilizarlo como remplazo del cemento disminuyó la resistencia. Concluyeron que, es prometedor reciclar desechos de ladrillos de arcilla para utilizarlo en la elaboración de mortero.

Tebbal y Rahmouni (2019) en su estudio “Recycling of Brick Waste for Geopolymer Mortar Using Full Factorial Design Approach” estudiaron el efecto de la temperatura de curado (40 a 60 °C, por 7 a 28 días) en la resistencia mecánica del mortero de residuos de ladrillo, concluyeron que, la resistencia se incrementa con la incorporación de polvo de ladrillo a una edad temprana (30 – 50 MPa).

Hwang et al. (2019) utilizaron residuos de polvo de ladrillo y residuos de arena cerámica como agregado fino, y escoria de alto horno para remplazar en un rango de 0 a 50%, en incrementos de 10% por volumen. Las muestras se prepararon y curaron a 3, 7, 28 y 56 días, obteniendo resistencias a compresión de 24 a 93 MPa. Concluyeron que, hay gran potencial del uso de ladrillo y cerámica como materiales precursores y agregados finos en grandes volúmenes para producir mortero.

Ortega et al. (2018) estudiaron los efectos a largo plazo (400 días) de la adición de hasta 20% de polvo de ladrillo de desecho como sustituto del cemento, en las propiedades del mortero. Concluyeron que los morteros con 10 y 20%, tienen excelentes características a largo plazo, incluso que el mortero común.

Dang et al. (2018) determinaron las propiedades del mortero con ladrillos de arcilla residual como árido fino, concluyeron que el residuo de ladrillo con tamaño de partícula de 0.15 a 5 mm es perjudicial para la resistencia del mortero, pero con un diámetro de 0 a 5 mm es beneficioso.

Sánchez et al. (2018) elaboraron un mortero con 20% de cemento y 80% de RCD procedentes de azulejos, tejas y ladrillos, con una granulometría de 5 a 0.045 mm, en sustitución de la arena, concluyendo que al usar RCD en la mezcla se mejora las propiedades del mortero.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Hernandez y Acevedo (2021) elaboraron mortero con rango de 20% a 100% de polvo de ladrillo en peso, como remplazo del cemento, determinando que con un remplazo de 20 y 40% el mortero tiene mejor resistencia a compresión, con 18.69 y 12.43 MPa, respecto al mortero convencional que alcanza 11.7 MPa, así mismo disminuye su porcentaje de absorción de agua, por lo que concluyeron que es factible elaborar morteros con polvo de ladrillo reciclado.

Chávez et al. (2019) utilizaron residuos de construcción al 25, 50, 75 y 100% del peso, para la elaboración de mortero, determinaron que la resistencia a compresión del mortero con 25% de residuos de construcción tenía 387.48 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo, logran mayor resistencia en pilas (72.09 kg/cm<sup>2</sup>), que el mortero convencional (63.27 kg/cm<sup>2</sup>).

Baca (2019) elaboró mortero con 10%, 15% y 20% residuos de mármol referente al cemento. Determinó que, al aumentar la cuantía de residuos de mármol la firmeza a compresión del mortero merma obteniendo valores de 318.18, 318.00, 297.65 y 178.23 kg/cm<sup>2</sup> para morteros con 0, 10, 15 y 20% de residuos de mármol, no obstante mejora la fluidez, y aumenta la firmeza a flexión. Por lo que, concluyeron que, los morteros con 10% de residuos de mármol tenían características mecánicas similares a la muestra patrón.

Mendez y Ortiz (2019) elaboraron morteros con 0, 25, 50, 75 y 100% de residuos de plástico y vidrio, como remplazo del árido fino, y obtuvieron resistencias de 73.77, 94.92, 69.88, 52.37 y 47.52 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, por lo que concluyeron que el porcentaje adecuado para alcanzar características parecidas al mortero común es 25% de residuos de plástico y vidrio.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

Ruiz (2020) elaboró morteros (1:4 cemento: arena) sustituyendo la arena por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados. Determinó que los morteros con 10% de teja, cerámica, y ladrillo alcanzaban 235.12, 257.88 y 215.92 kg/cm<sup>2</sup>, con 20%, alcanzaban 254.46, 235.36 y 268.02 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, mientras que la muestra base tenía firmeza de 303.80 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyeron, que la resistencia del mortero disminuye al sustituir la arena por materiales reciclados, no obstante, se logra disminuir la absorción.

Díaz y Murga (2019) elaboraron morteros con residuos de construcción. Determinaron que el mortero con 30, 50 y 100% de agregado reciclado alcanza resistencias a compresión de 19.67, 21.40 y 21.36 MPa. Concluyeron que, la dosificación adecuada para elaborar morteros más resistentes es con 50% de agregado reciclado.

Cabanillas (2019) elaboró morteros sustituyendo el 0, 5 y 7% del cemento por arcilla de San Marcos, obteniendo resistencias a compresión de 279.7, 305.94 y 310.02 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que concluyó que, al sustituir el cemento por 7% de arcilla se obtienen morteros con mejores características mecánicas.

Mantilla (2018) elaboró mortero supliendo el cemento por 0, 10 y 15% de arcilla de Cuscuden-San Pablo, obteniendo resistencias a compresión de 300.07, 300.57 y 303.73 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, por lo que concluyó que, se puede elaborar mortero con arcilla como sustituto del cemento hasta 15%, debido a que este tiene los mismos componentes químicos que el cemento.

Ramirez (2019) elaboró mortero con puzolana artificial obtenida a partir de ceniza de cáscara de arroz, como sucedáneo del cemento, verificando que la mezcla con 12% de ceniza supera en 6.71% la resistencia del mortero base.

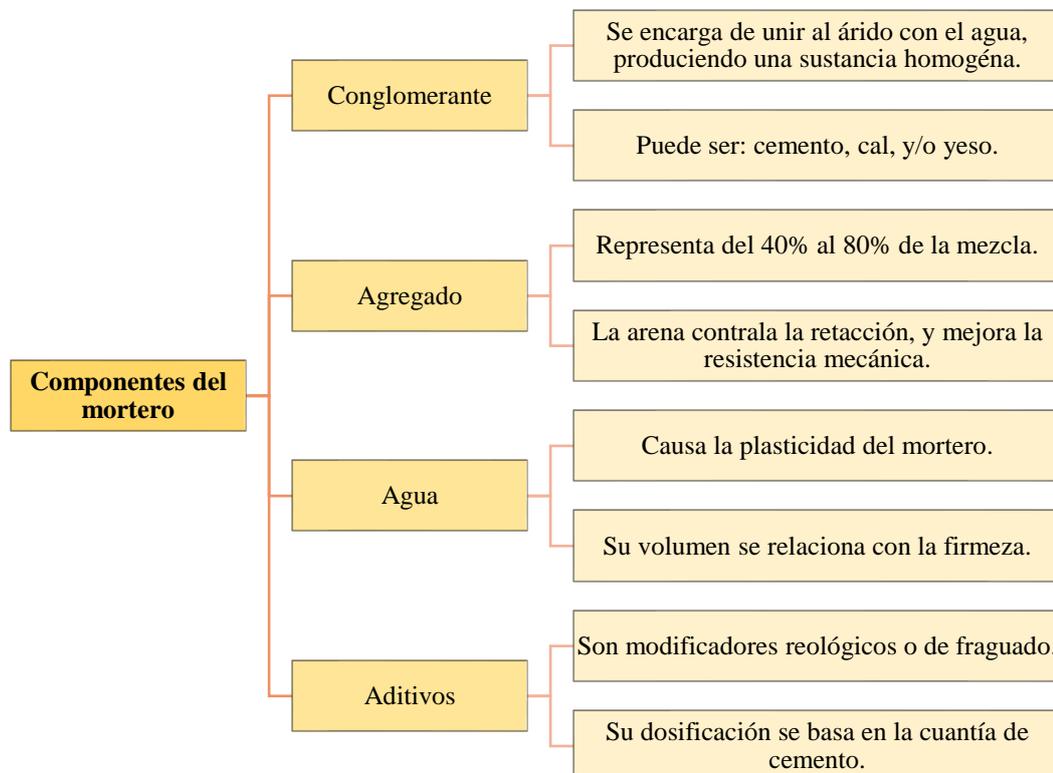
## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Mortero de albañilería

Según la norma E.070 (MVCS, 2006), el mortero es utilizado para adherir vertical y horizontalmente, a ladrillos y/o bloques. Es una combinación de materiales de relleno (arena u otros agregados finos), con un aglutinante (cemento Portland), agua, y eventualmente aditivos (Orbegoso y Quesada, 2021). Su característica principal es que, adquiere resistencia, para el asentado de piezas en la construcción de muros (Condori y Chocca, 2019), siendo esta la función principal según Quispe y Castillo (2022), además de impedir la penetración de aire o humedad, sellar juntas, y corregir irregularidades geométricas de las unidades de albañilería.

**Figura 1**

*Componentes del Mortero*



Nota: Adaptado de (Orbegoso y Quesada, 2021).

La norma E.070 (MVCS, 2006) rige la proporción volumétrica (en estado suelto) de cemento: arena en el mortero para su uso en muros portantes (P) o no portantes (NP).

**Tabla 1**

*Proporción Volumétrica de Componentes del Mortero*

Tipo	Componentes				
	Cemento	Cal		Arena	
P-1	1.00	0	¼	3	3 ½
P-2	1.00	0	½	4	5
NP	1.00	-	-	≤	6

Nota: contenido de cal es opcional (MVCS, 2006).

La NTP 399.610 (INACAL, 2018), clasifica al mortero según sus componentes en (1) cemento – cal, (2) mortero cemento, (3) cemento de albañilería, y luego tipifica a cada uno de estos, en M, S, N, O, según la resistencia a compresión media a los 28 días, que deben alcanzar como mínimo, siendo 175.39, 126.45, 53.03, 24.47 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, siendo así, para Corinaldesi y Moriconi (2009), se espera que el mortero de pega, alcance dureza similar a la de la unidad de albañilería, que está adhiriendo, para formar el muro.

**Tabla 2**

*Requisitos del Mortero de Cemento*

Tipo	Resistencia a compresión a los	Retención de agua	Contenido de aire
	28 días en kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	mínimo (%)	máximo (%)
M	175.391 (17.20)	75	12
S	126.445 (12.40)	75	12
N	53.025 (5.20)	75	14
O	24.473 (2.40)	75	14

Nota: NTP 399.610 (INACAL, 2018).

### 2.2.2. Características del mortero

**Resistencia a compresión.** Carga de compresión axial que una muestra cúbica puede soportar hasta que se produzca el fallo. La resistencia del mortero aumenta con la edad, alcanzando su máximo a los 28 días (Rivera y Leal, 2018).

$$Rc = \frac{P}{L^2} \quad (1)$$

En la ecuación 1, Rc, es el cociente, de la carga axial máxima (P) que provoca la rotura, de las probetas cubicas de lado (L).

**Tabla 3**

*Requerimiento de Resistencia a Compresión del Mortero*

Tipo	M	S	N	O
Kg/cm <sup>2</sup>	175.40	126.45	53.03	24.50

Nota: NTP 399.610 (INACAL, 2018).

**Retención de agua.** Propiedad en estado fluido, que consiste en mantener la plasticidad, al estar en contacto con el área sobre el que se ha vertido (Cantos y Cárdenas, 2021). Este parámetro, se contrapone a la merma de agua por el entorno, para garantizar la manejabilidad y adherencia (Orbegoso y Quesada, 2021). Para aumentar la retención de agua, se puede agregar: cal, finos en el árido, o aditivos plastificantes e incorporadores de aire (Cantos y Cárdenas, 2021).

$$\text{Retención de agua en \%} = \frac{A}{B} \times 100 \quad (2)$$

En la ecuación 2, A y B son el flujo después de la succión y del mezclado inicial.

**Contenido de aire.** Volumen de impureza gaseosa dentro de la mezcla, depende principalmente del tamaño del árido; para morteros, el volumen de aire incorporado de forma natural, usualmente se estima en 3% (Zavaleta, 2019)

$$As = A1 - G \quad (3)$$

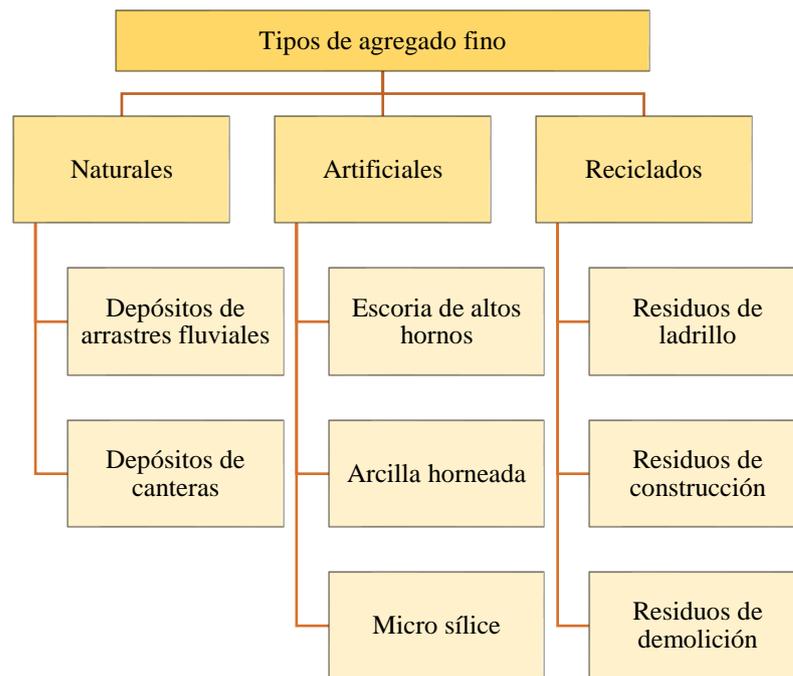
En la ecuación 3, el contenido de aire (As), es la resta del contenido de aire del ensayo (A1) y el factor de corrección del agregado (G).

### 2.2.3. Agregado fino

Según Terán (2019) es el árido derivado de disgregación natural o artificial de rocas, con espesor menor a 9.5mm (3/8”), puede ser natural o manufacturado, o combinación de ambos, siempre y cuando cumpla con la NTP 400.037.

**Figura 2**

*Tipos de Agregado Fino*



Nota: Adaptado de (Aliaga, 2018).

**Agregados naturales.** Originados geológicamente, son extraídos, selectos y procesados, para su uso en concretos y morteros (Carrasco y Ccorahua, 2021).

**Agregados artificiales.** Proviene de la modificación de componentes naturales, suministran materiales secundarios que se usan en concretos y morteros (Carrasco y Ccorahua, 2021).

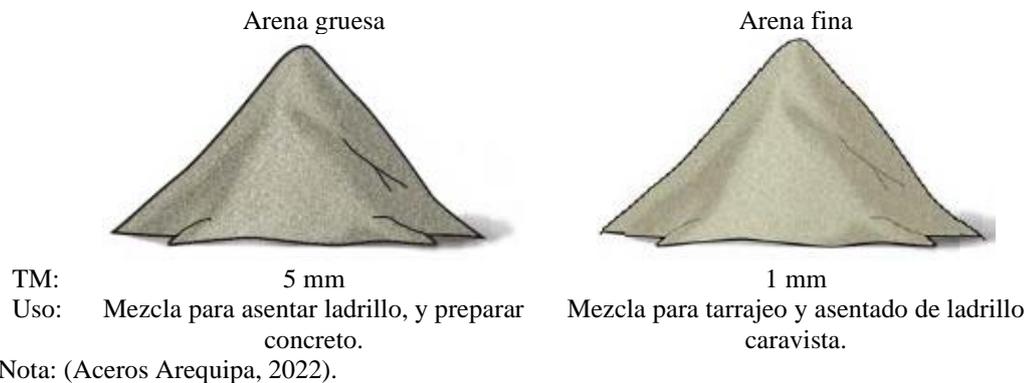
**Agregados reciclados.** Se obtienen de la recuperación y tratamiento de RCD; son residuos inertes que se procesan para su uso como agregados (Palacio et al., 2017).

#### 2.2.4. Arena

Producto de la descomposición de rocas, con espesor 0.02 a 5 mm, que se obtiene natural o artificialmente y se usa en el mortero (Cotrina, 2021). Al ocupar mayor volumen en la mezcla, el árido que se use debe ser arena de sílice natural de granos redondeados, graduada dentro de los límites estándar, dependiendo si es natural o manufacturada (Zavaleta, 2019), si tiene muchos finos, requerirá más pasta, si tiene gruesos será más plástico, pero también requiere poco de polvo para evitar el rápido fraguado (Hernández y Sánchez, 2020). La arena, según la norma E.070 (MVCS, 2006), debe tener módulo de fineza de 1.60 a 2.50, con menos del 1% de partículas quebradizas.

#### Figura 3

##### Tipos de Arena



#### Tabla 4

##### Gradación del Árido para Mortero

Malla ASTM (N°)	(mm)	% que pasa	
4	4.75	100	100
8	2.36	95	100
16	1.18	70	100
30	0.60	40	75
50	0.30	10	35
100	0.15	2	15
200	0.075	< 2	

Nota: (MVCS, 2006).

### 2.2.5. Residuos de ladrillos

El ladrillo es un material cerámico, elaborado con arcilla cocida (Quispe y Castillo, 2022) con dimensiones para ser manipulado por 1 mano (García, 2018), de forma ortoédrica, hueco, alveolar, tubular o sólido, fabricado artesanal o industrialmente, son utilizados para construir muros o tabiques, al ser asentados con mortero (Cruzado, 2018). Los residuos de ladrillo, son elementos de desecho durante la fase de producción de unidades de albañilería, construcción o demolición de edificaciones, que pueden ser reutilizadas como agregado reciclado, previo proceso de (a) recolección, (b) trituración, y (c) reutilización en la elaboración de concreto y/o mortero (Hincapié y Aguja, 2006). En el caso del estudio, se considera residuos de ladrillo, a aquellos, ladrillos de arcilla cocida, que, durante la fase de producción artesanal, han sufrido deformaciones, agrietamiento, resquebrajaduras, quemado, u otras condiciones, que han generado que, el productor, los deseche, en otras palabras, son aquellas unidades que al no cumplir con estándares visuales o de calidad, no son comercializadas.

**Figura 4**

*Proceso de Reciclaje de Residuos de Ladrillos*



Nota: (Hincapié y Aguja, 2006).

### 2.2.6. Características del agregado fino

**Humedad.** Agua que ocupa espacio dentro del árido (Pérez y Flores, 2019).

$$H = \frac{A-B}{B} \times 100 \quad (4)$$

En la ecuación 4, la humedad (%) es la resta del peso del árido en estado natural (A) y el peso del árido secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 h (B).

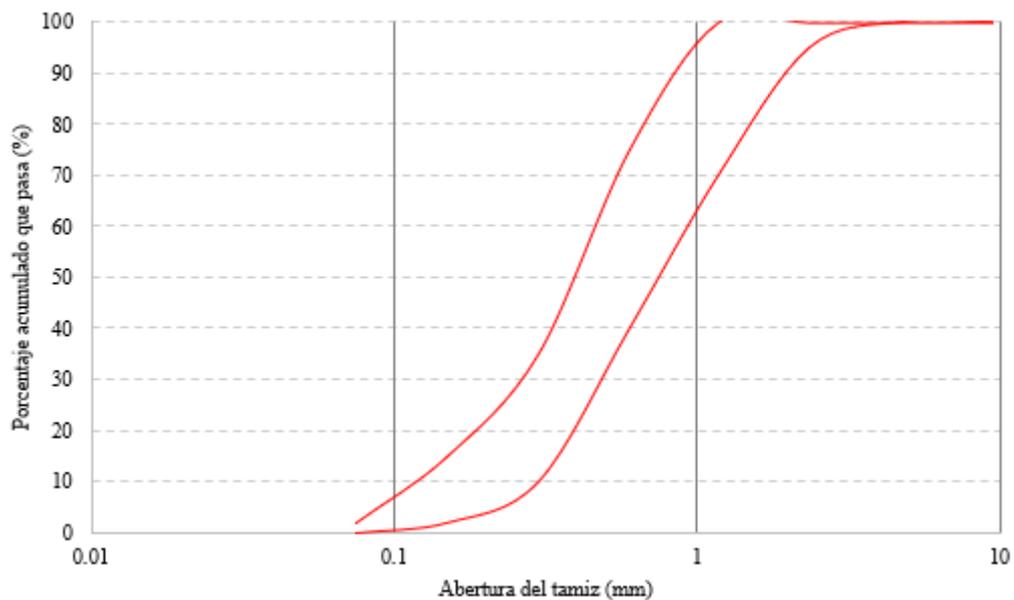
**Granulometría.** Dimensión de las partículas dentro del árido, según su paso por la serie Tyler de tamices, N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 (Carrillo y Rojas, 2016), debe cumplir con un huso granulométrico según la norma E.070 (MVCS, 2006).

$$\% \text{ que pasa acumulado} = Total - \% \text{ retenido acumulado} \quad (5)$$

En la ecuación 5, el porcentaje que pasa acumulado, es igual a la diferencia entre el peso total de la muestra, y el porcentaje retenido acumulado, siendo la sumatoria de los porcentajes retenidos parciales en cada tamiz.

**Figura 5**

*Huso Granulométrico para Mortero*



Nota: (MVCS, 2006).

**Módulo de finura.** Índice del grosor conjunto del árido (Carrillo y Rojas, 2016).

$$MF = \frac{\sum_{N^{\circ} 4}^{N^{\circ} 100} \% \text{ retenido acumulado}}{100} \quad (6)$$

En la ecuación 6, el módulo de finura es igual al cociente, de la suma del material de las mallas (N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100).

**Material que pasa tamiz N° 200.** Material fino, de textura como polvo, que tienen diámetro menor a 0.075 mm, y se determina por lavado del agregado (MTC, 2016).

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100 \quad (7)$$

En la ecuación 7, A son los finos que pasan malla N° 200, por lavado, B el peso seco del árido original, C el peso seco del árido luego de lavado, todo en gramos.

**Peso específico.** Dependencia del peso del material y su volumen, generalmente, varía entre 2.5 a 2.7 g/cm<sup>3</sup>. Se puede determinar por medio de: (Pérez y Flores, 2019)

$$PEms = \frac{A}{V-W} \quad (8)$$

En la ecuación 8, el peso específico de masa seca (PEms), es la dependencia entre la masa en el aire y el volumen unitario del material, donde A es el peso del árido seco, V el volumen de la fiola, y W el peso del agua.

$$PEmSSS = \frac{500}{(V-W)} \quad (9)$$

En la ecuación 9, el peso específico de masa saturado superficialmente seco (PEmSSS) es la dependencia entre el volumen unitario del árido, y la masa de la misma densidad de un volumen igual de agua, ambos al aire, donde V es el volumen de la fiola, W el peso del agua.

$$Pea = \frac{A}{(V-W)-(500-A)} \quad (10)$$

En la ecuación 10, el peso específico aparente (Pea), es la dependencia del volumen unitario del árido, y la masa de la misma densidad de un volumen igual

al agua, valorada en el aire, donde A es el peso del árido seco, V el volumen de la fiola, W el peso del agua.

**Absorción.** Capacidad del árido para calar el agua (Pérez y Flores, 2019)

$$\% \text{ absorcion} = \frac{(500-A)}{A} \times 100 \quad (11)$$

En la ecuación 11, el porcentaje de absorción es la diferencia del peso del árido superficialmente seco y el peso del material secado al horno, entre el peso seco.

**Peso unitario.** Peso que tiene un específico volumen unitario del árido en estado suelo (PUS), o compactado (PUC); se puede determinar por medio: (Pérez y Flores, 2019)

$$PUS = Ws/f \quad (12)$$

En la ecuación 12, el peso unitario suelto (PUS), se alcanza al colmar el depósito sin presión (Ws), donde f es el factor de calibración del recipiente, depende del volumen del recipiente (1/m<sup>3</sup>).

$$PUS = Wc/f \quad (13)$$

En la ecuación 13, el peso unitario suelto (PUS), se alcanza al colmar el depósito ejerciendo presión (Wc), donde f es el factor de calibración del recipiente, depende del volumen del recipiente (1/m<sup>3</sup>).

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{(A \times W) - B}{A \times W} \quad (14)$$

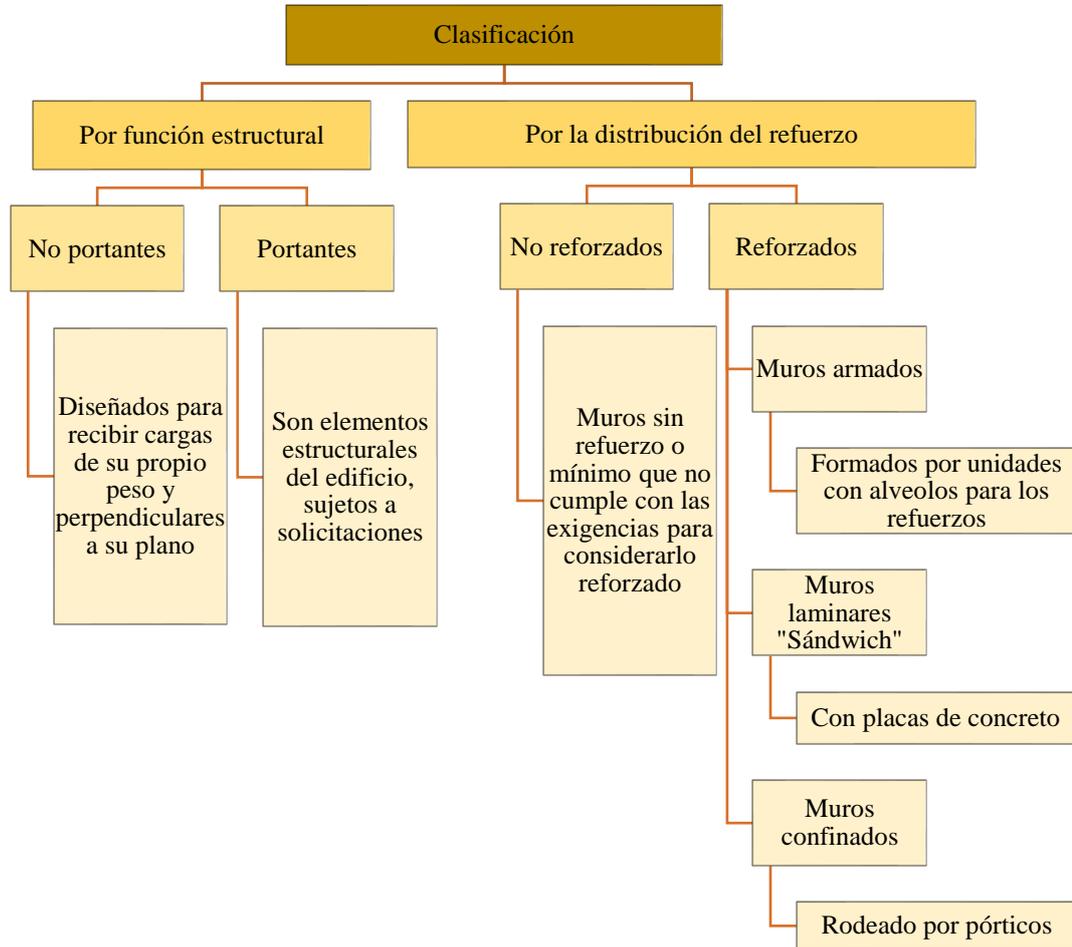
En la ecuación 14, para determinar los vacíos, A es el peso específico aparente del árido, B el peso unitario del árido, W la densidad del agua.

### 2.2.7. Albañilería

Muros que se levantan por apilamiento, de ladrillo calizo, ladrillo de hormigón, u otros; donde cuando cumplen fin estructural, las cargas en la dirección vertical, así como, las cargas sísmicas y de viento que, actúan en la dirección horizontal, en su totalidad, son soportadas en los muros (Ccorahua y Soncco, 2020).

**Figura 6**

*Albañilería*



Nota: Adaptado de (Mestanza, 2021).

### 2.2.8. Características de albañilería

**Resistencia a compresión axial en pilas.** Son prismas compuestos por dos o más hiladas de unidades asentadas una sobre la otra mediante mortero, con una edad de 28 días, ensayadas a compresión axial ( $f'm$ ) (Abanto y Akarley, 2014).

$$f_m = \frac{W}{A} \times e \times f_e \quad (15)$$

En la ecuación 15, la resistencia individual de una pila ( $f_m$ ), es igual a la división de la máxima carga a compresión ( $W$ ), entre la media de la superficie bruta de contacto ( $A$ ), multiplicado por el factor de corrección por esbeltez ( $e$ ), y edad ( $f_e$ ).

$$f'm = fm - \sigma \quad (16)$$

En la ecuación 16, la resistencia a compresión axial en pilas ( $f'm$ ), es igual al  $fm$  individual promedio de tres pilas menos la desviación estándar de las pilas.

**Resistencia al corte diagonal en muretes.** Fuerza diagonal del mampuesto, murete (Reyes, 2018).

$$Vm = \frac{W}{Ad} \times fe \quad (17)$$

En la ecuación 17, la resistencia de un murete ( $Vm$ ), es el cociente de la carga de rotura ( $W$ ), entre el área diagonal ( $Ad$ ), por el factor de corrección por edad ( $fe$ ).

$$V'm = Vm - \sigma \quad (18)$$

En la ecuación 18, la resistencia al corte diagonal ( $V'm$ ), es la diferencia de la resistencia promedio de tres muretes ( $Vm$ ), y la desviación estándar.

**Tabla 5**

*Resistencias de albañilería King Kong*

Tipo	Unidad $f_b$	Pilas $f_m$	Muretes $v_m$
Artesanal	55.00	35.00	5.10
Industrial	145.00	65.00	8.10

Nota: (MVCS, 2006).

### 2.3. Definición de términos

**Albañilería.** Material estructural compuesto por unidades asentadas con mortero o apiladas integradas con concreto líquido (Carrasco y Ccorahua, 2021).

**Árido.** Se producen de fuentes naturales (canteras) o secundarias generadas en paralelo al proceso industrial, tienen tamaño menor a 3/8" (Santa-Olalla, 2012).

**Ladrillo.** Material de arcilla cocida fabricado artesanal o industrialmente presente en la construcción de muros portantes y no portantes (Cárdenas y Luna, 2017).

**Mortero.** Mezcla de aglutinante, relleno, agua y eventualmente aditivos, que se utiliza para el asentado de ladrillos (Moya y Castañeda, 2022).

**Residuos de ladrillo.** Son elementos de desecho durante la fase de producción de unidades de albañilería, construcción o demolición de edificaciones, que pueden ser reutilizadas como agregado reciclado (Hincapié y Aguja, 2006). En el caso del estudio, se considera residuos de ladrillo, a aquellos, ladrillos de arcilla cocida, que, durante la fase de producción artesanal, han sufrido deformaciones, agrietamiento, resquebrajaduras, quemado, u otras condiciones, que han generado que, el productor, los deseche, en otras palabras, son aquellas unidades que al no cumplir con estándares visuales o de calidad, no son comercializadas.

**Resistencia a compresión.** Firmeza frente a un esfuerzo a compresión, al aplicar carga, sobre la superficie de un material, hasta que muestre rasgos de falla, la compresión señala la calidad del material para fines estructurales (Sáenz, 2016).

## CAPÍTULO III.

### PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

H1: El mortero de albañilería reemplazando parcialmente la arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, cumple con la resistencia a compresión para un mortero tipo S de 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018).

#### 3.2. Variables

##### 3.2.1. *Variable independiente*

Los “Residuos de ladrillos”, son partículas consideradas desecho, de gradación fina, que reemplazan a la arena, en la elaboración del mortero, se obtienen a partir de unidades de albañilería, desechadas en las Ladrilleras del caserío El Frutillo, Bambamarca. Se han definido las características de los residuos de ladrillos, como, humedad, peso específico, absorción, gradación y peso unitario. La dimensión de análisis es el porcentaje de remplazo.

##### 3.2.2. *Variable dependiente*

El “Mortero de albañilería”, es el compuesto de cemento: arena, con la mínima cantidad de agua, para garantizar la consistencia de la mezcla, que debe cumplir con la resistencia a compresión en cubos de mortero de 5 cm de lado, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), además, al ser utilizado en la conformación de pilas y muretes, debe cumplir con la resistencia en albañilería de la norma E.070 (MVCS, 2006). En el caso del estudio, para la elaboración de mortero cemento: arena, se ha reemplazado la arena por residuos de ladrillo, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75%.

### 3.3. Operacionalización de variables

**Tabla 6**

*Matriz de Operalización*

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional			
				Indicadores	Ítem		
VI Residuos de ladrillos	Material considerado desperdicio	Porcentaje de remplazo	Cantidad de material que se ha sustituido a la arena por residuos de ladrillos	Dosificación	%		
				Humedad	%		
				Gradación	%		
				Propiedades físicas de la arena	Características del árido, según la norma E.070	MF	%
						Peso específico	g/cm <sup>3</sup>
						Absorción	%
VD Mortero de albañilería	Compuesto que sirve para asentar unidades de albañilería	Propiedades del mortero	Característica resistente del mortero frente a esfuerzos de compresión	Resistencia a compresión	Kg/cm <sup>2</sup>		
				Resistencia en pilas	Kg/cm <sup>2</sup>		
				Resistencia en muretes	Kg/cm <sup>2</sup>		

## CAPÍTULO IV.

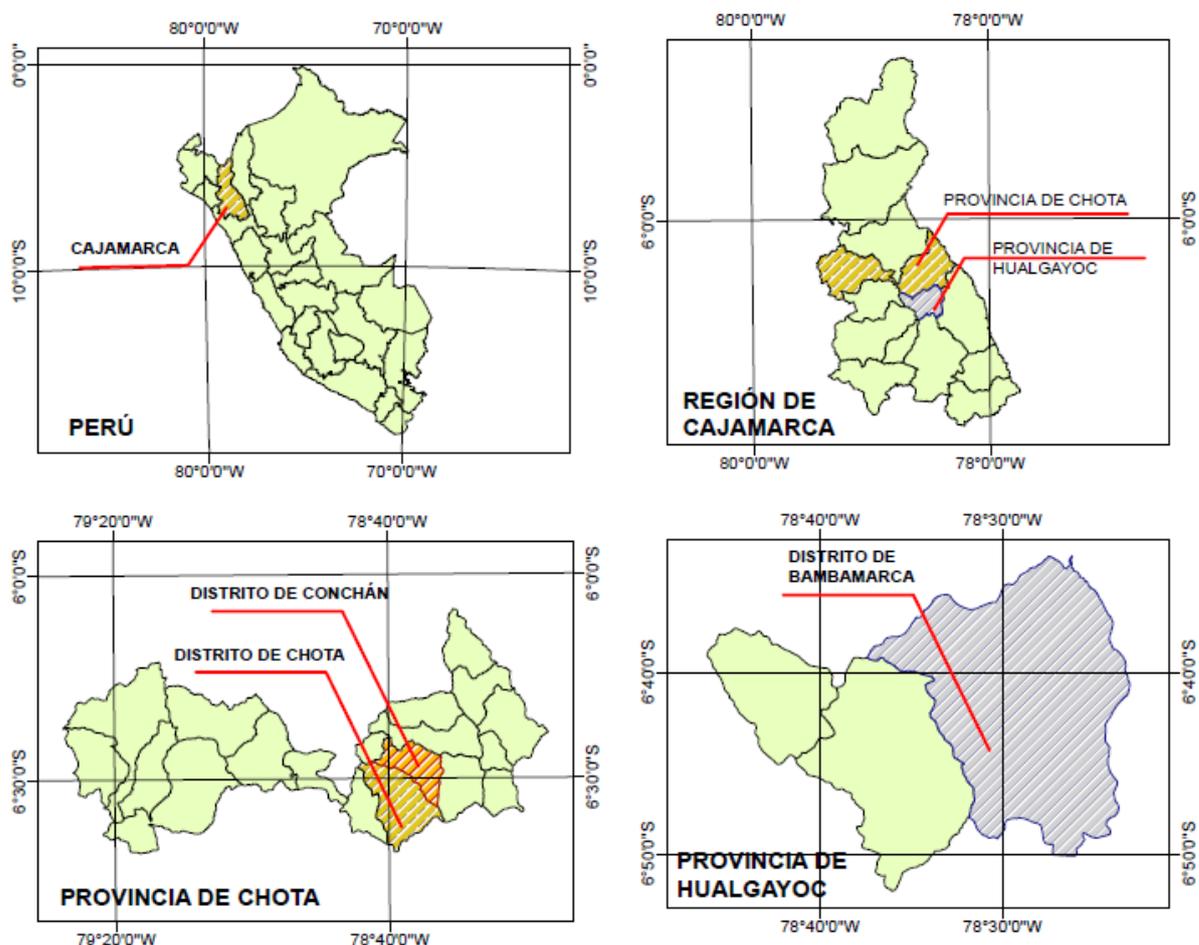
### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1. Ubicación geográfica del estudio

En la región Cajamarca, con 33,17.54 km<sup>2</sup>, representan el 2.80% del país, está situada en la Sierra Norte de Perú, políticamente está dividida en 13 provincias, y 127 distritos (MPCH, 2018). La provincia de Chota, está integrada por 19 distritos, siendo la capital, el distrito de Chota, mientras que, la provincia de Hualgayoc, se integra por tres (3) distritos, de los cuales, la capital, es el distrito de Bambamarca.

**Figura 7**

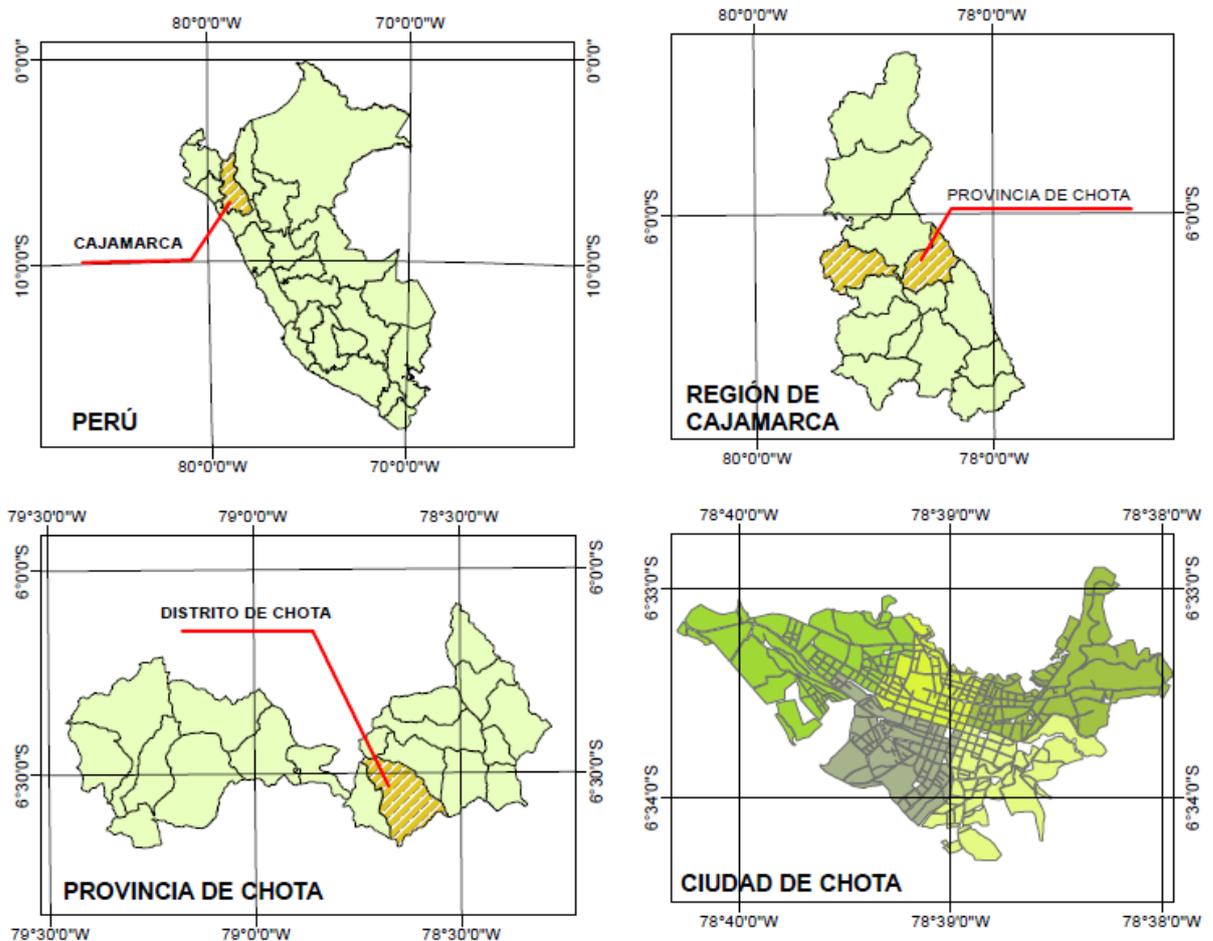
*Cajamarca, y Provincias*



La ciudad de Chota, con extensión de 261.75 km<sup>2</sup>, se enmarca dentro del distrito y provincia de Chota, región Cajamarca, actúa como eje dinamizador, está situada en las coordenadas UTM WGS84 17S, 759834.46 m E, 9274072.83 m S, a 2388 msnm, tiene el 85% de viviendas construidas con material noble (MPCH, 2018). En Chota, se ha realizado la producción del mortero de albañilería, con sustitución del árido de la cantera Conchán, distrito de Conchán, por residuos de ladrillo triturado del caserío El Frutillo, distrito de Bambamarca; para ser ensayado en el laboratorio GSE – Chota.

**Figura 8**

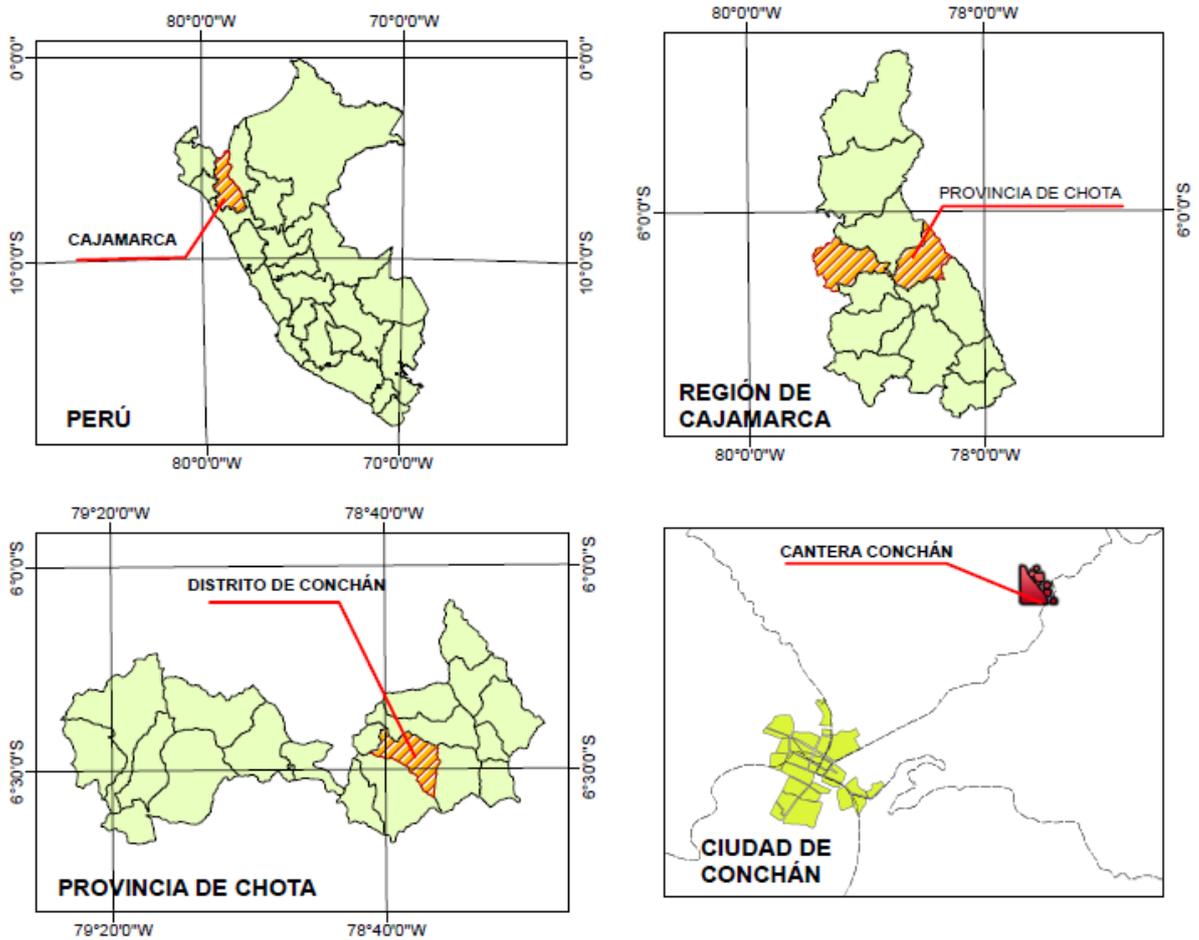
*Ubicación Ciudad de Chota*



La arena, se ha extraído de la cantera Conchán, distrito de Conchán, provincia de Chota, que pertenece a una asociación privada de propietarios, tiene una extensión y volumen aproximado de 42,286.70 m<sup>2</sup> y 2,293,601.04 m<sup>3</sup>, respectivamente (Cieza, 2021), está ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 760445.49 m E, 9287953.26 m S, a tan solo 1.50 km de la ciudad de Conchán, ubicada en las coordenadas UTM WDS84 17S 759275.24 m E, 9287062.49 m S, a 2304 msnm, y a 26.10 km de Chota, 1 hora, en vehículo motorizado, por la carretera CA-105.

**Figura 9**

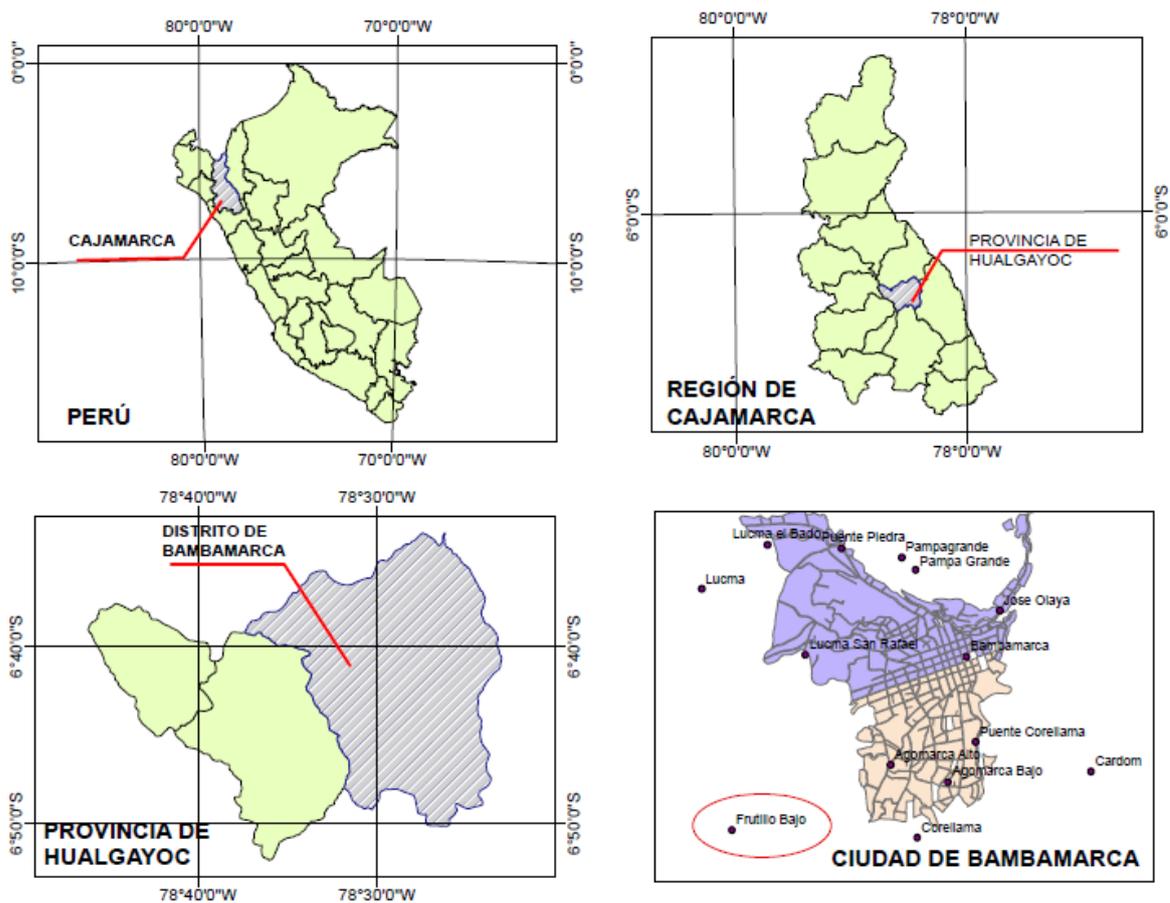
*Ubicación Cantera Conchán*



Del caserío El Frutillo, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, se han obtenido los residuos de ladrillo triturado, utilizados como sustituto del árido; el caserío Frutillo Bajo se ubica en las coordenadas UTM WGS84 17S 772171.32 m E, 9259470.25 m S, a 2.50 km de la ciudad de Bambamarca, ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 774278.95 m E, 9260964.77 m S a 2536 msnm. La ciudad de Bambamarca, se encuentra a 35.5 km de Chota, 52 minutos en vehículo motorizado, por la vía 3N. En el caserío El Frutillo, hay 75 ladrilleras, de las cuales, 13, han brindado sus residuos de ladrillo, para ser triturados, y utilizados como agregado fino.

**Figura 10**

*Caserío El Frutillo Bajo*



## 4.2. Unidad de análisis, población y muestra

### 4.2.1. Población

Todos los testigos cúbicos, de 50 mm de lado, de mortero de albañilería, producido en la ciudad de Chota, con cemento Portland Tipo I Pacasmayo, y arena de la cantera Conchán, provincia de Chota, en dosificación 1:4, reemplazando el árido natural, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75%, por residuos de ladrillo, recolectados de las ladrilleras del caserío El Frutillo, distrito de Bambamarca, y triturados manualmente con una comba, verificando que el material reciclado pase el tamiz N° 3/8”.

### 4.2.2. Muestra

90 testigos cúbicos de 50 mm de lado, de mortero de albañilería, producido en la ciudad de Chota, en dosificación 1:4, reemplazando el árido natural de Conchán, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75%, por residuos de ladrillo, recolectados de las ladrilleras del caserío El Frutillo.

**Tabla 7**

*Número, Testigos Cúbicos de 50 mm*

Edad (días)	Porcentaje de sustitución del árido por residuos de ladrillo (%)					Total
	0	10	25	50	75	
3	6	6	6	6	6	30
7	6	6	6	6	6	30
28	6	6	6	6	6	30
Total	18	18	18	18	18	90

Según la resistencia a compresión de las muestras cúbicas de mortero, se ha determinado la(s) dosificación(es) que, cumple con la NTP 399.610 (INACAL, 2018), para un mortero tipo S, con 126.44 kg/cm<sup>2</sup>; para, elaborar tres (3) pilas y tres (3) muretes, utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos, con mortero convencional, y el mortero con sustitución del árido por residuos de ladrillo.

**Tabla 8***Número de Pilas y Muretes según Mortero*

Ensayo	Porcentaje de sustitución del árido por residuos de ladrillo				Total
	0	10	25	50	
Pilas	3	3	3	3	12
Muretes	3	3	3	3	12

**4.2.3. Muestreo**

La muestra probabilística, conformada por cubos de mortero, se ha determinado en el software Minitab 19, para un DOE factorial, diseño completamente al azar, por factores, (a) los porcentajes de suplo del árido, por residuos de ladrillo, 0%, 10%, 25%, 50% y 75%, para la elaboración de cubos de mortero, cinco (5) tratamientos, incluyendo el testigo, con seis (6) repeticiones, (b) para diferentes edades de curado, 3 días, 7 días y 28 días.

**Tabla 9***Muestreo DOE Factorial*

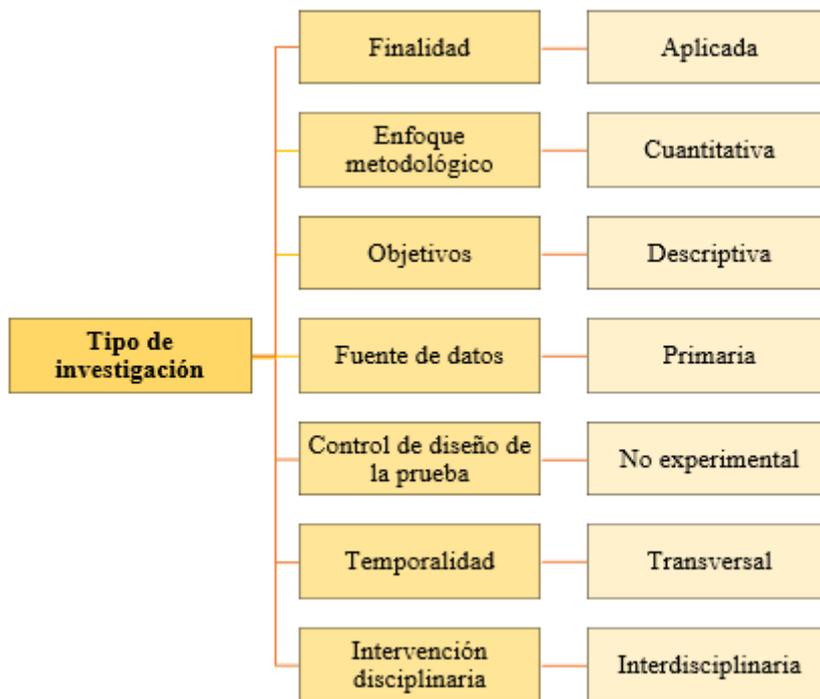
Factores: 2	% de sustitución	Edad del testigo	Corridas base
Número de niveles	5	3	15
Réplicas: 6	Bloques base: 1	Total, de bloques: 1	Total, corridas: 90

**4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación****4.3.1. Tipo de investigación**

Tiene el enfoque cuantitativo, se ha determinado la incidencia de los residuos de ladrillo, sobre la compresión, del mortero. El tipo de investigación, según su finalidad es aplicada, se han utilizado las normativas actuales, para efectuar pruebas al mortero y albañilería, a fin de validar que el mortero cemento: arena, con remplazo de arena por residuos de ladrillo, cumpla con la NTP 399.610 (INACAL, 2018).

**Figura 11**

*Tipo de Investigación*



**4.3.2. Diseño de investigación**

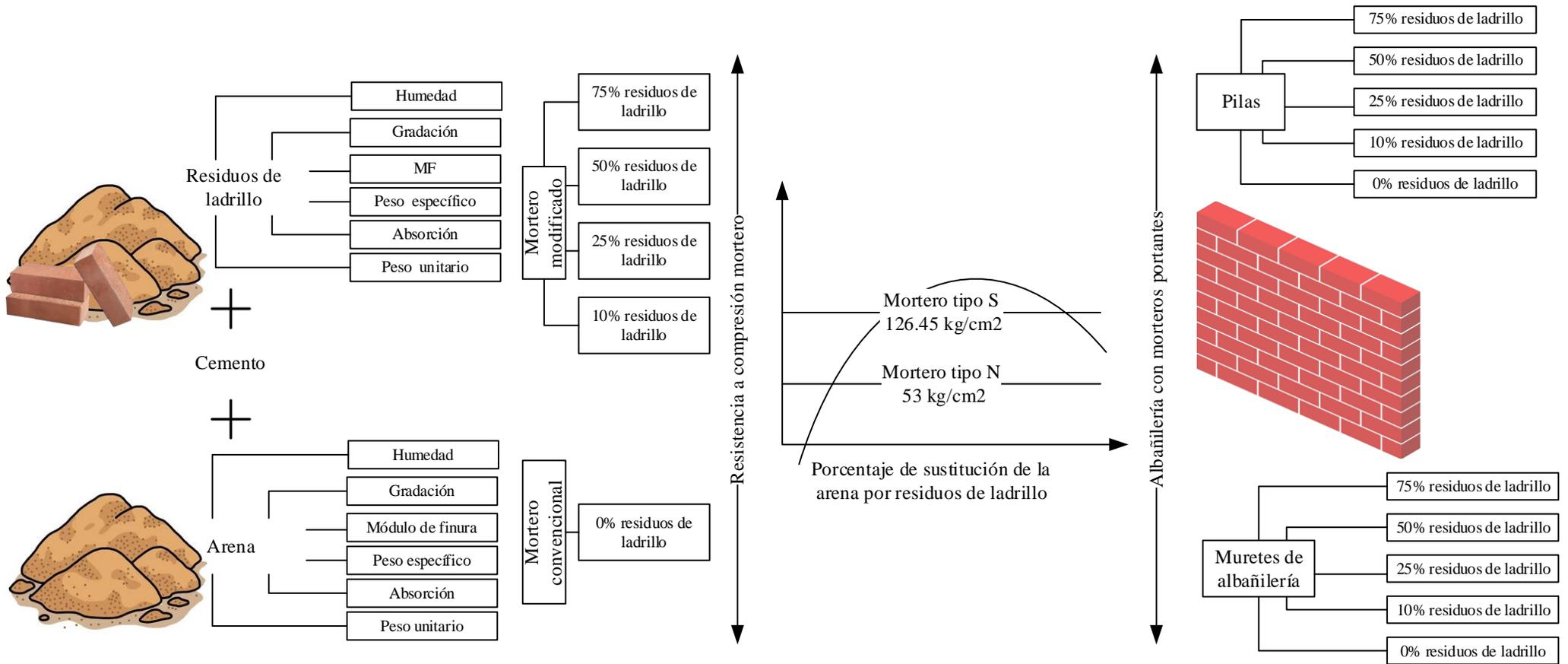
“Descriptivo, causal simple”; se tiene la muestra (M) que son los testigos de mortero cemento: arena, en dosificación 1:4, que son afectados por una causa o tratamiento (X), en este caso el remplazo del árido por residuos de ladrillo, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75%, ocasionando una consecuencia o efecto (Y), que viene a ser variación en compresión del mortero, tanto, en unidad, como en albañilería.

$$M \leftarrow XY \tag{19}$$

En la ecuación 19, M es la muestra, X el tratamiento o causa, Y la consecuencia.

**Figura 12**

*Diseño de Investigación, Descriptivo, Causal Simple*



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

##### 4.4.1. Técnicas

**Observación.** Permite visualizar de forma crítica y sistemática, los procesos de desarrollo del estudio. En este caso, principalmente, ha permitido el reciclaje de los residuos de ladrillo, por medio de la recolección, trituración y tamizado.

**Ensayos de laboratorio.** Se han realizado ensayos al mortero cemento: arena, sustituyendo el árido por residuos de ladrillo, en unidad, y en albañilería.

**Comparación.** Se han discernido los valores de resistencia determinados para el mortero cemento: arena, sustituyendo el árido por residuos de ladrillo, siendo comparados con la NTP 399.610 (INACAL, 2018a).

##### 4.4.2. Instrumentos

**Cuaderno de campo.** Medio de registro del proceso y las características físicas del residuo de ladrillo triturado reciclado, de las ladrilleras del caserío El Frutillo.

**Formatos de laboratorio.** Es el medio, que, muestra los resultados del ensayo a compresión en testigos cúbicos de mortero NTP 334.051 (INACAL, 2022), en pilas NTP 399.605 (INACAL, 2018b) y muretes de albañilería NTP 399.621 (INACAL, 2015).

**Matriz de comparación.** Resumen del cotejo entre el porcentaje de sustitución del árido por residuos de ladrillo, en la resistencia del mortero de albañilería, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018a).

#### Tabla 10

*Fuentes, Técnicas e Instrumentos*

Variable	Fuente	Técnica	Instrumento
VI Residuos de ladrillos	In situ	Observación	Cuaderno de campo
VD Mortero de albañilería	Informe de laboratorio	Ensayos de laboratorio Comparación	Formatos de laboratorio Matriz para cotejo

## 4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

### 4.5.1. Obtención de la información

#### 4.5.1.1. Reciclaje de los residuos de ladrillo

En el caserío El Frutillo, hay 75 ladrilleras, por tanto, se utilizó la fórmula de cálculo de muestra, cuando la población es finita, descrita en la investigación de Aguilar-Barojas (2005). Siendo así:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (20)$$

En la ecuación 20, para calcular la muestra  $n$ , se tiene  $N$  que es la población, en este caso igual a 75,  $Z$  que es 1.96 para un nivel de confianza del 95%,  $d$  que en este caso 5%,  $p$  es la proporción aproximada de la población que tiene la característica de análisis, siendo así se buscaba determinar cuántas de estas ladrilleras tenían desperdicios, siendo así se consideró una homogeneidad del 99%, considerando la investigación de Vásquez (2016), quien mencionaba que se debería mejorar el proceso de producción de ladrillos, ya que al ser un proceso artesanal, ocasionaba desperdicios; el valor  $q$  es  $1 - p$ .

La muestra calculada fue de 13 ladrilleras (Anexo 4), de las cuales se recolectaron los residuos de ladrillo, ladrillos que tenían quiebres, grietas, problemas geométricos o visuales, que hacían que no cumplan con los estándares que, el fabricante esperaba, por lo que, lo desechaba. Los ladrillos desechados, pasaron por un proceso de trituración manual, utilizando para ello una comba de mano, luego los residuos triturados se mezclaron, y pasaron por tamizado, verificando, así que, pasen el tamiz N° 3/8”, considerando que, este material sería el sustituto del árido.

### Figura 13

#### *Proceso de Recolección de Residuos de Ladrillo*



#### 4.5.1.2. Ensayos físicos al árido

##### NTP 339.185 (INACAL, 2021b) Humedad

- Pesar el árido natural
- Llevar al horno
- Pesar el árido seco

##### NTP 400.012 (INACAL, 2021c) Granulometría

- Lavar el árido, y separa el material que pase el tamiz N° 200.
- Pasar el árido por un juego de tamices, de mayor a menor abertura.
- Pesar el árido retenido en cada tamiz.

##### NTP 400.017 (INACAL, 2020) Peso unitario

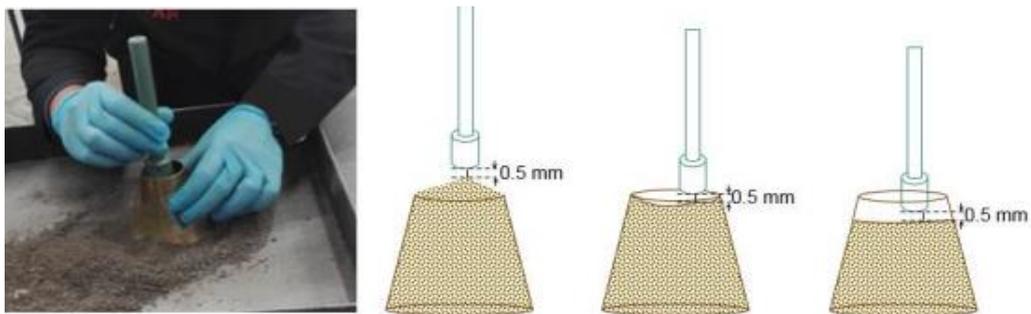
- Suelto (PUS): Colocar el árido suelto, en el depósito, pesar y calcular el volumen del depósito.
- Compactado (PUC): Colocar el árido varillado en capas, en el depósito, pesar y calcular el volumen del depósito.

NTP 400.022 (INACAL, 2021d) Peso específico y absorción

- Colocar la muestra cuarteada en una charola, y secar a temperatura constante.
- Saturar la muestra, para conseguir el estado saturado superficialmente seco (SSS). Determinar la condición SSS, por medio del molde cónico.
- Llenar el picnómetro parcialmente con agua, e ingresar el árido SSS, agitar manualmente.
- Colocar el picnómetro a baño de agua, retirar y secar. Calcular la masa.
- Retirar la muestra del picnómetro, y secar. Calcular la masa seca.
- Calcular la masa del picnómetro colmado hasta la línea de calibración.

**Figura 14**

*Compactación del Árido, para Verificar Condición SSS*



Nota: (Ayala et al., 2019).

**Figura 15**

*Condición SSS para árido, con poco o nada de material grueso*



Nota: (Ayala et al., 2019).

#### 4.5.1.3. Diseño de mezclas

La proporción base para un mortero de albañilería, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), y la norma E.070 (MVCS, 2006), es 1:4, cemento: arena, en volumen (pie<sup>3</sup>). Se ha utilizado cemento portland tipo I Pacasmayo, de peso específico 3120 kg/m<sup>3</sup>, con un contenido de 42.50 kg/bolsa, y arena de la cantera Conchán, distrito de Conchán.

**Tabla 11**

*Características del árido de Conchán*

Propiedades físicas	Arena
Humedad natural (%)	4.33
Módulo de finura	2.15
Pem (g/cm <sup>3</sup> )	2.524
SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2.558
Pea (g/cm <sup>3</sup> )	2.600
Absorción (%)	1.4
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1438
PUC (kg/m <sup>3</sup> )	1577

Nota: Las características de la arena, se han determinado mediante ensayos de laboratorio.

**Tabla 12**

*Relación Agua – Cemento*

Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua – cemento	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Nota: ACI Committee 211 (1991).

La cantidad de agua se ha determinado, según ratios dados por el ACI Committee 211 (1991). Para el estudio, se buscaba que la resistencia a compresión del mortero sea 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, entonces se determinó la relación agua/cemento (A/C), por medio de una regla de tres compuesta, verificando, que la relación A/C era 0.85.

$$\begin{array}{l}
 210 \quad \leftrightarrow \quad 0.68 \\
 126.44 \quad \leftrightarrow \quad x \\
 140 \quad \leftrightarrow \quad 0.82
 \end{array}
 ; \quad \frac{140-126.44}{0.82-x} = \frac{140-210}{0.82-0.68}; x = 0.85 \quad (21)$$

En la ecuación 21, x es la relación A/C, igual a 0.85.

Los volúmenes absolutos se han determinado, para la proporción 1:4 cemento: arena, en volumen (pie<sup>3</sup>), con relación A/C de 0.85.

$$Cemento = \frac{42.50}{3120} = 0.013622m^3 \quad (22)$$

En la ecuación 22, para determinar el volumen de cemento para la proporción 1 pie<sup>3</sup>, se ha dividido el peso de 1 bolsa de cemento 42.50 kg, entre el peso específico del cemento 3120 kg/m<sup>3</sup>.

$$AF = \frac{1438}{2524} \times 0.113267 = 0.064532m^3 \quad (23)$$

En la ecuación 23, para determinar el volumen del árido, se ha dividido el peso unitario suelto 1438 kg/m<sup>3</sup>, entre el peso específico 2524 kg/m<sup>3</sup>, y se ha multiplicado por el equivalente de la proporción 4 pie<sup>3</sup>, en m<sup>3</sup>, que es 0.113267.

$$Agua = 0.85 \times \frac{42.50}{1000} = 0.036125 m^3 \quad (24)$$

En la ecuación 24, para determinar el volumen del agua, se ha multiplicado la relación A/C, 0.85, por el peso de 1 bolsa de cemento, 42.50 kg, entre el peso específico del agua 1000 kg/m<sup>3</sup>.

$$Aire atrapado (1\%) = \frac{\sum 0.013+0.064+0.036}{100} = 0.001143 m^3 \quad (25)$$

En la ecuación 25, se ha considerado 1% de aire atrapado, al ser una mezcla solamente con árido fino, sin material grueso, para determinar el aire atrapado, se han sumado los volúmenes parciales de cemento, árido y agua, para luego dividirlo entre 100.

$$Bolsas de cemento = \frac{(\sum volumen cemento+AF+agua+aire)/42.50}{42.50} = 8.664 bls \quad (26)$$

En la ecuación 26, para determinar el número de bolsas de cemento, se han sumado los volúmenes absolutos de cemento 0.013622 m<sup>3</sup>, árido 0.06432 m<sup>3</sup>, agua 0.036125 m<sup>3</sup>, y aire 0.001143 m<sup>3</sup>, para luego dividirlos entre el peso de una

bolsa de cemento 42.50 kg (1 bolsa de cemento equivale a 1 pie<sup>3</sup>), dando el número de bolsas de cemento en kg, siendo 368.216 kg, por lo que se ha vuelto a dividir entre 42.50 kg, dando 8.664 bolsas.

Para determinar el volumen de materiales, para la proporción 1: 4 cemento: arena, por m<sup>3</sup>, se multiplica el volumen calculado por el número de bolsas de cemento 8.664 bolsas.

$$\text{Cemento} = 0.013622 \times 8.664 = 0.118 \text{ m}^3 \quad (27)$$

$$\text{AF} = 0.064532 \times 8.664 = 0.559 \text{ m}^3 \quad (28)$$

$$\text{Agua} = 0.036125 \times 8.664 = 0.313 \text{ m}^3 \quad (29)$$

Para obtener los materiales, por m<sup>3</sup>, pero en peso, se multiplica a la proporción en volumen, por el peso específico de cada material.

$$\text{Cemento} = 0.118 \times 3120 = 368.22 \text{ kg} \quad (30)$$

$$\text{AF} = 0.559 \times 2524 = 1411.16 \text{ kg} \quad (31)$$

$$\text{Agua} = 0.313 \times 1000 = 312.98 \text{ kg} \quad (32)$$

Luego, se ha realizado la corrección de los materiales por humedad y absorción.

$$\text{AF} = (\text{Peso} \times (1 + \text{humedad})) = 1472.26 \text{ kg} \quad (33)$$

En la ecuación 13, se realizó la corrección del peso del árido, multiplicando el peso inicial calculado, de 1411.16 kg, por 1 más la humedad 4.33%, dando un total, de 1472.26 kg.

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua calculada} - (\text{Humedad} - \text{Absorción}) \times \text{AF} = 269.847 \text{ lts} \quad (34)$$

En la ecuación 14, el agua efectiva, es igual a la resta del agua calculada 312.98 lts, menos, la multiplicación del peso del árido corregido 1472.26 kg, por la resta de la humedad 4.33% y la absorción 1.40%, dando 269.847 lts de agua.

Se ha estimado la cantidad de materiales, en kg, para 1 m<sup>3</sup> de mortero cemento: arena, de proporción 1:4, con relación A/C 0.85, sin y con desperdicio del 10%.

**Tabla 13**

*Materiales para 1 m<sup>3</sup> de Mortero, 1:4*

Materiales	Sin desperdicio		Con desperdicio 10%	
	Kg	m <sup>3</sup>	Kg	m <sup>3</sup>
Cemento	368.2164	0.118	405.038	0.130
Arena	1472.2640	0.538	1619.49	0.642
Agua	269.8466	0.270	296.831	0.297

Finalmente, el diseño base, en m<sup>3</sup>, se ha modificado por la sustitución del árido en peso, con residuos de ladrillo, al 0%, 10%, 25%, 50% y 75%.

**Tabla 14**

*Cantidad de Materiales para 1 m<sup>3</sup> de Mortero con Reemplazo del Árido por*

*Residuos de Ladrillo*

Mortero cemento arena 1:4, sustituyendo la arena por residuos de ladrillo en peso, según porcentaje	Residuos de ladrillo (kg)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agua (Its)
0%	0	405.038	1619.490	296.831
10%	161.949	405.038	1457.541	296.831
25%	404.873	405.038	1214.618	296.831
50%	809.745	405.038	809.745	296.831
75%	1214.618	405.038	404.873	296.831

#### 4.5.1.4. Ensayos de resistencia a compresión

- Se confeccionaron seis (6) cubos (50 mm) de mortero cemento: arena, por cada dosificación 1:4, reemplazando en parte la arena por residuos de ladrillo al 0%, 10%, 25%, 50% y 75%, a las edades de rotura de 3, 7 y 28 días, para ello se compactaron en dos capas por apisonado del compactador.

- Los cubos se curaron un día en su molde, después se retiraron y se colocaron en agua de cal hasta su prueba, según describe la NTP 334.051 (INACAL, 2022). El curado, se realizó en un tanque de almacenamiento de agua, contralando la temperatura,  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , según la NTP 339.183 (INACAL, 2021a).
- Los cubos, se ensayaron a compresión, en la máquina, de rotura de concreto, en GSE, a los 3, 7 y 28 días, según indica la NTP 334.051 (INACAL, 2022).

### **Figura 16**

#### *Elaboración de Testigos Cúbicos de Mortero*



Nota: Se utilizó un molde de madera desarmable, previo enrasado con aceite mineral, para que la mezcla no se pegue a las paredes del molde.

#### 4.5.1.5. Ensayos de albañilería

- Se han elaborado tres (3) pilas y muretes, uniendo los ladrillos King Kong de 18 huecos (marca Lark), con la dosificación de mortero convencional cemento: arena, 1:4, y con la(s) dosificación(es) consideradas más adecuadas de cemento: arena, pero sustituyendo la arena por residuos de ladrillo.
- Tanto pilas como muretes, fueron curados durante las primeras 48 horas, luego permanecieron cubiertas por bolsas plásticas, en el lugar de asentado, hasta dos días antes de realizar el ensayo.
- Los primas y muretes fueron ensayados a los 28 días.
- Para prismas, ensayados a compresión axial, se siguió el procedimiento de la NTP 399.605 (INACAL, 2018b).
- Para muretes, ensayados a corte diagonal, se ha utilizado el proceso de la NTP 399.621 (INACAL, 2015).

#### Figura 17

*Pilas, Elaboradas con Mortero Modificado por Residuos de Ladrillo*



## Figura 18

*Muretes, Elaborados con Mortero Modificado por Residuos de Ladrillo*



### **4.5.2. *Procesamiento de la información***

Para el procesamiento de la información, se ha utilizado el programa Microsoft Excel 2021, que ha permitido, plasmar los resultados, en tablas y gráficos, de descripción estadística.

### **4.5.3. *Análisis de la información***

Se ha utilizado el programa Minitab 19, para realizar el análisis estadístico de la información, considerando que, si el valor de probabilidad  $p$ , es menor a 0.05, para un nivel de confianza del 95%, se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), caso contrario, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ).

## **4.6. Matriz de consistencia metodológica**

Anexo 1.

## CAPÍTULO V.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

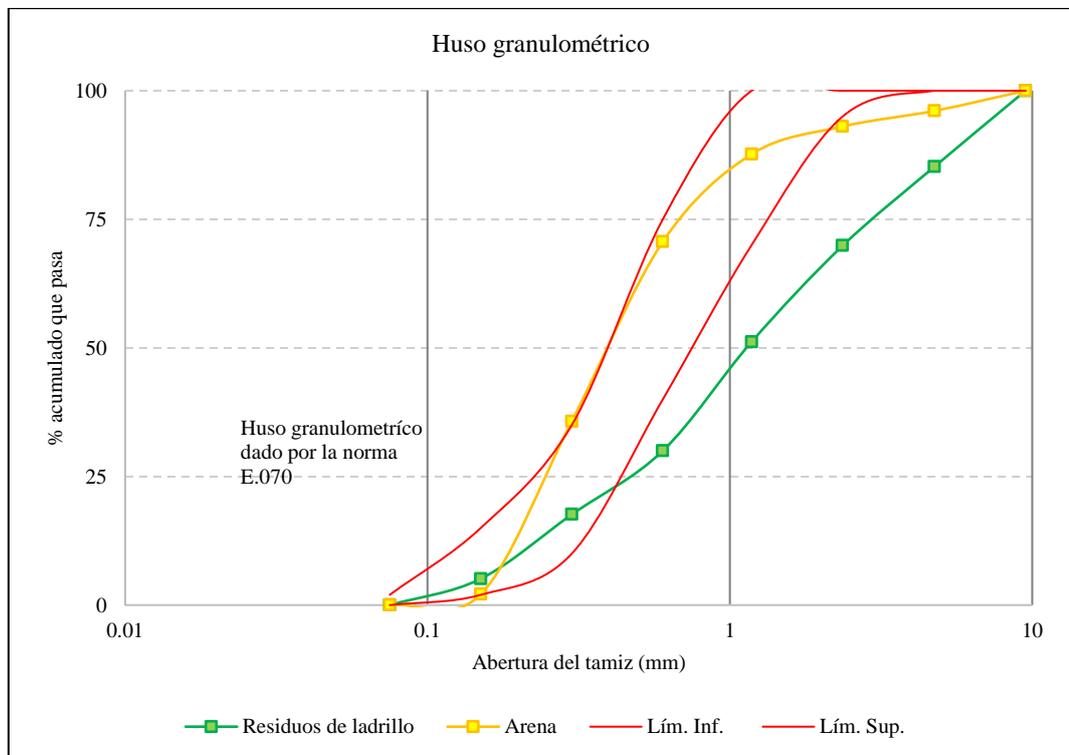
#### 5.1. Presentación de resultados

##### 5.1.1. Propiedades de la materia prima

La arena de Conchán, cumple con el huso granulométrico, dado en la norma E.070 (MVCS, 2021), para su uso en mortero, así mismo, tiene MF de 2.15, por lo que se encuentra en el rango de 1.60 a 2.50, dado en la norma E.070 (MVCS, 2021), lo contrario, pasa con los residuos de ladrillo triturado, obtenidos de las ladrilleras del caserío El Frutillo, que cumplen parcialmente con la curva de gradación, y no cumple con el módulo de finura, siendo 3.41, valor mayor al límite superior de 2.50, no obstante, esto se subsana previo tamizado del material.

**Figura 19**

*Huso Granulométrico de los Áridos, para Mortero*



La humedad natural, de la arena de Conchán es 4.33%, en cambio, los residuos de ladrillo triturado, obtenidos de las ladrilleras del caserío El Frutillo, tienen 3.84% de humedad, el árido tiene mayor volumen de agua en su masa, que los residuos de ladrillo triturado, sin embargo, ambos áridos (natural y reciclado) tienen el mismo porcentaje de absorción 1.40%, es decir son capaces de asimilar el mismo volumen de agua, al estar en contacto con esta. El Peso específico de masa, de la arena es 2.524 g/cm<sup>3</sup>, mientras que, los residuos de ladrillo, tienen 2.170 g/cm<sup>3</sup> de peso específico de masa, por tanto, la arena aparentemente es más densa que el árido reciclado, pero esto significa que, se requiere menor cantidad de residuos de ladrillo (2170 kg), para ocupar 1 m<sup>3</sup>, mientras que, para llenar 1 m<sup>3</sup> de arena, será necesario 2524 kg del árido natural, en el caso del estudio, se ha planteado la sustitución de la arena por residuos de ladrillo, respecto al peso del árido natural. El peso unitario suelto (PUS), es menor que el compactado (PUC), tanto para el árido, como para los residuos triturados de ladrillo, la arena tiene PUS de 1438 kg/m<sup>3</sup>, y PUC de 1577 kg/m<sup>3</sup>, mientras que los residuos de ladrillo tienen PUS de 1160 kg/m<sup>3</sup>, y PUC de 1312 kg/m<sup>3</sup>; siendo así, el árido natural es más pesado, que el árido reciclado, por unidad de volumen.

**Tabla 15**

*Áridos, para Mortero*

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Residuos de ladrillo</b>	<b>Arena</b>
Humedad natural (%)	3.84	4.33
Módulo de finura	3.41	2.15
Peso específico de masa (g/cm <sup>3</sup> )	2.17	2.524
Peso específico de masa SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2.2	2.558
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.6	2.6
Absorción (%)	1.4	1.4
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1160	1438
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1312	1577

### 5.1.2. Mortero, en unidad

#### 5.1.2.1. Mortero, con 0% de sustitución de árido por residuos de ladrillo

El mortero sin sustitución de árido por residuos de ladrillo, tiene 33.0, 51.0 y 115.9 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a los 3, 7 y 28 días, no superando los requerimientos de un mortero tipo S (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), pero si de un tipo N (55 kg/cm<sup>2</sup>).

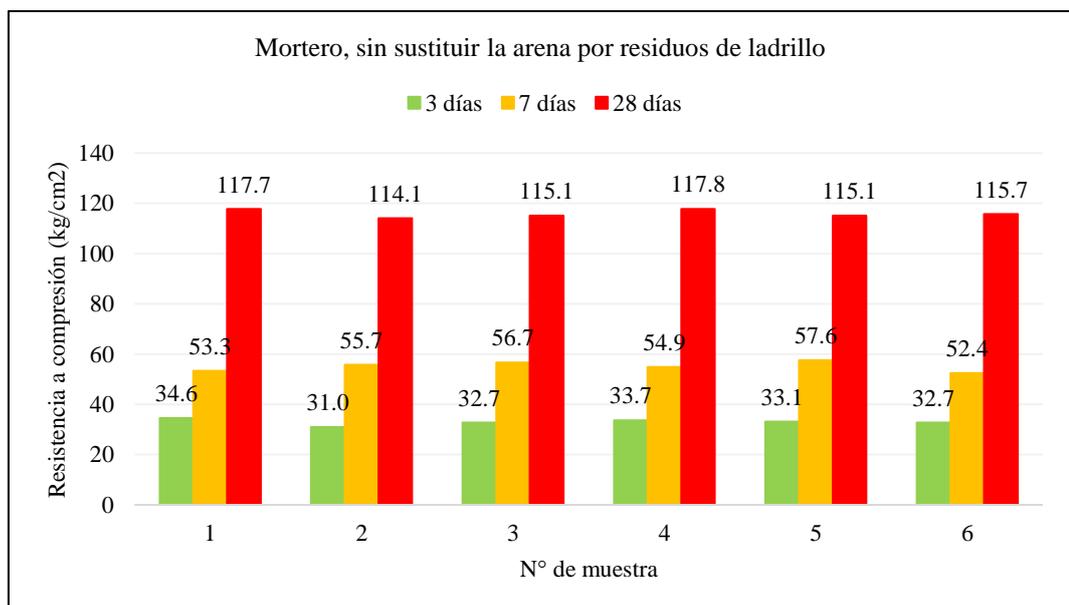
**Tabla 16**

*Mortero, 0% Residuos de Ladrillo*

Muestra (kg/cm <sup>2</sup> )	Días de rotura		
	3	7	28
1	34.6	53.3	117.7
2	31.0	55.7	114.1
3	32.7	56.7	115.1
4	33.7	54.9	117.8
5	33.1	57.6	115.1
6	32.7	52.4	115.7
Media	33.0	55.1	115.9
D.E	1.2	2.0	1.5
CV.	3.6	3.6	1.3

**Figura 20**

*Mortero, 0% Residuos de Ladrillo*



### 5.1.2.2. Mortero, con 10% de sustitución de árido por residuos de ladrillo

El mortero con 10% de sustitución de árido por residuos de ladrillo, tiene 34.6, 69.5 y 126.5 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a los 3, 7 y 28 días, superando los requerimientos de un mortero tipo S (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), dado en la NTP 399.610 (INACAL, 2018).

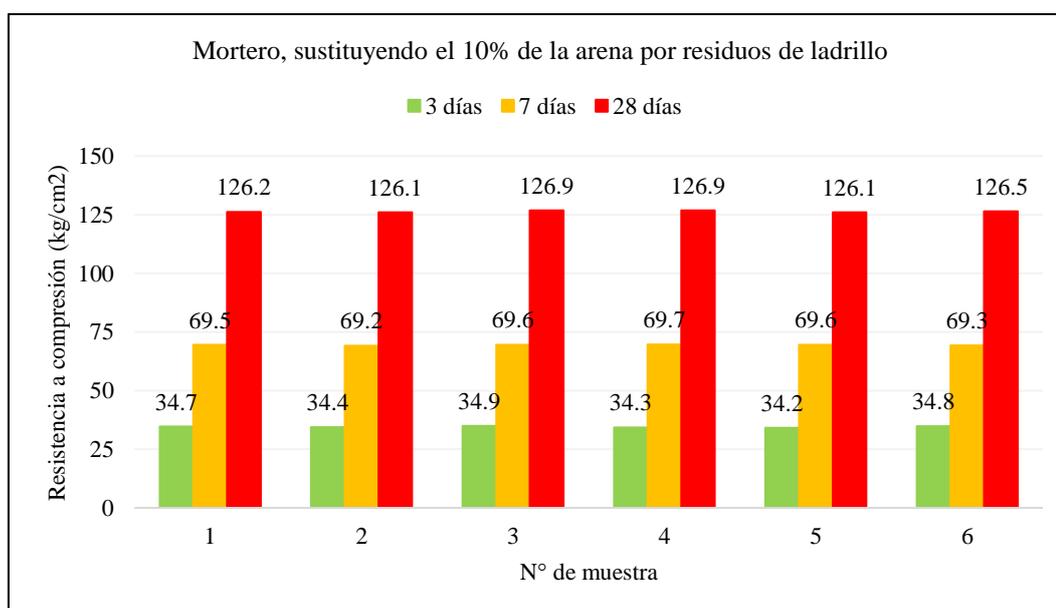
**Tabla 17**

*Mortero, 10% Residuos de Ladrillo*

Muestra (kg/cm <sup>2</sup> )	Días de rotura		
	3	7	28
1	34.7	69.5	126.2
2	34.4	69.2	126.1
3	34.9	69.6	126.9
4	34.3	69.7	126.9
5	34.2	69.6	126.1
6	34.8	69.3	126.5
Media	34.6	69.5	126.5
D.E	0.3	0.2	0.4
CV.	0.8	0.3	0.3

**Figura 21**

*Mortero, 10% Residuos de Ladrillo*



### 5.1.2.3. Mortero, con 25% de sustitución de árido por residuos de ladrillo

El mortero con 25% de sustitución de árido por residuos de ladrillo, tiene 33.8, 57.8 y 80.6 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a los 3, 7 y 28 días, no llegando a superar los requerimientos de un mortero tipo S (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), pero si de un tipo N (55 kg/cm<sup>2</sup>), dado en la NTP 399.610 (INACAL, 2018).

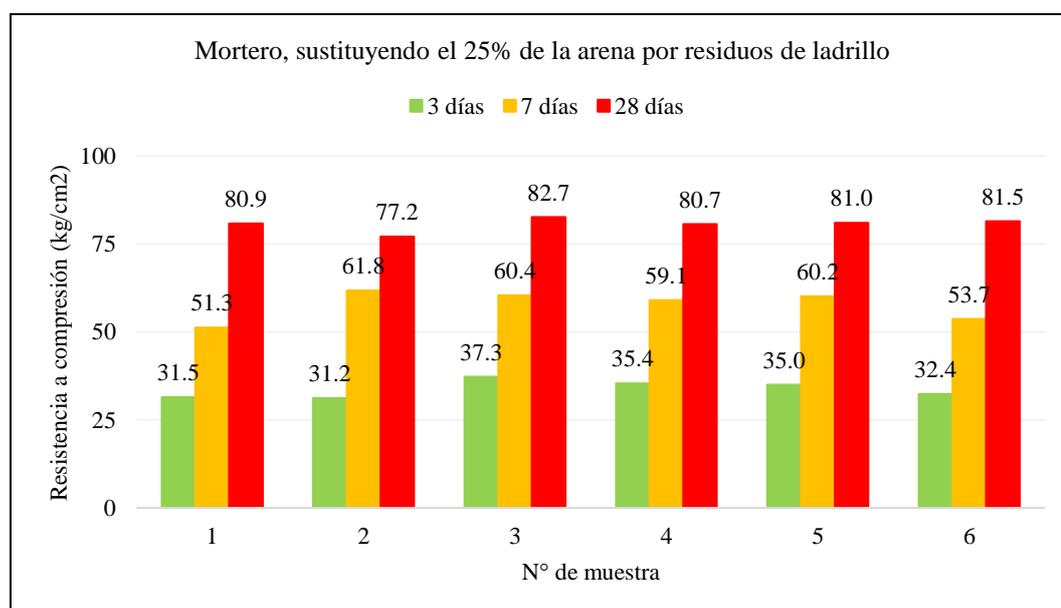
**Tabla 18**

*Mortero, 25% Residuos de Ladrillo*

Muestra (kg/cm <sup>2</sup> )	Días de rotura		
	3	7	28
1	31.5	51.3	80.9
2	31.2	61.8	77.2
3	37.3	60.4	82.7
4	35.4	59.1	80.7
5	35.0	60.2	81.0
6	32.4	53.7	81.5
Media	33.8	57.8	80.6
D.E	2.5	4.2	1.8
CV.	7.3	7.3	2.3

**Figura 22**

*Mortero, 25% Residuos de Ladrillo*



#### 5.1.2.4. Mortero, con 50% de sustitución de árido por residuos de ladrillo

El mortero con 50% de sustitución de árido por residuos de ladrillo, tiene 36.3, 47.0 y 57.4 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a los 3, 7 y 28 días, no llegando a superar los requerimientos de un mortero tipo S (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), pero si de un tipo N (55 kg/cm<sup>2</sup>), dado en la NTP 399.610 (INACAL, 2018).

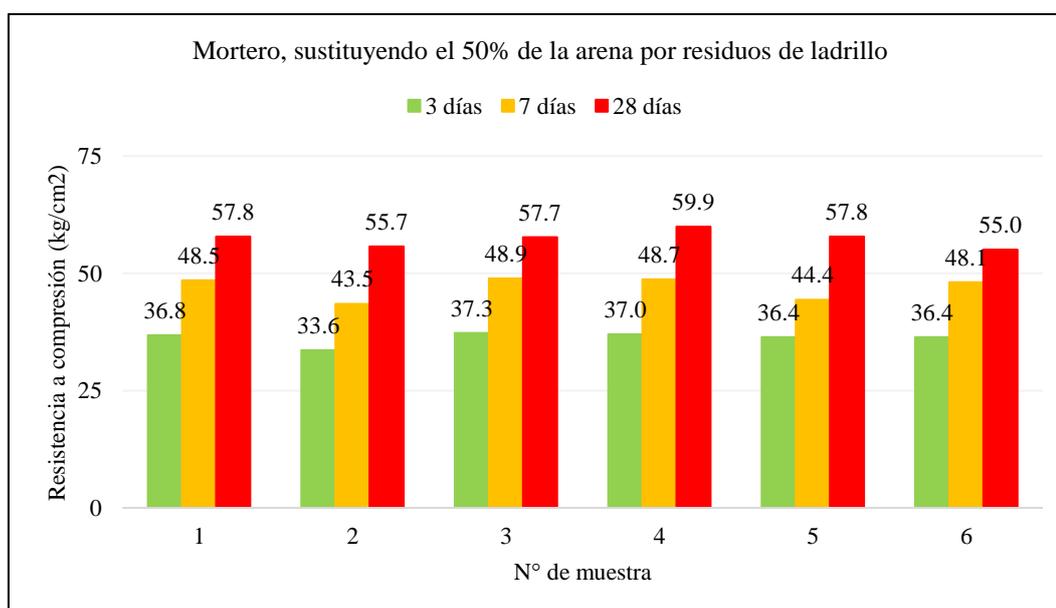
**Tabla 19**

*Mortero, 50% Residuos de Ladrillo*

Muestra (kg/cm <sup>2</sup> )	Días de rotura		
	3	7	28
1	36.8	48.5	57.8
2	33.6	43.5	55.7
3	37.3	48.9	57.7
4	37.0	48.7	59.9
5	36.4	44.4	57.8
6	36.4	48.1	55.0
Media	36.3	47.0	57.4
D.E	1.3	2.4	1.7
CV.	3.7	5.1	3.0

**Figura 23**

*Mortero, 50% Residuos de Ladrillo*



### 5.1.2.5. Mortero, con 75% de sustitución de árido por residuos de ladrillo

El mortero con 75% de sustitución de árido por residuos de ladrillo, tiene 18.4, 32.8 y 39.9 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a los 3, 7 y 28 días, no llegando a superar los requerimientos de un mortero tipo S (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), ni tipo N (55 kg/cm<sup>2</sup>), pero si de un tipo O (24.50 kg/cm<sup>2</sup>), dado en la NTP 399.610 (INACAL, 2018).

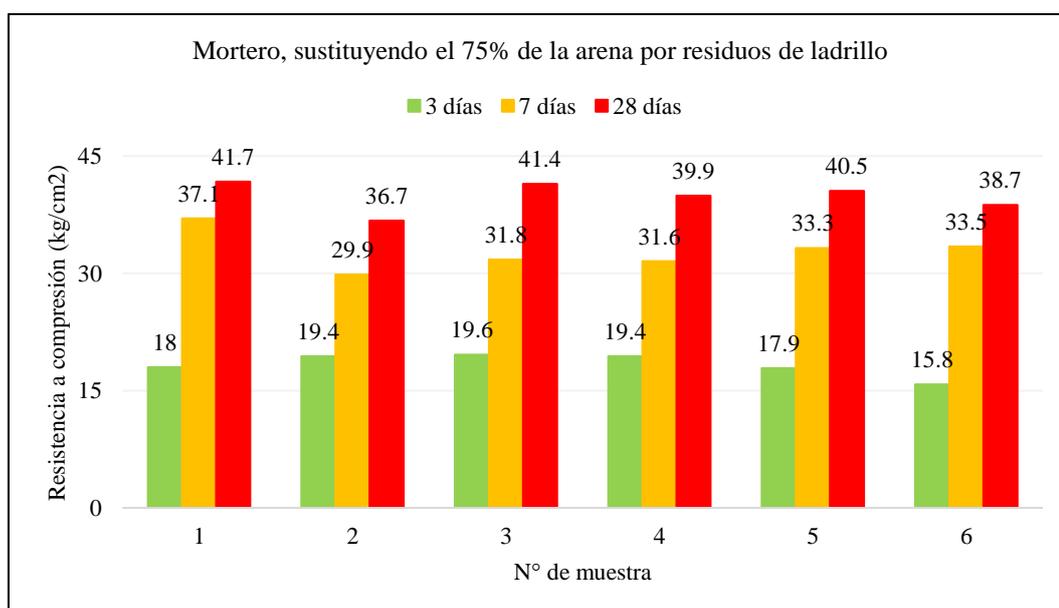
**Tabla 20**

*Mortero, 75% Residuos de Ladrillo*

Muestra (kg/cm <sup>2</sup> )	Días de rotura		
	3	7	28
1	18	37.1	41.7
2	19.4	29.9	36.7
3	19.6	31.8	41.4
4	19.4	31.6	39.9
5	17.9	33.3	40.5
6	15.8	33.5	38.7
Media	18.4	32.8	39.9
D.E	1.5	2.5	1.9
CV.	7.9	7.5	4.7

**Figura 24**

*Mortero, 75% Residuos de Ladrillo*



#### 5.1.2.6. Mortero con sustitución de árido por residuos de ladrillo

El mortero con remplazo de árido por residuos de ladrillo triturado (TMN 3/8#”), incrementa su resistencia a compresión con el paso de los días; a los 3 días, los testigos alcanzan 33, 34.6, 33.8, 36.3 y 18.4 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días alcanzan, 55.1, 69.5, 57.8, 47 y 32.8 kg/cm<sup>2</sup>, y, a los 28 días, logran las mayores resistencias a compresión, con 115.9, 126.5, 80.6, 57.4 y 39.9 kg/cm<sup>2</sup>, para los testigos con 0%, 10%, 25%, 50% y 75% de residuos de ladrillo, respectivamente. A los 3 días de edad, los testigos que logran mayor resistencia se han elaborado con 10%, 25% y 50% de residuos de ladrillo, estos morteros, logran el 27.32%, 41.92% y 63.20%, respectivamente, de su resistencia a compresión a los 28 días, siendo el mayor valor a compresión para el mortero con 50% de residuos de ladrillo (36.3 kg/cm<sup>2</sup>), lo que significa que al remplazar la arena por residuos de ladrillo, este material, logra que el mortero alcance su resistencia máxima en menor tiempo; así mismo, a los 7 días, si bien, los testigos con mayores resistencia siguen siendo aquellos que, tienen 10%, 25% y 50% de residuos de ladrillo; los testigos con 25%, 50% y 75% de residuos de ladrillo, representan el 71.63%, 81.97% y 82.34%, respectivamente, de la resistencia de estos morteros, a los 28 días, lo que significa que a mayor cantidad de residuos de ladrillo en la mezcla, este alcanza su máxima resistencia en menor tiempo, sin embargo, el porcentaje con el que se adquiere mayor resistencia a los 7 días es el mortero con 10% de residuos de ladrillo, esto mismo, sucede con los testigos a los 28 días, donde los morteros con 0%, 10% y 25% de residuos de ladrillo, adquieren mayores resistencias, en comparación con los otros testigos, pero es el mortero con 10% de residuos de ladrillo, que resalta con 126.5 kg/cm<sup>2</sup>, con esto se ha concluido que si bien el mortero adquiere resistencia cercanas a su máxima a menor edad (3 días), con el paso de los días,

el aumento es menor, debido a que cuando se agrega más del 10% de residuos de ladrillo, la resistencia empieza a disminuir, siendo así solo se logra un acrecentamiento de la resistencia en el mortero convencional, con los testigos que tienen 10% de remplazo del árido por residuos de ladrillo.

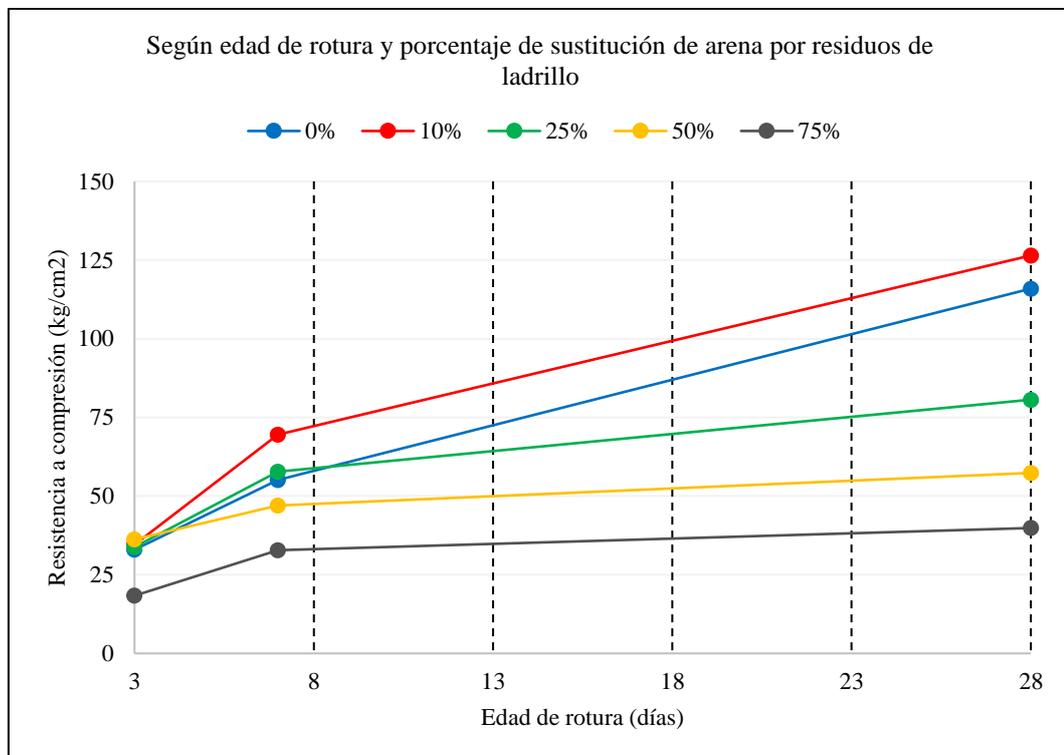
**Tabla 21**

*Mortero, Sustituyendo la Arena por Residuos de Ladrillo*

Porcentaje de residuos de ladrillo	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) según días de rotura		
	3	7	28
0%	33.0	55.1	115.9
10%	34.6	69.5	126.5
25%	33.8	57.8	80.6
50%	36.3	47.0	57.4
75%	18.4	32.8	39.9

**Figura 25**

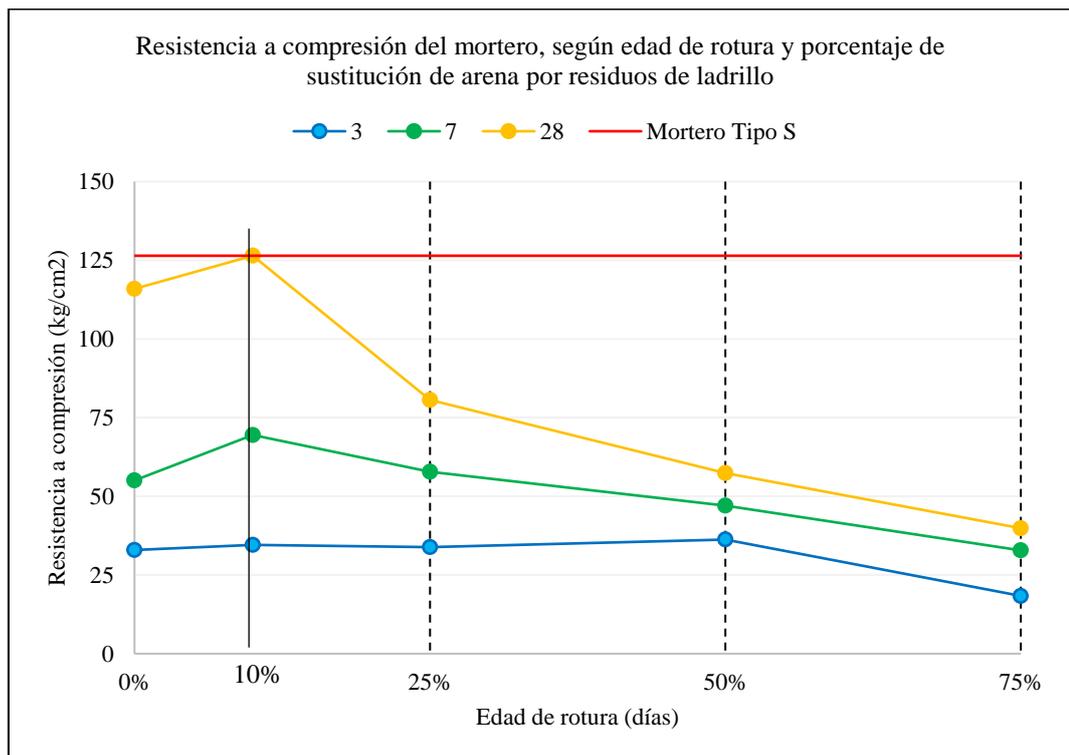
*Resistencia a Compresión del Mortero, Según Edad*



El mortero convencional, con 0%, y los morteros con 25%, 50% y 75% de residuos de ladrillo, no cumplen con los requerimientos para mortero tipo S, representan el 91.68%, 63.77%, 45.36% y 31.52% de la resistencia a compresión requerida (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), respectivamente. Mientras que, el mortero con 10% de residuos de ladrillo, cumple con la NTP 399.610 (INACAL, 2018), para un mortero tipo S. Los morteros con 0%, 10%, 25%, 50% y 75% de residuos de ladrillo, representan el 231.8%, 252.9%, 161.3%, 114.7% y 79.7% de la resistencia para un mortero tipo N (50 kg/cm<sup>2</sup>), respectivamente, por tanto, todos cumplen con los requerimientos de la NTP 399.610 (INACAL, 2018), para este tipo de morteros, a excepción del mortero con 75% de residuos de ladrillo, cuya resistencia, solo cumple para un mortero tipo O (24.5 kg/cm<sup>2</sup>), mortero de pega para muros no portantes.

**Figura 26**

*Resistencia a Compresión del Mortero, Sustituyendo la Arena por Residuos de Ladrillo*



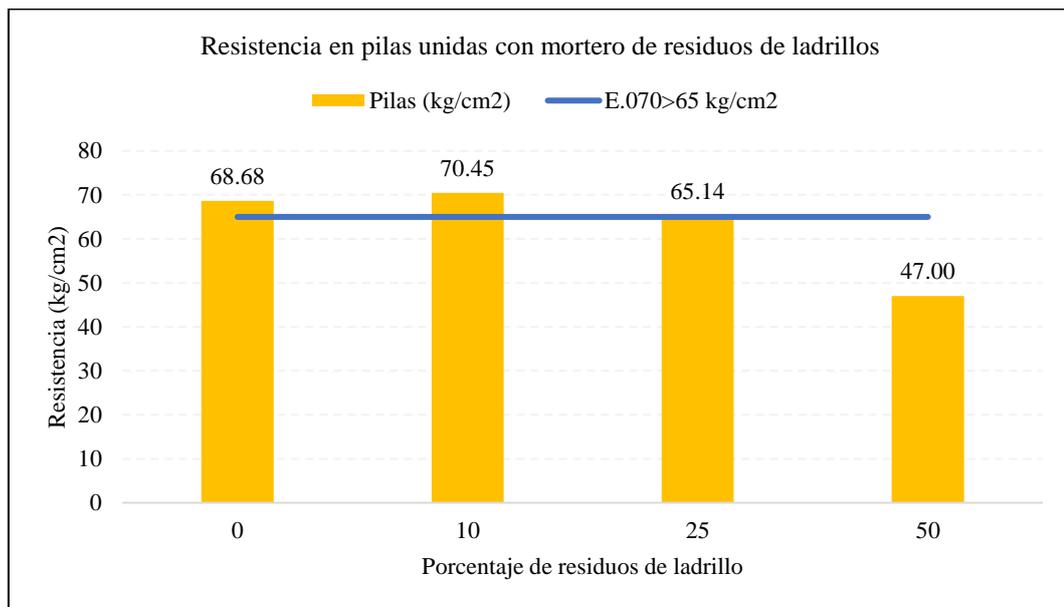
### **5.1.3. Mortero, en albañilería**

Las pilas y muretes, según la norma E.070 deben superar las resistencias de 65 y 8.10 kg/cm<sup>2</sup>, debido a que, se han hecho con ladrillos King Kong Industrial de 140 kg/cm<sup>2</sup>, de resistencia a compresión, y se han unido con mortero 1:4, sustituyendo la arena por residuos de ladrillo al 0%, 10%, 25% y 50%. El mortero con 10% de residuos de ladrillo de El Frutillo, se clasifica como tipo S, en cambio los morteros con 0%, 25% y 50% de residuos de ladrillo se clasifican como tipo N, siendo el mortero convencional, sin residuos de ladrillo, el que tiene mayor cercanía con el mortero tipo S, debido a que representa el 91.68% de la resistencia requerida (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), siendo así, todos los morteros utilizados para el asentamiento de pilas y muretes, se clasifican como morteros portantes, según la norma E.070 (MVCS, 2006).

Las pilas, asentadas con mortero al 0%, 10%, 25% y 50% de residuos de ladrillo, obtienen valores de 68.68, 70.45, 65.14, y 47 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, las pilas que, logran superar la resistencia a compresión axial mínima (MVCS, 2006), son aquellas que se han asentado con mortero convencional, sin residuos de ladrillo (0%), con 10% y 25% de residuos de ladrillo, mortero clasificados como N, S y N respectivamente, a pesar de que el mortero con 50% de residuos de ladrillo alcanza la clasificación para morteros portantes, al no tener firmeza similar a la de la unidad de albañilería, ha generado que la pila, tenga menor resistencia, por lo que no cumple con la norma E.070 (MVCS, 2006), y no puede ser utilizado para el asentado de muros portantes, caso contrario, debería ser utilizado para muros de separación. Las pilas con mayor resistencia son aquellas que, han sido asentadas con mortero 1:4, sustituyendo la arena por 10% de residuos de ladrillo.

**Tabla 22***Pilas Asentadas con Mortero de Residuos de Ladrillos*

Pilas (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de residuos de ladrillo			
	0	10	25	50
1	68.86	70.50	65.18	45.86
2	68.35	70.40	65.10	45.32
3	68.82	70.45	65.15	49.82
Promedio	68.68	70.45	65.14	47.00
Desviación estándar	0.28	0.05	0.04	2.46
V'm	68.39	70.40	65.10	44.54

**Figura 27***Pilas Asentadas con Mortero de Residuos de Ladrillos*

Los muretes, asentados con mortero al 0%, 10%, 25% y 50% de residuos de ladrillo, obtienen valores de 8.33 kg/cm<sup>2</sup>, 8.39 kg/cm<sup>2</sup>, 8.12 kg/cm<sup>2</sup>, y 6.10 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, los muretes que, logran superar la resistencia a corte diagonal (MVCS, 2006), son aquellas que se han asentado con mortero convencional, sin residuos de ladrillo (0%), con 10% y 25% de residuos de ladrillo, mortero clasificados como N, S y N respectivamente, a pesar de que el mortero con 50%

de residuos de ladrillo alcanza la clasificación para morteros portantes, al no tener firmeza similar a la de la unidad de albañilería, ha generado que el murete, tenga menor resistencia al corte diagonal, por lo que no cumple con la norma E.070 (MVCS, 2006), y no puede ser utilizado para el asentado de muros portantes, caso contrario, debería ser utilizado para muros de separación. Los muretes con mayor resistencia son aquellos que, han sido asentados con mortero 1:4, sustituyendo la arena por 10% de residuos de ladrillo.

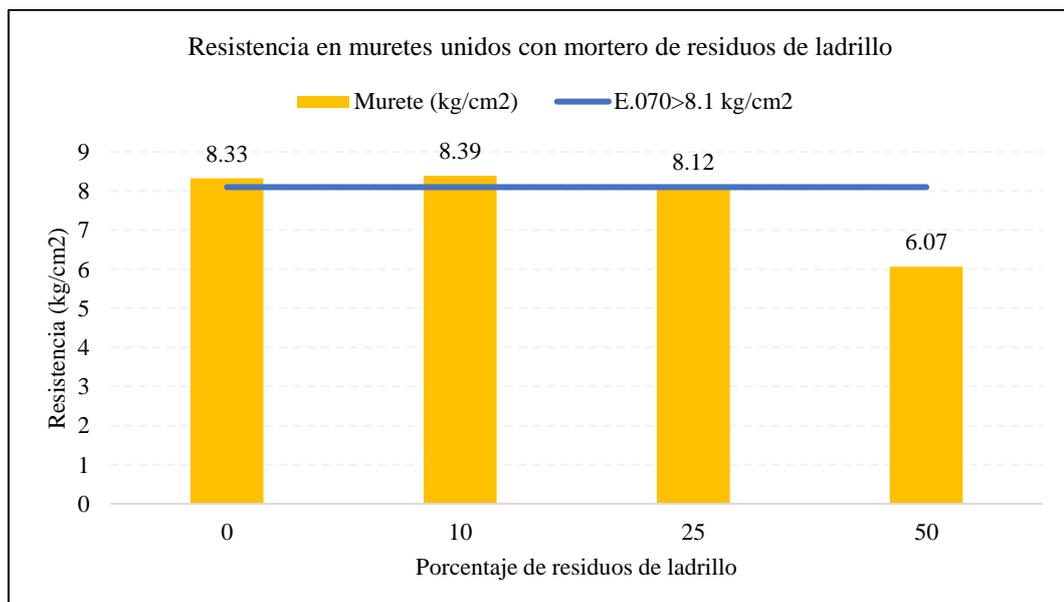
**Tabla 23**

*Muretes Asentados con Mortero de Residuos de Ladrillos*

Murete (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de residuos de ladrillo			
	0	10	25	50
1	8.30	8.35	8.10	6.00
2	8.36	8.40	8.14	6.10
3	8.32	8.42	8.12	6.10
Promedio	8.33	8.39	8.12	6.07
Desviación estándar	0.03	0.04	0.02	0.06
V'm	8.30	8.35	8.10	6.01

**Figura 28**

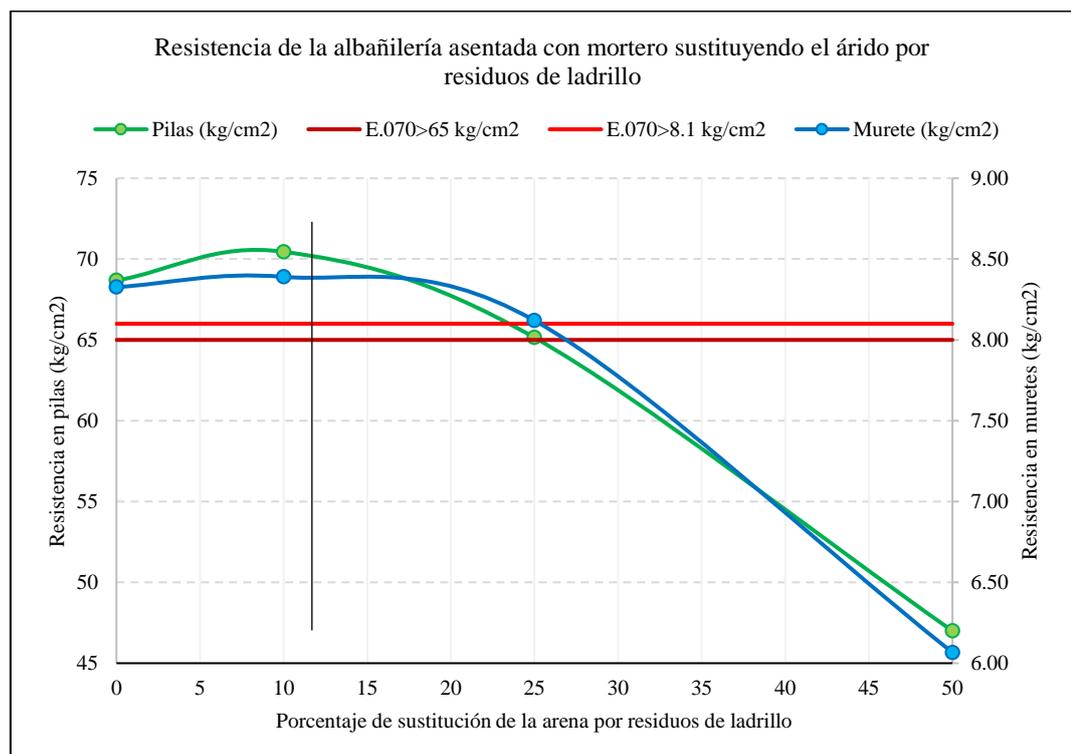
*Muretes Asentados con Mortero de Residuos de Ladrillos*



Si bien pilas y muretes asentadas con mortero 1:4, sustituyendo la arena por 0% y 25% de residuos de ladrillo, alcanzan a cumplir con la norma E.070 (MVCS, 2006), representan el 105.66% y 100.22% de la resistencia esperada en pilas (65 kg/cm<sup>2</sup>), y el 102.80 y 100.25% de la resistencia esperada en muretes, respectivamente, mientras que, el mortero con 10% de residuos de ladrillo, representa el 108.38% de la resistencia en pilas y el 103.58% de la resistencia en muretes. La dosificación con mejores características en pilas y muretes, es el mortero 1:4 cemento: arena, sustituyendo el 10% de la arena por residuos de ladrillo, debido a que no solo cumple con las características para un mortero tipo S, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), sino, además, supera los requerimientos de la norma E.070 (MVCS, 2006) en albañilería, para su uso en muros portantes.

**Figura 29**

*Resistencia, Albañilería Asentada con Mortero Modificado por Sustitución del Árido con Residuos de Ladrillo*



## 5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Se ha elaborado mortero con cemento Portland Tipo I Pacasmayo y arena de la cantera Conchán – Chota, con la dosificación 1:4, y la relación A/C 0.85, sustituyendo el 0%, 10%, 25%, 50% y 75% del peso de la arena por residuos de ladrillo triturados (pasa tamiz 3/8”), recolectados de trece (13) de las setenta y cinco (75) ladrilleras del caserío El Frutillo, distrito de Bambamarca. Zhao et al. (2021) Zhu y Zhu (2020), Tremiño et al. (2021), Lam et al. (2021) y Li et al. (2019) determinaron que, al utilizar los residuos de ladrillos de arcilla, en remplazo del cemento la resistencia del mortero disminuía, en cambio sí se usaba como sustituto de la arena, la resistencia del mortero mejoraba, esto se debe a que, si bien los residuos de ladrillo tienen similares características que la arena, los residuos tienen textura más gruesa, distribución o gradación similar al uso del árido para concreto NTP 400.037 (INACAL, 2021e) y no similar al de mortero (MVCS, 2006), como la arena de Conchán; los residuos de ladrillo tienen el 88.68% de la humedad de la arena (4.33%), el 158.60% del módulo de finura del árido (2.15), el 85.97% del peso específico de masa de la arena (2.524 g/cm<sup>3</sup>), el 100% de la absorción del árido (1.40%), es decir tienen el mismo porcentaje de absorción, y el 80.67% del peso unitario suelto de la arena (1438 kg/cm<sup>3</sup>).

**Tabla 24**

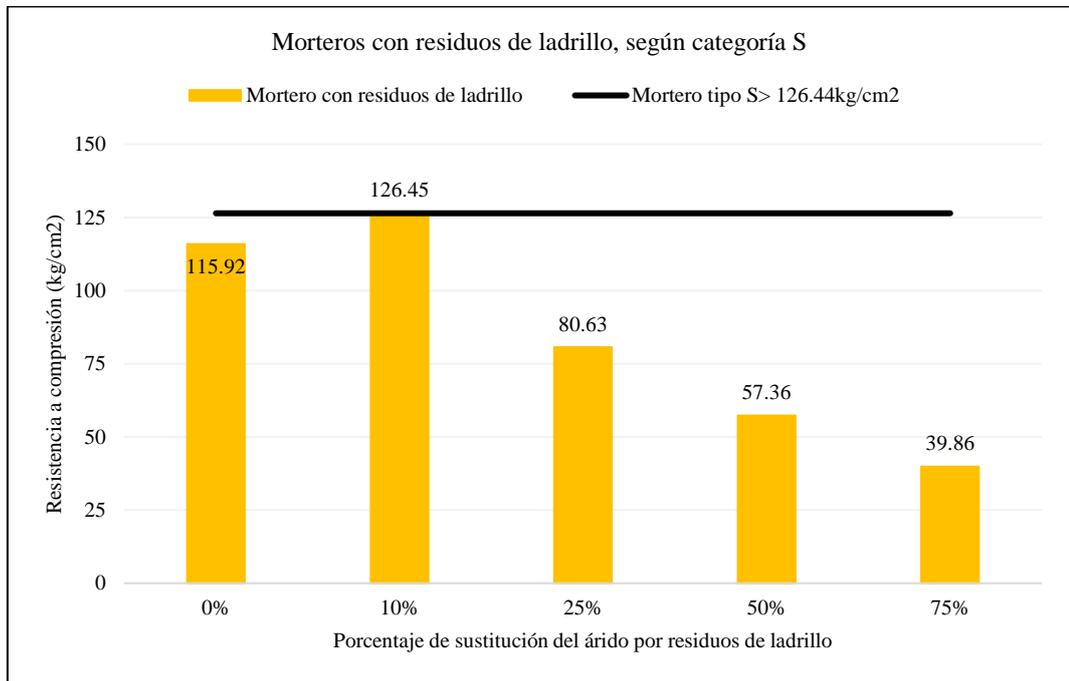
*Características de los Residuos de Ladrillo*

Propiedades físicas	Residuos de ladrillo	Arena	Porcentaje que representa el residuo respecto a la arena
Humedad natural (%)	3.84	4.33	88.68
Módulo de finura	3.41	2.15	158.60
Pem (g/cm <sup>3</sup> )	2.17	2.524	85.97
Absorción (%)	1.4	1.4	100.00
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1160	1438	80.67

El mortero modificado con residuos de ladrillo, logra un acrecentamiento en su resistencia a menor edad de rotura, tal como Tebbal y Rahmouni (2019) determinaron que, al incrementar la incorporación de residuos de ladrillo en el mortero, el mortero alcanza, mayores resistencias a una edad temprana, no obstante, la resistencia a los 28 días, se incrementa hasta un porcentaje de remplazo de la arena por residuos de ladrillo del 10%, luego disminuye, por lo que, la única mezcla que cumple con la NTP 399.610 (INACAL, 2018), para mortero tipo S (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), es la mezcla con 10% de residuos de ladrillo, el mortero con 75% de residuos de ladrillo se clasifica como tipo O (24.5 kg/cm<sup>2</sup>), por lo que su uso se limita a muros de separación y/o tabiquería, mientras que, los morteros con 0%, 25% y 50% de residuos de ladrillo, se clasifican como mortero tipo N (55 kg/cm<sup>2</sup>), por lo que, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), pueden ser usados en muros portantes, pero Corinaldesi y Moriconi (2009), resaltan que, se espera que el mortero de pega, alcance dureza similar a la de la unidad de albañilería, que está adhiriendo, para formar el muro; lo que, se evidencia al realizar los ensayos de pila y murete de ladrillos King Kong industrial, donde el mortero con 50% a pesar de ser clasificado como tipo N, no logra, superar la resistencia en pilas (65 kg/cm<sup>2</sup>) y muretes (8.10 kg/cm<sup>2</sup>), así mismo, la albañilería con 0% y 25% logra superar el mínimo especificado, pero, el mortero con 10% de residuos de ladrillo, alcanza mayores características mecánicas en unidad y en albañilería, Ortega et al. (2018) también concluyeron que el uso de 10% de residuos de ladrillo en el mortero, presenta mejores características a corto y largo plazo, que los morteros convencionales.

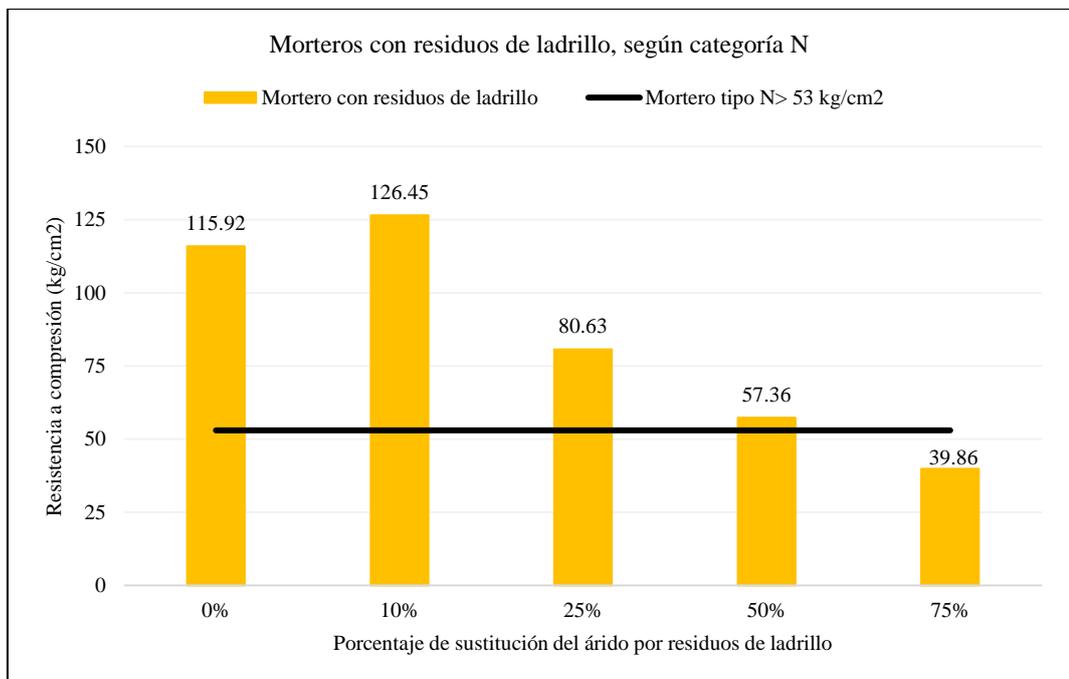
**Figura 30**

*Mortero con Residuos de Ladrillo, Categoría S*



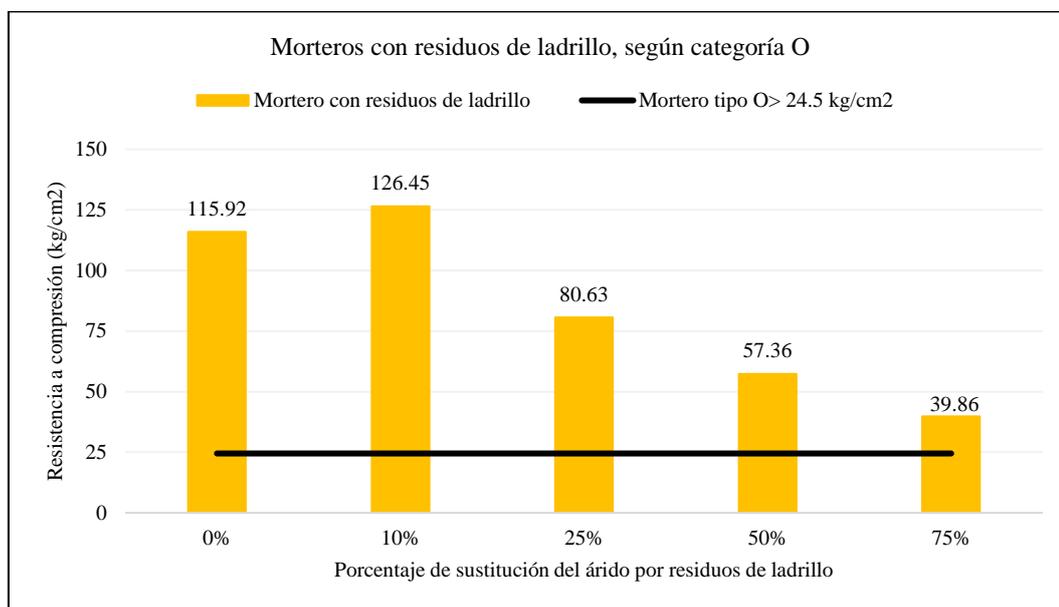
**Figura 31**

*Mortero con Residuos de Ladrillo, Categoría N*



**Figura 32**

*Mortero con Residuos de Ladrillo, Categoría O*



Hidalgo (2020) utilizó residuos de ladrillo, como suplo del árido para mortero, alcanzando resistencias mayores a 60 kg/cm<sup>2</sup>, no obstante, en la investigación, se han logrado mayores resistencias, esto debido a que, Hidalgo (2020) utilizó residuos de ladrillo, obtenidos de viviendas demolidas, mientras que, en este caso, los residuos de ladrillo, se obtuvieron de la trituración de unidades desechadas, en las ladrilleras del caserío El Frutillo. Mansoor et al. (2022) determinaron que al usar 15% de polvo de desecho de ladrillo, en la elaboración de mortero, se alcanza mayor resistencia que con otros porcentajes, no obstante, las resistencias que logran son menores a la del estudio, en cambio Li et al. (2020) y Hernandez y Acevedo (2021) verificaron que al usar 20% de polvo de ladrillo reciclado para mortero, la resistencia aumentaba hasta 190.58 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incluso mayor resistencia que, en el presente estudio, que con 10% de residuos de ladrillo se ha alcanzado 126.45 kg/cm<sup>2</sup>, esto se debe a la gradación utilizada, mientras que Hernández y Acevedo (2021) han usado polvo de ladrillo (tamiz N° 200), en el

estudio, se ha usado residuos granulares de ladrillo (tamiz N° 4). Zarate et al. (2021) determinó que con 25% de residuos de ladrillo, se puede obtener mortero con 76.50 kg/cm<sup>2</sup>, siendo similar a la firmeza alcanzada para el mortero con 25% de residuos de ladrillo de El Frutillo, que logro 80.60 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a compresión, sin embargo, sigue teniendo mejores características mecánicas el mortero con 10% de residuos de ladrillo de El Frutillo. Naciri et al. (2022) determinaron que se podía adicionar hasta 66% de polvo de ladrillo, obteniendo morteros más adherentes, no obstante, para ello el mortero también tenía otros aditivos como yeso y cal, o en defecto tener morteros base más resistentes como Cabanillas (2019), Mantilla (2018), Ruiz (2020), Baca (2019), Chávez et al. (2019). Nasr et al. (2020) determinaron que se puede remplazar el 100% del árido por residuos de ladrillos de arcilla, y seguir obteniendo un mortero que pueda ser utilizado como material de asentado de ladrillos para muros no portantes, no obstante, si se desea que su fin sea estructural, solo recomiendan remplazar el 10% de la arena por residuos de ladrillo, tal como, se ha verificado con el uso de residuos de ladrillos de El Frutillo; finalmente, se ha concluido, tal como expresa, Hwang et al. (2019), que, hay potencial del uso de los residuos de ladrillo como materiales precursores y agregados finos al producir mortero.

**Tabla 25**

*Resistencias Características del Mortero con Residuos de Ladrillo*

Resistencia característica	Porcentaje de residuos de ladrillo					Normatividad (kg/cm <sup>2</sup> )
	0%	10%	25%	50%	75%	
En unidad (kg/cm <sup>2</sup> )	115.92	126.45	80.63	57.36	39.86	126.44
En pilas (kg/cm <sup>2</sup> )	68.68	70.45	65.14	47.00		65
En muretes (kg/cm <sup>2</sup> )	8.33	8.39	8.12	6.07		8.1

### 5.3. Contrastación de hipótesis

Se han utilizado los valores de la Tabla 26, para realizar el análisis estadístico con pruebas no paramétricas de contraste, se ha utilizado el test de Wilcoxon de 1 muestra, en el programa Minitab 19, con la finalidad de determinar si el mortero con sustitución del 0%, 10%, 25%, 50% y 75% de arena, por residuos de ladrillos triturados, a partir de unidades de desecho recolectadas en las ladrilleras del caserío El Frutillo, cumplen con la resistencia a compresión para mortero tipo S (126.44 kg/cm<sup>2</sup>), según la NTP 399.610 (INACAL, 2018) siendo esta la hipótesis alternativa (H1), mientras que, la negación de la misma, es la hipótesis nula (Ho). Se acepta H1, cuando el valor de probabilidad p es menor a 0.05, caso inverso se acepta Ho. Las hipótesis fueron

- Ho:  $n < 126.44 \text{ kg/cm}^2$
- H1:  $n \geq 126.44 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 26**

*Datos para el Análisis Wilcoxon de 1 muestra*

Muestra (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) del mortero según residuos de ladrillo				
	0%	10%	25%	50%	75%
1	117.7	126.2	80.9	57.8	41.7
2	114.1	126.1	77.2	55.7	36.7
3	115.1	126.9	82.7	57.7	41.4
4	117.8	126.9	80.7	59.9	39.9
5	115.1	126.1	81.0	57.8	40.5
6	115.7	126.5	81.5	55.0	38.7

En la Tabla 27, el valor p para el mortero con 10% de residuos de ladrillo es menor a 0.05, por tanto, se acepta H1, el mortero de albañilería con la sustitución parcial del 10% de arena por residuos de ladrillo, cumple con la firmeza a compresión para un mortero tipo S, 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018),

en cambio, los morteros con 0%, 25%, 50% y 75% de residuos de ladrillo, no cumplen con tal premisa, siendo así, no tienen la resistencia a compresión suficiente para ser clasificados como morteros tipo S, no obstante, los morteros con 0%, 25% y 50% pueden ser clasificados como morteros tipo N (53 kg/cm<sup>2</sup>), tal como se puede observar en la Fig. 31, mientras que, el mortero con 75% se clasifica como tipo O (Fig. 32).

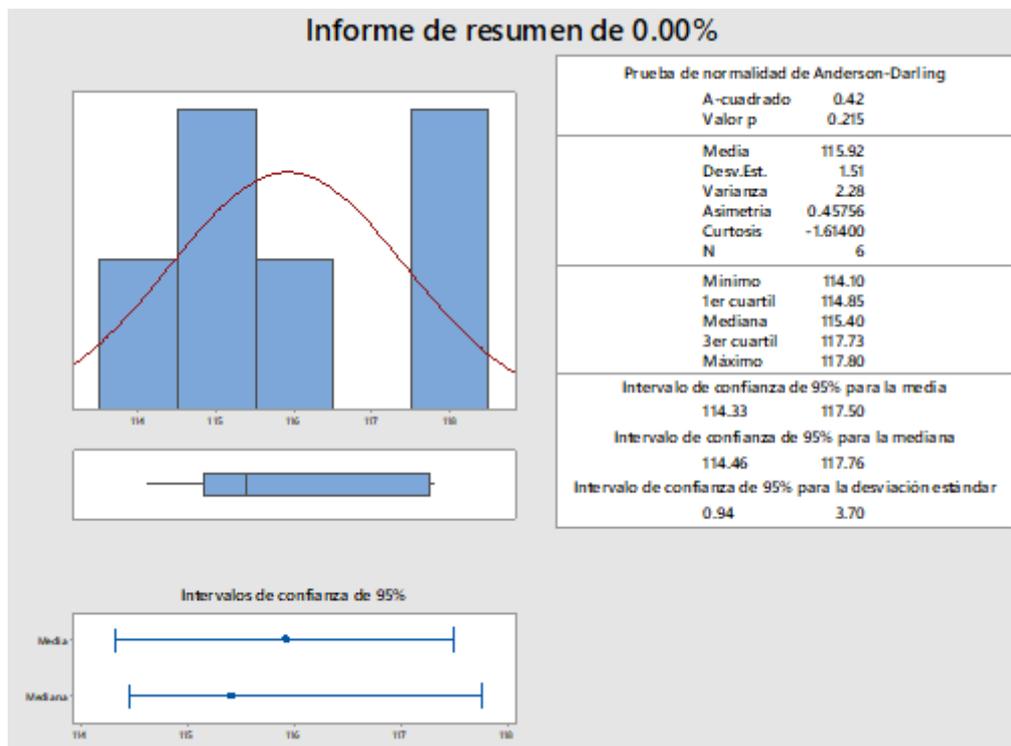
**Tabla 27**

*Análisis Estadístico Wilcoxon de 1 muestra*

Mortero con residuos de ladrillos	Estadística de Wilcoxon	Valor p
0%	0.00	0.989
10%	12.00	0.0417
25%	0.00	0.989
50%	0.00	0.989
75%	0.00	0.989

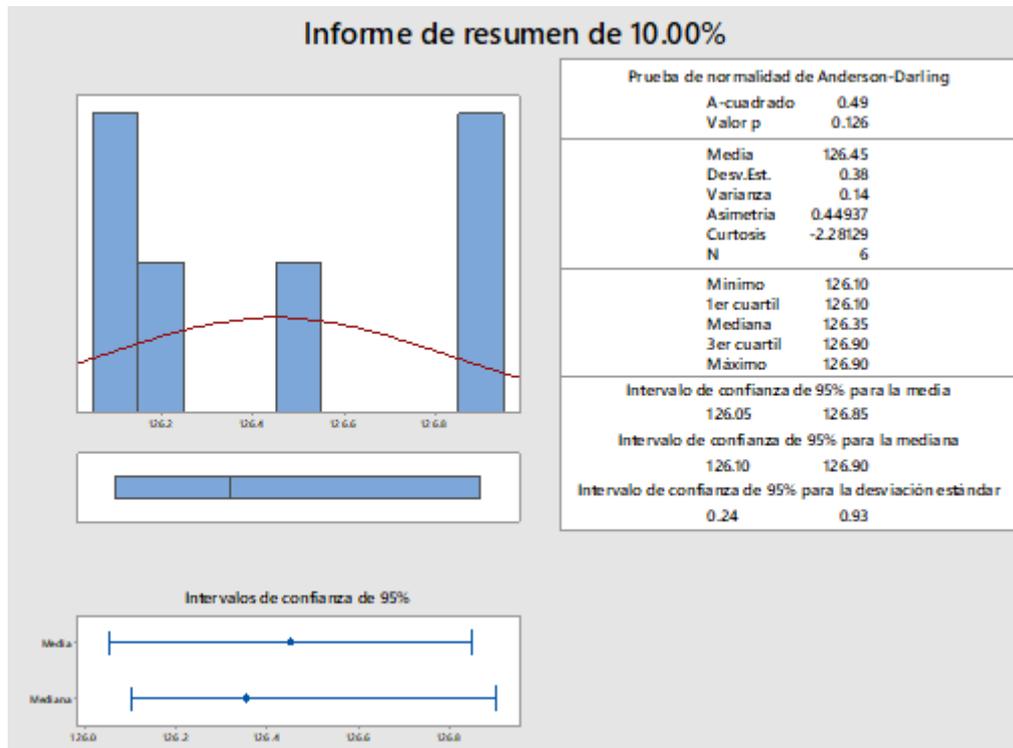
**Figura 33**

*Resumen Estadístico del Mortero con 0% de Residuos de Ladrillo*



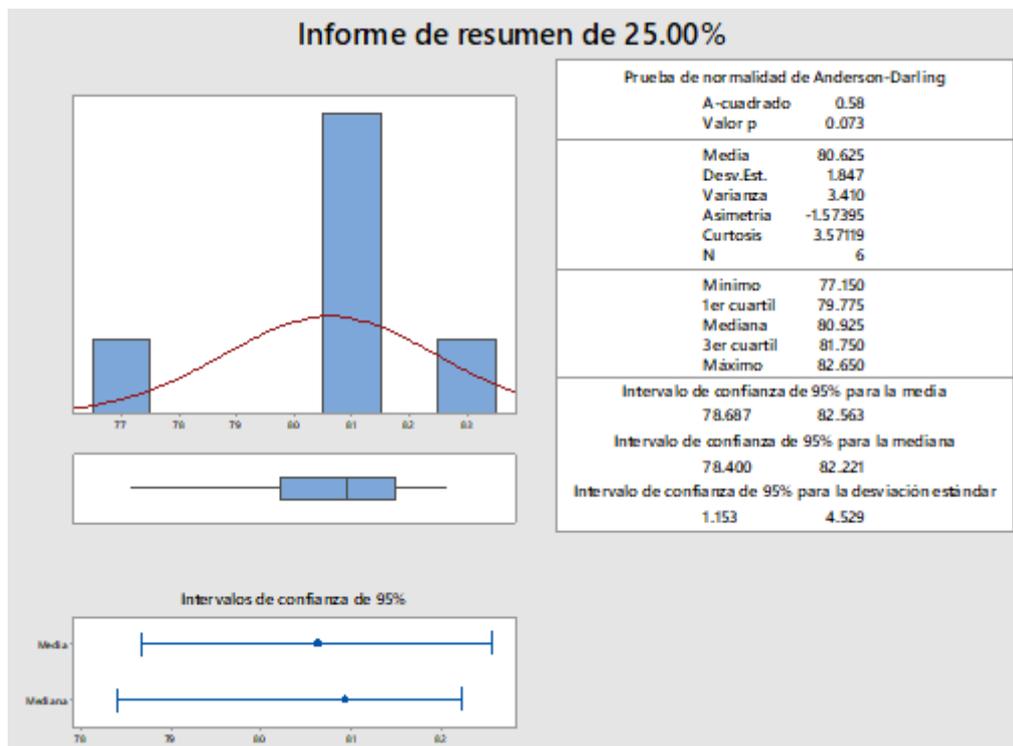
**Figura 34**

*Resumen Estadístico, Mortero - 10% Residuos de Ladrillo*



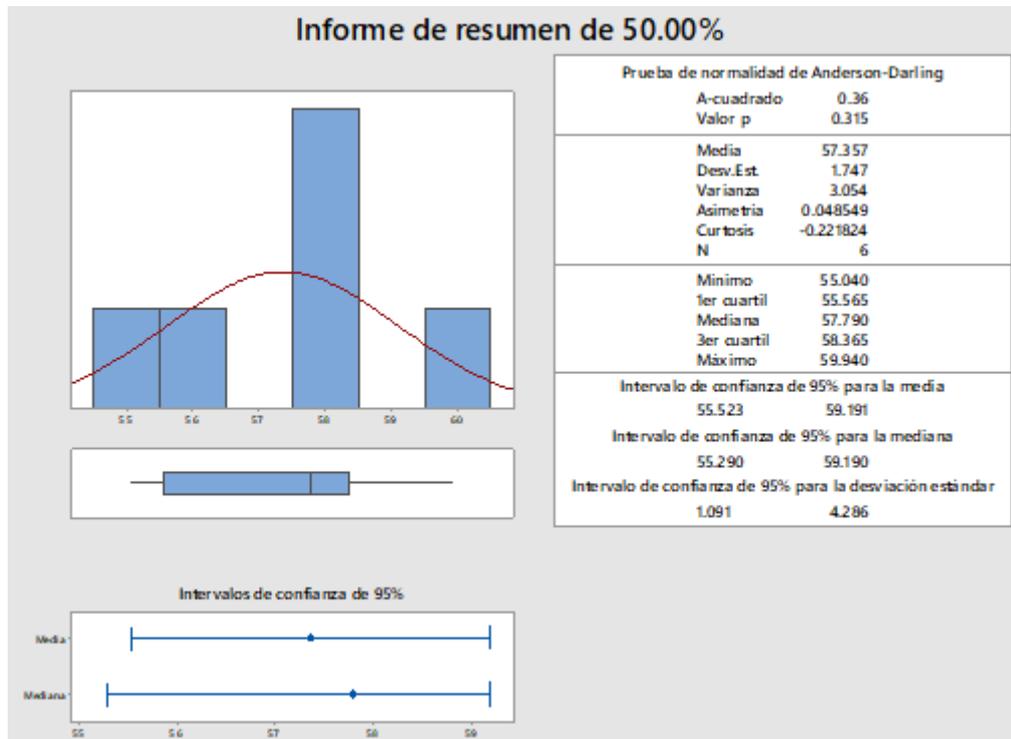
**Figura 35**

*Resumen Estadístico, Mortero - 25% Residuos de Ladrillo*



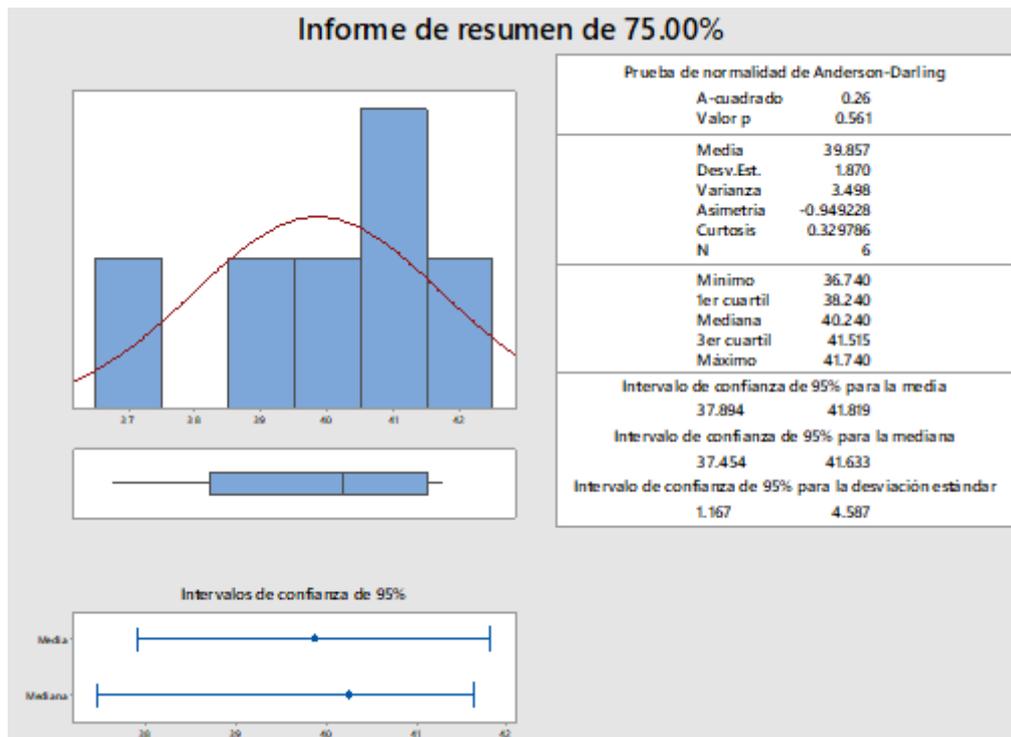
**Figura 36**

*Resumen Estadístico del Mortero con 50% de Residuos de Ladrillo*



**Figura 37**

*Resumen Estadístico del Mortero con 75% de Residuos de Ladrillo*



## CONCLUSIONES

Al caracterizar mecánicamente el mortero de albañilería, elaborado con arena de Conchán, con la relación agua/cemento de 0.85, supliendo parcialmente arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, para verificar si cumple con la resistencia a compresión para un mortero tipo S, 126.44 kg/cm<sup>2</sup>, según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), se han llegado a las conclusiones:

1. Los residuos de ladrillo triturado, del Frutillo, cumplen parcialmente con la curva de gradación dada en la norma E.070 (MVCS, 2006), para árido de mortero, pero no cumplen con el módulo de finura, siendo 3.41, mayor al límite superior de 2.50, no obstante, esto se subsana previo tamizado del material. La arena de Conchán (4.33%) tiene mayor humedad, que los residuos de ladrillo triturado (3.84%), sin embargo, ambos áridos (natural y reciclado) tienen el mismo porcentaje de absorción 1.40%, es decir son capaces de asimilar la misma cantidad de agua, al estar en contacto con esta. El Peso específico de masa, de la arena es 2.524 g/cm<sup>3</sup>, mientras que, los residuos de ladrillo, tienen 2.170 g/cm<sup>3</sup>, así mismo el peso unitario suelto de la arena es 1438 kg/m<sup>3</sup>, mientras que, los residuos de ladrillo tienen 1160 kg/m<sup>3</sup>, lo que significa que el árido reciclado ocupa menor peso por unidad de volumen, que, el árido natural.
2. La resistencia a compresión media, de cubos de 5 cm de lado, elaborados con la mezcla de mortero cemento: arena, 1:4, sustituyendo el árido por residuos de ladrillo, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75%, es 115.90, 126.50, 80.60, 57.40, y 39.90 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. El mortero con 75% de residuos de ladrillo, se clasifica como tipo O (24.47 kg/cm<sup>2</sup>), según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), por lo que, solo puede ser utilizado en el asentado de muros de separación o tabiquería. El mortero convencional, sin residuos de ladrillo, y el mortero modificado con 25% y 50% de residuos de ladrillo, se clasifica como tipo N (53 kg/cm<sup>2</sup>), por tanto, el único

mortero, que alcanza la clasificación S (126.45 kg/cm<sup>2</sup>) según la NTP 399.610 (INACAL, 2018), es el mortero con 10% de residuos de ladrillo, por tanto, puede ser utilizado en la construcción de muros portantes.

3. La resistencia en pilas construidas con ladrillo King Kong de 18 huecos y mortero a base de cemento, con 0%, 10%, 25% y 50% de residuos de ladrillo, es 68.68 kg/cm<sup>2</sup>, 70.45 kg/cm<sup>2</sup>, 65.14 kg/cm<sup>2</sup> y 47 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, la resistencia al corte diagonal en muretes es 8.33 kg/cm<sup>2</sup>, 8.39 kg/cm<sup>2</sup>, 8.12 kg/cm<sup>2</sup> y 6.07 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, por tanto, al utilizar mortero con 50% de residuos de ladrillo la albañilería tiende a mermar su resistencia, no cumpliendo con los lineamientos de la norma E.070 (MVCS, 2006), para pilas (65 kg/cm<sup>2</sup>) y muretes (8.10 kg/cm<sup>2</sup>), así mismo, a pesar que, las pilas y muretes asentadas con mortero modificado por 0% y 25% de residuos de ladrillo, cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006), es la albañilería asentada con mortero de cemento: arena, sustituyendo la arena por 10% de residuos de ladrillo, la que logra mayor capacidad mecánica, para su uso en la construcción de muros estructurales.

## RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- Se sugiere utilizar mortero cemento: arena, dosificación 1: 4, con relación A/C 0.85, reemplazando el 10%, en peso, de la arena de Conchán, por residuos de ladrillo triturado (pasa tamiz 3/8”) obtenido de las ladrilleras del caserío El Frutillo, para el asentado de muros portantes, y hasta el 75% de residuos de ladrillo, para el asentado de muros de separación o tabiquería, en la provincia de Chota.
- Se exhorta a los propietarios de las ladrilleras del caserío El Frutillo, del distrito de Bambamarca, a no arrojar los ladrillos desechados a botaderos informales, sino coordinar con la Municipalidad Distrital de Bambamarca, o alguna entidad gubernamental, para su reciclaje, tal como en el caso del estudio, como mortero de albañilería, esto para evitar la alteración del entorno paisajístico que su disposición final, podría llegar a generar.
- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Chota, y/o a la Municipalidad Distrital de Bambamarca, construir una planta de reciclaje de RCD, a fin de que, los residuos del proceso de fabricación de ladrillos artesanales de Bambamarca, puedan ser trasladados y procesados en dichas plantas, debido a que han mostrado tener posibilidades de uso como árido reciclado para la producción de mortero.
- Se espera que, la presente investigación sea el inicio, para futuras investigaciones, que busquen dar un nuevo uso a los residuos que la Ingeniería Civil provoca, siendo así, se sugiere, caracterizar morteros con residuos de ladrillo, utilizando una menor gradación de trituración (tamiz N° 200), o como sustituto del cemento, tal como en otras investigaciones internacionales (Zhu y Zhu, 2020), que, han logrado resultados favorables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Flores, P. J., y Akarley Poma, L. M. (2014). *Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo-cemento en la ciudad de Trujillo*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/684>
- Aceros Arequipa. (2022). *Construye Seguro Manual del maestro constructor. El Mortero*. Aceros Arequipa. <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf>
- ACI 211.1-91. (1991). *Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete*. ACI Committee 211. [https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211\\_1\\_91.pdf](https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211_1_91.pdf)
- Acuña, R. (2014). *Características técnicas del ladrillo artesanal del caserío El Frutillo - Bambamarca – Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/613>
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(2), 333-338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Aliaga Angulo, A. J. (2018). *Evaluación de ceniza de cascarilla de arroz y tipos de agregados finos sobre la compresión, sorptividad y densidad de morteros de cemento portland tipo I, Trujillo 2017*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/13124>
- Ayala, Y., Delgado, H., Cuellar, V.H., Salazar, A.Z. (2019). *Manual de ensayos para laboratorio. Agregados (AG) para mezclas asfálticas. Publicación técnica N° 551*. Instituto Mexicano del Transporte. ISSN 0188-7297.
- Baca, N. (2019). *Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento Pórtland tipo Ip elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% producto de la explotación de la cantera de Cullpahuanca - Quiquijana Quispicanchi– Cusco*. [Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3827>
- Burga, J. (2021). *Evaluación del rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de asentado de ladrillo en la construcción de viviendas de la ciudad de*

- Chota. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Carrillo, J. R., y Rojas, J. F. (2016). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/719>
- Carrasco Villanueva, S. I., y Ccorahua Espinoza, F. Y. (2021). *Mejoramiento en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, agregado fino natural y vidrio triturado para viviendas unifamiliares en lima metropolitana*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/657843>
- Cabanillas, S.A. (2019). *Resistencia de morteros con cemento sustituido en 5% y 7% por arcilla de la provincia de San Marcos -Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/10392>
- Cantos Guamán, J. A., y Cárdenas Véliz, E. J. (2021). *Análisis comparativo de las características constructivas del mortero convencional con mortero a base de cenizas de cáscara de maní y fibra de polipropileno en enlucidos*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4232>
- Cárdenas Linares, R. A., y Luna Coral, J. J. (2017). *Estudio experimental de la influencia de los diferentes tipos de mortero y substratos de albañilería en la adherencia con geomallas*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9164>
- Ccorahua Pampañaupa, H. E., y Soncco Cuti, S. C. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones de albañilería confinada del Conjunto Vecinal Zarumilla, Cusco-2018*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5206>
- Cieza, J.L. (2021). *Evaluación de las propiedades físico-químicas del agregado fino de las principales canteras del distrito de Conchán para la elaboración de concreto*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota].

- Condori Paitan, J., y Chocca Huaman, H. (2019). *Piedra termal como componente mortero en la adherencia de muros de tabiquería en la ciudad de Huancavelica*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3063>
- Corinaldesi, V., & Moriconi, G. (2009). Behaviour of cementitious mortars containing different kinds of recycled aggregate. *Construction and building materials*, 23(1), 289-294. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.12.006>
- Cotrina Estela, B. J. (2021). *Análisis de las propiedades de morteros cemento-arena al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de Duna, Lambayeque-2020*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad de Chiclayo]. <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/1044>
- Cruzado, J.W. (2017). *Estudio de las propiedades físico - mecánicas del ladrillo elaborado artesalmente en los caseríos: El Frutillo, La Lúcumá, Agomarca y Mayhuasi del distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1025>
- Cruzado Ruíz, J. L. (2018). Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento. [Título para optar el Título de ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3544>
- Chávez, M.L., Kanno, J.I., Rojas, A.A., y Vargas, J.J. (2019). *Efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la elaboración de mortero, Trujillo, La Libertad, 2019*. [Tesis para obtener el grado académico de bachiller en Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52524>
- Dang, J., Zhao, J., Hu, W., Du, Z., & Gao, D. (2018). Properties of mortar with waste clay bricks as fine aggregate. *Construction and building materials*, 166, 898-907. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.109>
- de Albuquerque Landi, F. F., Fabiani, C., D'Alessandro, A., Ubertini, F., & Pisello, A. L. (2022). Life cycle assessment of a novel fired smart clay brick monitoring system for masonry buildings. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 50, 101745. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101745>
- Díaz, M.A., y Murga, M.E. (2019). *Influencia de la dosificación de agregado reciclado y tiempo de curado en la resistencia a la compresión de mortero procedente de*

- residuos de construcción, Cajamarca, 2018*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/22314>
- García Ticliahuanca, A. D. (2018). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de concreto en el distrito de Bagua Grande-Amazonas. [Tesis para profesional para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2009>
- Hernandez, C.A. y Acevedo, S.E. (2021). *Influencia del porcentaje en peso de reemplazo de polvo de ladrillo reciclado sobre la resistencia a la compresión y porcentaje de absorción de agua en un mortero de cemento*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16843>
- Hernández, K. Y., y Sánchez, E. A. (2020). *Comportamiento Estructural en Prismas de Albañilería con Ladrillo Tipo IV y Junta de Mortero Modificado con Adición de Cal*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/277>
- Hincapié, Á.M., y Aguja, E.A. (2003). Agregado reciclado para morteros. *Revista Universidad EAFIT*, 39(132), 76-89. <http://hdl.handle.net/10784/17217>
- Hidalgo, M.A. (2020). *Evaluación mecánica de morteros elaborados con residuos de concreto en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. [Tesis de maestría en Arquitectura y Urbanismo, Universidad Autónoma de Chiapas]. <http://148.222.11.200:8080/jspui/bitstream/123456789/3375/1/C110045%20-%20Bonampak%20Pintura%20Express.pdf>
- Hwang, C. L., Yehualaw, M. D., Vo, D. H., Huynh, T. P., & Largo, A. (2019). Performance evaluation of alkali activated mortar containing high volume of waste brick powder blended with ground granulated blast furnace slag cured at ambient temperature. *Construction and Building Materials*, 223, 657-667. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.062>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda, y III de Comunidades Indígenas*. INEI.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2018a, 05 de septiembre). *NTP 399.610. Unidades de albañilería. Especificación normalizada para morteros, 2ª ed.* INACAL.

- INACAL. (2018b, 28 de diciembre). *NTP 399.605. Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. 3ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2015, 25 de diciembre). *NTP 399.621. Unidades de albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.* INACAL.
- INACAL. (2022, 24 de marzo). *NTP 334.051. Cementos. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Método de ensayo. 7ª ed.* INACAL.
- INACAL. (2021a, 15 de noviembre). *NTP 339.183. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 3ª ed.* INACAL.
- INACAL. (2021b, 15 de noviembre). *NTP 339.185. Agregados. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. 3ª ed.* INACAL.
- INACAL. (2021c, 15 de noviembre). *NTP 400.012. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2021d, 15 de noviembre). *NTP 400.022. Agregados. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2020, 18 de febrero). *NTP 4000.017. Agregados. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.* INACAL.
- INACAL. (2021e, 15 de noviembre). *NTP 4000.037. Agregados. Agregados para concreto. Especificaciones. 5ª Ed.* INACAL.
- Lam, M. N. T., Nguyen, D. T., & Nguyen, D. L. (2021). Potential use of clay brick waste powder and ceramic waste aggregate in mortar. *Construction and Building Materials*, 313, 125516. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125516>
- Li, L. G., Lin, Z. H., Chen, G. M., Kwan, A. K. H., & Li, Z. H. (2019). Reutilization of clay brick waste in mortar: Paste replacement versus cement replacement. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 31(7), 04019129. [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0002794](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002794)
- Li, L. G., Lin, Z. H., Chen, G. M., & Kwan, A. K. H. (2020). Reutilizing clay brick dust as paste substitution to produce environment-friendly durable mortar. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122787. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122787>

- Mansoor, S. S., Hama, S. M., & Hamdullah, D. N. (2022). Effectiveness of replacing cement partially with waste bricks powder in mortar. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.01.004>
- Mantilla, E.A. (2018). *Resistencia de mortero con cemento sustituido al 10% y 15% por arcilla de Cuscuden - San Pablo (Cajamarca)*. [Tesis de grado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7989>
- Marinho, A. J. C., Couto, J., & Camões, A. (2022). Current state, comprehensive analysis and proposals on the practice of construction and demolition waste reuse and recycling in Portugal. *Journal of Civil Engineering and Management*, 28(3), 232-246. <https://doi.org/10.3846/jcem.2022.16447>
- Mendez, L.D., y Ortiz, G.J. (2019). *Influencia del reemplazo de arena por residuos sólidos urbanos sobre las propiedades físico y mecánicas en morteros ecológicos*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI]. <http://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/633>
- Mestanza Heras, L. A. (2021). *Propiedades físico mecánicas de ladrillos con dos tipos de acoples para albañilería de junta seca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4450>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC. (2016, mayo). *Manual de Ensayo de Materiales*. MTC.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS. (2006). *Norma E.070 Reglamento Nacional de Edificaciones*. MVCS.
- Mohammed, V. B., Hama, S. M., & Aziz, K. I. (2019, October). Assessment Strength Properties of Modified Reactive Powder Concrete by Adding Waste Bricks. In *2019 12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*, 83-87. doi: 10.1109/DeSE.2019.00025.
- Moya, L. S., y Castañeda, R. (2022). *Evaluación de las propiedades mecánicas de morteros de cemento con sustitución de arena por posos de café*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/27075>
- Municipalidad Provincial de Chota, MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano PDU Chota 2017 – 2027*. MPCH.
- Muthusamy, K., Jamaludin, N. F. A., Md Jaafar, M. F., Budiea, A. M. A., & Ismail, M. A. (2022). Compressive Strength of Palm Oil Lightweight Aggregate Concrete

- Containing Industrial Waste as Partial Sand Replacement. In *Materials Science Forum*, 1056 (1), 55-60. <https://www.scientific.net/MSF.1056.55>
- Naciri, K., Aalil, I., & Chaaba, A. (2022). Eco-friendly gypsum-lime mortar with the incorporation of recycled waste brick. *Construction and Building Materials*, 325, 126770. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126770>
- Nasr, M. S., Shubbar, A. A., Abed, Z. A. A. R., & Ibrahim, M. S. (2020). Properties of eco-friendly cement mortar contained recycled materials from different sources. *Journal of Building Engineering*, 31, 101444. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101444>
- Ortega, J. M., Letelier, V., Solas, C., Moriconi, G., Climent, M. Á., & Sánchez, I. (2018). Long-term effects of waste brick powder addition in the microstructure and service properties of mortars. *Construction and Building Materials*, 182, 691-702. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.161>
- Palacio-León, Ó., Chávez-Porras, Á., & Velásquez-Castiblanco, Y. L. (2017). Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. *Tecnura*, 21(53), 96-106.
- Pérez Murrieta, T., y Flores Ramírez, F. A. (2019). *Influencias de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena liviano, elaborado con perlas de poliestireno expandido y agregado fino. Iquitos, 2018*. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Científica del Perú]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/802>
- Orbegoso Rodriguez, L. S., y Quezada Vasquez, Y. S. (2021). *Análisis comparativo del uso de mortero tradicional y mortero predosificado para la reparación de patologías estructurales en la ciudad de Trujillo 2020*. [Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/28882>
- Quispe Tintaya, C. B., y Castillo Miranda, H. (2022). *Análisis de resistencia mecánica en albañilería con mortero incorporado de aditivo vs el mortero polimérico*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano, Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/17866>
- Ramirez, G.I. (2019). *Influencia de la puzolana artificial en los morteros cemento – arena*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3207>

- Reyes Castañeda, C. H. (2018). *Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018*. [Tesis para optar el Título de profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38588>
- Rivera Díaz, N. E., y Leal Torres, J. S. (2018). *Análisis estadístico de la resistencia a compresión del mortero empleado en losa de piso por medio de especímenes cilíndricos*. [Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6356>
- Ruiz, E. (2020). *Resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados – Cajamarca, 2018*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24744>
- Sánchez, M.I., Asencio, E., Frutos, B., Frías, M., Juan, A., Nieto, M., y Medina, C. (2018). Mortero de revestimiento de fachada realizado con residuos de construcción y demolición. *International Conference on construction research – Eduardo Torroja*, 1(2018), 1-6. <http://hdl.handle.net/10261/211778>
- Sáenz Correa, M. C. (2016). *Influencia del espesor de la junta de mortero en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería*. [Tesis para otra el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/7242>
- Santa-Olalla, A. M. (2012). Exigencias ambientales que deberán satisfacer los áridos derivados de residuos en distintas etapas de su ciclo de vida. *Congreso Nacional de Medio Ambiente CONAMA2012*, 1(1), 1-19. <http://www.conama2012.conama.org/conama10/download/files/conama11/CT%202010/1896700125.pdf>
- Sudarsan, J. S., Vaishampayan, S., & Parija, P. (2022). Making a case for sustainable building materials to promote carbon neutrality in Indian scenario. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 1-9. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-021-02251-4>
- Tebbal, N., & Rahmouni, Z. E. A. (2019). Recycling of Brick Waste for Geopolymer Mortar Using Full Factorial Design Approach. *The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics*, 7, 44-47. <http://www.epstem.net/en/pub/issue/50288/652619>

- Terán Gutiérrez, M. A. (2019). *Resistencia a compresión del concreto con reemplazo de desperdicio de mortero por agregado fino*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/22297>
- Tremiño, R. M., Real-Herraiz, T., Letelier, V., & Ortega, J. M. (2021). Four-years influence of waste brick powder addition in the pore structure and several durability-related parameters of cement-based mortars. *Construction and Building Materials*, 306, 124839. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124839>
- Vásquez, H.E. (2016). *Evaluación de la producción y mejoramiento de la calidad estructural del ladrillo artesanal producidos en la comunidad del frutillo, Bambamarca, Cajamarca 2016*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/17020>
- Zarate, A.C., Acosta, J.S., y Vergara, Z.N. (2021). *Evaluación de los efectos de la activación alcalina en mezclas de mortero adicionadas con ceniza de palma africana y residuo de ladrillo*. [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/43272/1/2022\\_Evaluaci%C3%B3n\\_Residuos\\_Ladrillo.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/43272/1/2022_Evaluaci%C3%B3n_Residuos_Ladrillo.pdf) .
- Zavaleta Silva, M. A. (2019). *Resistencia a la compresión y conductividad térmica en mortero con sustitución del agregado fino en 15% y 25% por corcho reciclado*. [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/12465>
- Zhao, Z., Grellier, A., Bouarroudj, M. E. K., Michel, F., Bulteel, D., & Courard, L. (2021). Substitution of limestone filler by waste brick powder in self-compacting mortars: Properties and durability. *Journal of Building Engineering*, 43, 102898. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102898>
- Zhong, X., Deetman, S., Tukker, A., & Behrens, P. (2022). Increasing material efficiencies of buildings to address the global sand crisis. *Nature Sustainability*, 1-4. <https://www.nature.com/articles/s41893-022-00857-0>
- Zhu, L., & Zhu, Z. (2020). Reuse of clay brick waste in mortar and concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, 1(2020), 1-11. <https://doi.org/10.1155/2020/6326178>

## ANEXOS

### *Anexo N° 1. Matriz de consistencia*

Tesis: Evaluación del mortero de albañilería reemplazando parcialmente arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, 2019

Tesista: Rosani Lusbet Irigoín Herrera

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
¿El mortero de albañilería reemplazando parcialmente la arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, cumplirá con la resistencia a compresión para un mortero tipo S de 126.44 kg/cm <sup>2</sup> , según la NTP 399.610 (INACAL, 2018)?	<b>Objetivo general</b>	H1: El mortero de albañilería reemplazando parcialmente la arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, cumple con la resistencia a compresión para un mortero tipo S de 126.44 kg/cm <sup>2</sup> , según la NTP 399.610 (INACAL, 2018).	VI	Porcentaje de replazo	Dosificación	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada	
	Caracterizar mecánicamente el mortero de albañilería reemplazando parcialmente arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, para verificar si cumple con la resistencia a compresión para un mortero tipo S de 126.44 kg/cm <sup>2</sup> , según la NTP 399.610 (INACAL, 2018).	reemplazando	parcialmente la arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, cumple con la resistencia a compresión para un mortero tipo S de 126.44 kg/cm <sup>2</sup> , según la NTP 399.610 (INACAL, 2018).	Residuos de ladrillos		Humedad	Diseño de investigación: Descriptivo causal simple
	<b>Objetivos específicos</b>				Propiedades físicas de la arena	Gradación	Muestra: 90 testigos cúbicos de 50 mm de lado, de mortero, producido en la ciudad de Chota, con cemento Portland Tipo I, y arena de la cantera Conchán, en dosificación 1:4, reemplazando el árido natural, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75%, por residuos de ladrillo, recolectados de las ladrilleras del caserío El Frutillo, distrito de Bambamarca.
	□ Determinar las propiedades físicas de los residuos de ladrillo, del caserío El Frutillo, distrito de Bambamarca, y de la arena de Conchán.					Módulo de finura	
	□ Determinar la resistencia a compresión de cubos de 5 cm de lado, elaborados con la mezcla de mortero cemento: arena, sustituyendo el árido por residuos de ladrillo, en porcentajes de 0%, 10%, 25%, 50% y 75%.			VD		Peso específico	
	□ Determinar la resistencia de pilas y muretes construidos con ladrillo King Kong de 18 huecos y mortero a base de cemento, con residuos de ladrillo.			Mortero de albañilería		Absorción	
					Propiedades del mortero	Peso unitario	
						Resistencia a compresión en cubos de mortero	
					Propiedades de albañilería	Resistencia en pilas	
						Resistencia en muretes	

## *Anexo N° 2. Panel fotográfico*

Fotografía 1. Recolección de residuos de ladrillo



Nota: Tesista recolectando unidades de albañilería de arcilla cocida, que han sido desechadas por el productor y se encuentran acumuladas a las afueras de las ladrilleras.

Fotografía 2. Trituración manual de residuos de ladrillo



Nota: Tesista y técnico del laboratorio GSE triturando los residuos de ladrillo con una comba de goma.

Fotografía 3. Tamizado de los residuos de ladrillo



Nota: Tamizado de los residuos de ladrillo triturados para lograr la gradación del árido según la E.070.

Fotografía 4. Ensayo de peso específico



Nota: Inclusión de aire a la pipeta con los residuos de ladrillo triturado como árido, para la ejecución del ensayo de peso específico.

Fotografía 5. Comprobación de la trabajabilidad de la mezcla de mortero



Nota: verificación del asentamiento de la mezcla por medio de la prueba del Cono de Abrams.

Fotografía 6. Molde y mezcla para la elaboración de los cubos de mortero



Nota: Colocación de la mezcla de mortero en el molde de los cubos de 5 cm, previo enrasado del molde de madera para evitar que la mezcla se adhiera a sus paredes.

Fotografía 7. Elaboración de los cubos de mortero



Nota: Colocación de la mezcla de mortero en el molde de los cubos de 5 cm.

Fotografía 8. Cubos de mortero



Nota: Tesista muestra los cubos de 5 cm de mortero con diferentes dosificaciones, numeradas según caso.

Fotografía 9. Ensayo de resistencia a compresión en cubos de mortero, con 0% de residuos de ladrillo



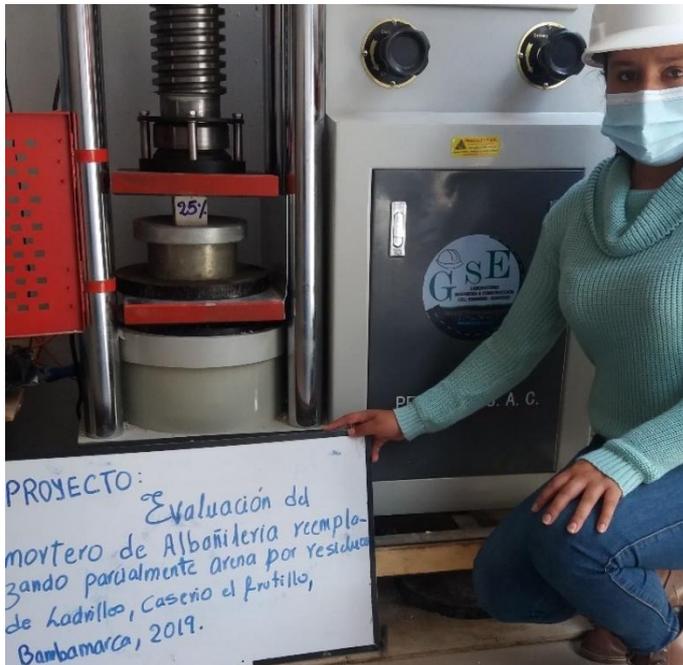
Nota: Colocación del cubo de mortero con 5% de residuos de ladrillo, en la máquina de compresión.

Fotografía 10. Ensayo de resistencia a compresión en cubos de mortero, con 10% de residuos de ladrillo



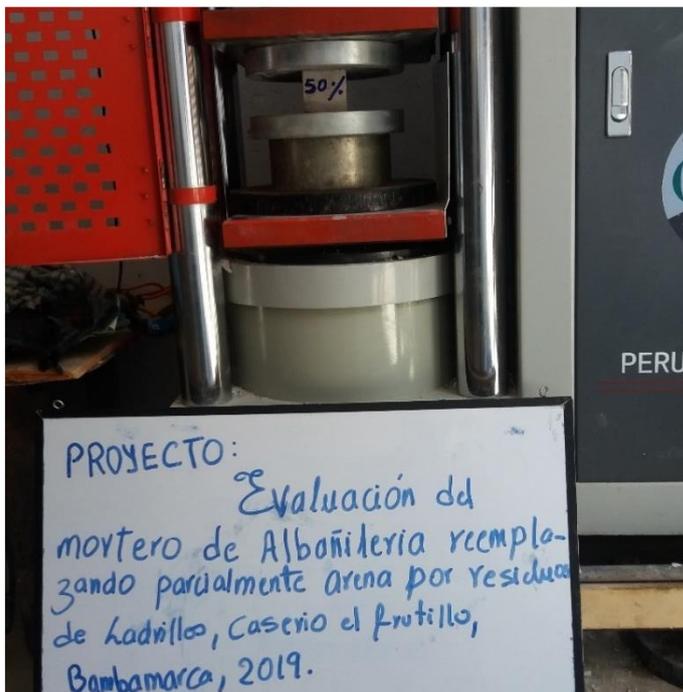
Nota: Colocación del cubo de mortero con 10% de residuos de ladrillo, en la máquina de compresión.

Fotografía 11. Ensayo de resistencia a compresión en cubos de mortero, con 25% de residuos de ladrillo



Nota: Colocación del cubo de mortero con 25% de residuos de ladrillo, en la máquina de compresión.

Fotografía 12. Ensayo de resistencia a compresión en cubos de mortero, con 50% de residuos de ladrillo



Nota: Colocación del cubo de mortero con 50% de residuos de ladrillo, en la máquina de compresión.

Fotografía 13. Ensayo de resistencia a compresión en cubos de mortero, con 75% de residuos de ladrillo



Nota: Colocación del cubo de mortero con 75% de residuos de ladrillo, en la máquina de compresión.

Fotografía 14. Elaboración de pilas de albañilería convencionales



Nota: Se asientan tres ladrillos con mortero de cemento y arena para la elaboración de pilas.

Fotografía 15. Elaboración de pilas de albañilería con mortero con residuos de ladrillo



Nota: Se asientan tres ladrillos con mortero de cemento y residuos de ladrillo para la elaboración de pilas.

Fotografía 16. Ensayo de resistencia a compresión axial en pilas



Nota: Se colocan las pilas de albañilería en la máquina de compresión para el ensayo de resistencia.

Fotografía 17. Elaboración de muretes de albañilería



Nota: Se asientan ladrillos con mortero de cemento y arena para la elaboración de muretes.

Fotografía 18. Muretes de albañilería



Nota: Se asientan ladrillos con mortero de cemento y residuos de ladrillo para la elaboración de muretes.

Fotografía 19. Ensayo de corte diagonal en muretes



Nota: Se colocan los muretes de albañilería en la máquina de corte diagonal.

Fotografía 20. Rotura de muretes



### ***Anexo N° 3. Cuestionario a productores de ladrillo artesanal del caserío El Frutillo***

En el caserío El Frutillo, hay 75 ladrilleras, por tanto, se utilizó la fórmula de cálculo de muestra, cuando la población es finita, descrita en la investigación de Aguilar-Barojas (2005). Siendo así:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (1)$$

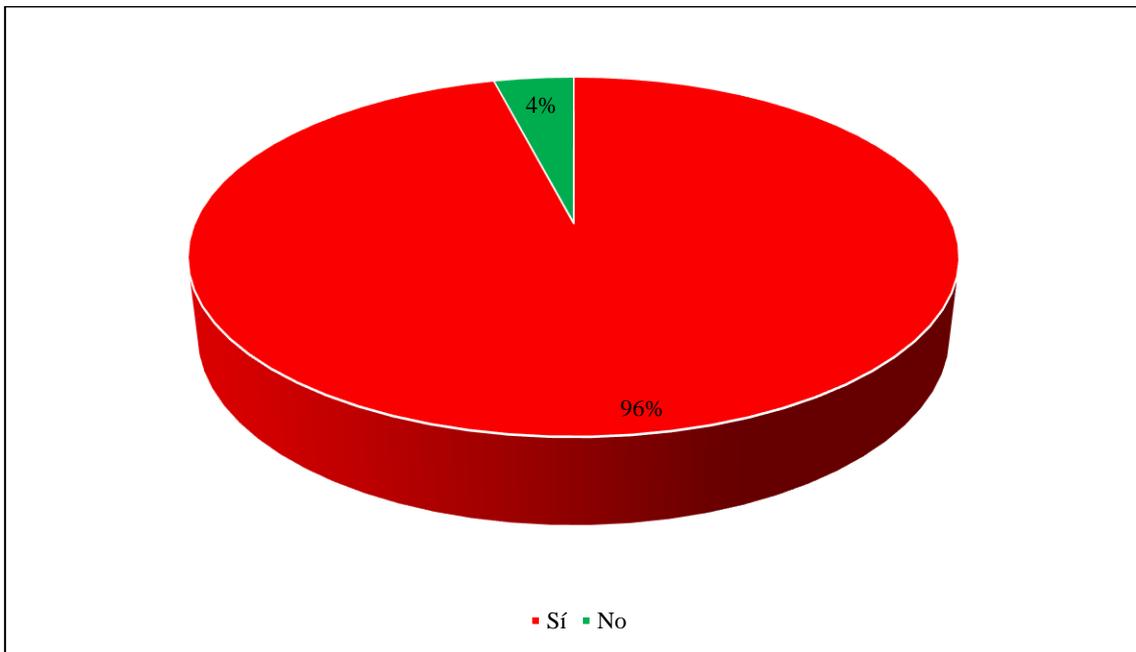
En la fórmula 1, para calcular la muestra  $n$ , se tiene  $N$  que es la población, en este caso igual a 75,  $Z$  que es 1.96 para un nivel de confianza del 95%,  $d$  que es el nivel de precisión absoluta, referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado, en este caso 5%,  $p$  es la proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia, siendo así se buscaba determinar cuántas de estas ladrilleras tenían desperdicios, siendo así se consideró una homogeneidad del 99%, considerando la investigación de Vásquez (2016), quien mencionaba que se debería mejorar el proceso de fabricación de las unidades de albañilería, ya que al ser un proceso artesanal, ocasionaba desperdicios; el valor  $q$  es la proporción de la población que no presenta el fenómeno del estudio, siendo  $1 - p$ .

La muestra calculada era de 13 ladrilleras, no obstante, se logró encuestar a 25 propietarios de las 75 ladrilleras ubicadas en el caserío El Frutillo. Al propietario de cada ladrillera, que accedió a la encuesta se le hizo dos únicas preguntas ¿Cómo parte de la producción de las unidades de albañilería, se generan residuos de ladrillos? ¿Cuántos ladrillos aproximadamente desecha en un mes de trabajo?

Concluyendo que, el 96% de los productores de ladrillo, que accedieron a contestar la encuesta refieren tener residuos de ladrillo, como parte del proceso de producción de las unidades de albañilería artesanales, así mismo, todos mencionan generar entre 150 a 600 unidades de desecho al mes, dando un total de 8750 ladrillos desechados por parte de las 25 ladrilleras encuestadas.

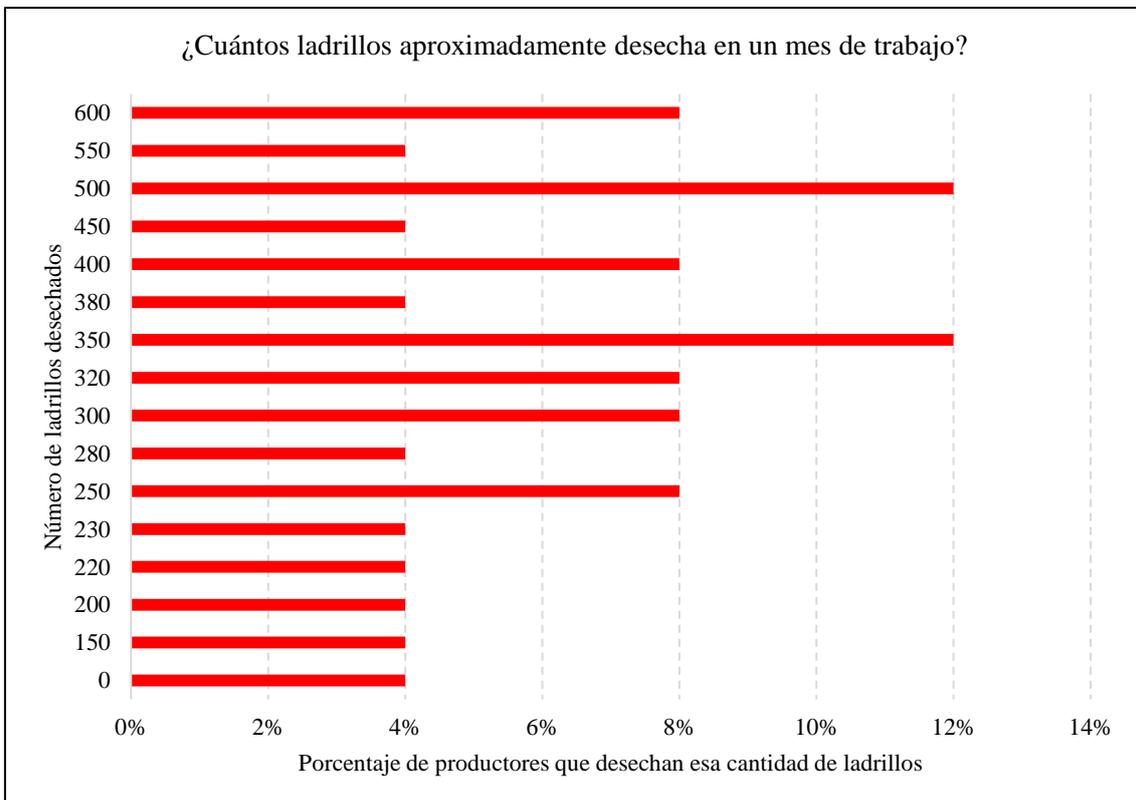
**Figura 38**

*N° de Ladrilleras que tienen Desechos*



**Figura 39**

*N° de Ladrillos Desechados*



**Tabla 28***Cuestionario*

N° de ladrillera	¿Cómo parte de la producción de las unidades de albañilería se generan residuos de ladrillos?	¿Cuántos ladrillos aproximadamente desecha en un mes de trabajo?
1	Sí	300
2	Sí	500
3	Sí	400
4	Sí	350
5	Sí	380
6	Sí	320
7	Sí	250
8	Sí	220
9	Sí	350
10	No	0
11	Sí	150
12	Sí	300
13	Sí	320
14	Sí	400
15	Sí	450
16	Sí	500
17	Sí	550
18	Sí	600
19	Sí	200
20	Sí	250
21	Sí	350
22	Sí	600
23	Sí	280
24	Sí	230
25	Sí	500

Nota: Resultados del cuestionario a los propietarios de las ladrilleras del caserío El Frutillo.

**Anexo N° 4. Ladrilleras, del caserío El Frutillo**

Los residuos de ladrillo, fueron recolectados, de 13 ladrilleras del caserío El Frutillo, Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca.

**Tabla 29**

*13 Ladrilleras, del Caserío El Frutillo*

N° de ladrillera	Denominación	Propietario (Opcional)
1	Lucano	-----
2	Hernández Luna	Rafael Hernández Luna
3	Bazán Medina	Gabriel Bazán Medina
4	Cabrera	Ermitaño Cabrera Vásquez
5	Medina	Luz Marina Medina García
6	Familia Lozano Mego	Josefa Mego Cerdán
7	Mego	Alfonso Mego Cerdán
8	El Rojo	Eber Idrogo Flores
9	Burga	Ricardo Núñez Leiva
10	Carranza	Mariela Carranza Arbaiza
11	Soto	Teófilo Soto Silva
12	Llacupaico	Ángel Llacupaico Aguilar
13	Paredes	Jorge Paredes Cercado

Nota: Inspección en campo.

## **Anexo N° 5. Análisis de costos unitarios**

### **5.1. Cálculo del volumen de mortero**

Para 1 pared de 1 m x 1 m, utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos, de dimensiones 24 cm de largo, 13 cm de ancho y 9 cm de alto, con aparejo en soga, y junta de 1.50 cm.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$CL = \frac{1m^2}{(b + j) \times (h + j)} = \frac{1}{(0.24 + 0.015) \times (0.9 + 0.015)} \times 10000 = 37.35 \text{ lad}$$

Donde, CL es la cantidad de ladrillos, b es la base del ladrillo, a es el ancho del ladrillo, h es la altura del ladrillo y j es el espesor de junta. Dando un total de 37.35 ladrillos para 1 m<sup>2</sup> de pared.

Ahora para calcular el volumen del mortero se ha utilizado la siguiente ecuación:

$$V_{mo} = V_{mv} - CL \times V_{la} = 0.13 - 37.35 \times 0.03 = 0.25 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Donde, V<sub>mo</sub> es el volumen del mortero en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, V<sub>mv</sub> es el volumen del muro en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, CL es la cantidad de ladrillos y V<sub>la</sub> es el volumen de ladrillos. Dando un volumen de **0.025 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>**.

### **5.2. Peso específico de los materiales (kg/m<sup>3</sup>)**

- Residuos de ladrillo= 2170 kg/m<sup>3</sup>
- Arena= 2524 kg/m<sup>3</sup>
- Cemento portland Tipo I= 3150 kg/m<sup>3</sup>
- Agua= 1000 kg/m<sup>3</sup>

### 5.3. Cálculo del volumen de materiales

Cantidad de materiales en kg para 1 m<sup>3</sup> de mortero con remplazo de árido por residuos de ladrillo

<b>Mortero cemento arena 1:4, sustituyendo la arena por residuos de ladrillo en peso, según porcentaje</b>	<b>Residuos de ladrillo (kg)</b>	<b>Cemento (kg)</b>	<b>Agregado fino (kg)</b>	<b>Agua (lts)</b>
0%	0	405.038	1619.49	296.831
10%	161.949	405.038	1457.541	296.831
25%	404.873	405.038	1214.618	296.831
50%	809.745	405.038	809.745	296.831
75%	1214.618	405.038	404.873	296.831

Se divide a las cantidades en peso entre su peso específico para determinar el volumen de materiales para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

Materiales para 1 m<sup>3</sup> de mortero con remplazo de árido por residuos de ladrillo

<b>Mortero cemento arena 1:4, sustituyendo la arena por residuos de ladrillo en peso, según porcentaje</b>	<b>Residuos de ladrillo (m3)</b>	<b>Cemento (bls)</b>	<b>Agregado fino (m3)</b>	<b>Agua (m3)</b>
0%	0.000	9.530	0.642	0.297
10%	0.075	9.530	0.577	0.297
25%	0.187	9.530	0.481	0.297
50%	0.373	9.530	0.321	0.297
75%	0.560	9.530	0.160	0.297

Pero las cantidades calculadas no corresponden a lo que se necesita de mortero para 1 m<sup>2</sup> de pared, por lo tanto, se multiplica por el volumen de mortero que se necesita que es, 0.025 m<sup>3</sup>.

Materiales para 0.025 m<sup>3</sup> de mortero, volumen necesario para 1 m<sup>2</sup> de pared

<b>Mortero cemento arena 1:4, sustituyendo la arena por residuos de ladrillo en peso, según porcentaje</b>	<b>Residuos de ladrillo (m3)</b>	<b>Cemento (bls)</b>	<b>Agregado fino (m3)</b>	<b>Agua (m3)</b>
0%	0.000	0.238	0.016	0.007
10%	0.002	0.238	0.014	0.007
25%	0.005	0.238	0.012	0.007
50%	0.009	0.238	0.008	0.007
75%	0.014	0.238	0.004	0.007

#### 5.4. Costo estimado para la producción del árido reciclado

Trituración de los residuos de ladrillo

<b>Rendimiento</b>	m3/día	100		EQ	100
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1	0.08	20.19	1.615
Peón	hh	1	0.08	14.91	1.193
					<b>2.808</b>
<b>Materiales</b>					
Residuos de ladrillo	m3		1	5	5.000
					<b>5.000</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		3	2.81	0.084
Chancadora	hm	1	0.08	160	12.800
Transporte de material volquete 10 m3 (ida y vuelta)	hm	1	0.08	128	10.240
					<b>23.124</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>30.932</b>

#### 5.5. Costo estimado para la producción de mortero

Mortero con dosificación 1:4 con 0% de residuos de ladrillo

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46		EQ	9.46
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1	0.846	20.19	17.074
Peón	hh	2	1.691	14.91	25.218
					<b>42.292</b>
<b>Materiales</b>					
Residuos de ladrillo	m3		0.000	30.932	0.000
Cemento Portland tipo I	bol		0.238	27.000	6.433
Arena	m3		0.016	80.000	1.283
Agua	m3		0.007	5.000	0.037
Ladrillos kk 18 huecos	Und.		37.350	1.140	42.579
					<b>50.33</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5	42.292	2.115
					<b>2.115</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>94.74</b>

Mortero con dosificación 1:4 con 10% de residuos de ladrillo

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46		EQ	9.46
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1	0.846	20.19	17.074
Peón	hh	2	1.691	14.91	25.218
					<b>42.292</b>
<b>Materiales</b>					
Residuos de ladrillo	m3		0.00187	30.932	0.058
Cemento Portland tipo I	bol		0.23826	27.000	6.433
Arena	m3		0.01444	80.000	1.155
Agua	m3		0.00742	5.000	0.037
Ladrillos kk 18 huecos	Und.		37.350	1.140	42.579
					<b>50.262</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5	42.292	2.115
					<b>2.115</b>
<b>Costo unitario directo:</b>					<b>94.67</b>

Mortero con dosificación 1:4 con 25% de residuos de ladrillo

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46		EQ	9.46
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1	0.846	20.19	17.074
Peón	hh	2	1.691	14.91	25.218
					<b>42.292</b>
<b>Materiales</b>					
Residuos de ladrillo	m3		0.00466	30.932	0.144
Cemento Portland tipo I	bol		0.23826	27.000	6.433
Arena	m3		0.01203	80.000	0.962
Agua	m3		0.00742	5.000	0.037
Ladrillos kk 18 huecos	Und.		37.350	1.140	42.579
					<b>50.156</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5	42.292	2.115
					<b>2.115</b>
<b>Costo unitario directo:</b>					<b>94.56</b>

Mortero con dosificación 1:4 con 50% de residuos de ladrillo

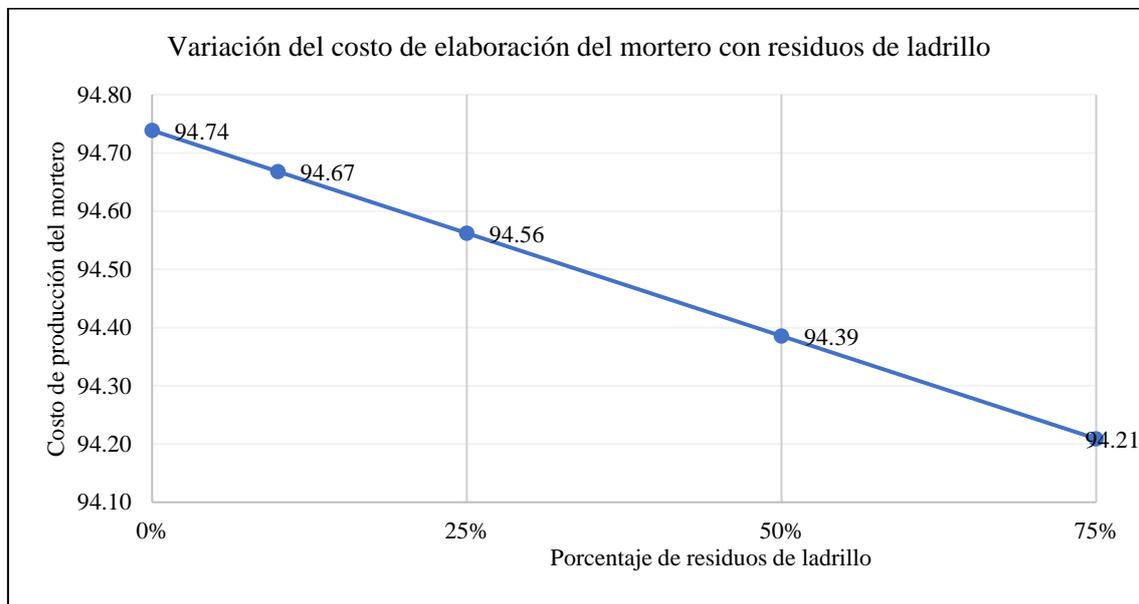
<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46		EQ	9.46
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1	0.846	20.19	17.074
Peón	hh	2	1.691	14.91	25.218
					<b>42.292</b>
<b>Materiales</b>					
Residuos de ladrillo	m3		0.00933	30.932	0.289
Cemento Portland tipo I	bol		0.23826	27.000	6.433
Arena	m3		0.00802	80.000	0.642
Agua	m3		0.00742	5.000	0.037
Ladrillos kk 18 huecos	Und.		37.350	1.140	42.579
					<b>49.979</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5	42.292	2.115
					<b>2.115</b>
<b>Costo unitario directo:</b>					<b>94.39</b>

Mortero con dosificación 1:4 con 75% de residuos de ladrillo

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46		EQ	9.46
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>					
Operario	hh	1	0.846	20.19	17.074
Peón	hh	2	1.691	14.91	25.218
					<b>42.292</b>
<b>Materiales</b>					
Residuos de ladrillo	m3		0.01399	30.932	0.433
Cemento Portland tipo I	bol		0.23826	27.000	6.433
Arena	m3		0.00401	80.000	0.321
Agua	m3		0.00742	5.000	0.037
Ladrillos kk 18 huecos	Und.		37.350	1.140	42.579
					<b>49.803</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5	42.292	2.115
					<b>2.115</b>
<b>Costo unitario directo:</b>					<b>94.21</b>

## 5.6. Comparación del costo de producción de mortero

Mortero ¼ cemento: arena sustituyendo la arena por residuos de ladrillo	Costo	Ahorro respecto al mortero convencional (%)	Ahorro en (S/)
0%	94.74	0.00%	0.00
10%	94.67	0.07%	0.07
25%	94.56	0.19%	0.18
50%	94.39	0.37%	0.35
75%	94.21	0.56%	0.53



Se logra menor costo de producción del mortero, al sustituir el 75% de arena por residuos de ladrillo, con ahorro de 0.53 soles por el asentado de 1 m<sup>2</sup> de pared. Pero para mortero estructural con el porcentaje óptimo de residuos de ladrillo triturado en la mezcla de mortero, 10% en remplazo de la arena, solo se alcanza un ahorro de 0.07 soles por m<sup>2</sup> de muro asentado, si bien el ahorro no es significativo, porque el costo que se ahorra supliendo la arena, se supe con el costo de los residuos de ladrillo, no obstante, si se considerase el ahorro en una edificación seria mayor.

*Anexo N° 6. Ensayos de laboratorio*



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

# ENSAYO DE AGREGADOS

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION



---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-63
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Tesis : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLO, BAMBAMARCA 2019"

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

Atención : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

Ubicación de Proyecto : FRUTILLO BAMBAMARCA

Material : AGREGADO FINO PARA CONCRETO

Muestreado por : SOLICITANTE

Ensayado por : G.R.R

Fecha de Ensayo: 3/02/2021

Turno: Diurno

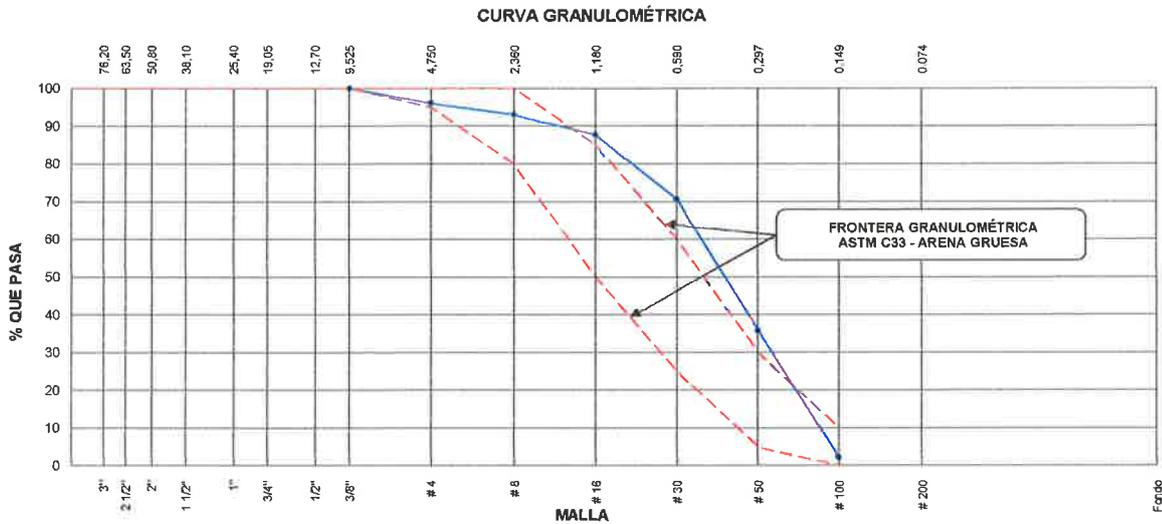
Código de Muestra : ---

Procedencia : CANTERA CONCHAN

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	45.0	3.91	3.91	96.09	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	35.0	3.04	6.95	93.05	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	62.0	5.38	12.33	87.67	50.00	85.00
# 30	600 µm	196.0	17.02	29.35	70.65	25.00	60.00
# 50	300 µm	402.0	34.91	64.26	35.74	5.00	30.00
# 100	150 µm	387.0	33.61	97.87	2.13	0.00	10.00
Fondo	-	24.5	2.13	100.00	0.00	-	-
						MF	2.15
						TMN	---



GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  <b>Erlin Clavo Rimarachin</b> LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  <b>Geremias Rimarachin Rimarachin</b> GERENTE GENERAL	Nombre y firma:  <b>HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77267





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (MTC E203)

**Tesis** "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLO, BAMBAMARCA 2019"

**Solicitante:** ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

**Realizado Por :** G.R.R

**Cantera:** CONCHAN

**Ing. Responsable :** H.C.R

**Muestra:** M-1

**Fecha :** 03-02-21

### DATOS DE LA MUESTRA

**Material:** Arena Zarandeada (agregado fino)

**Uso:** Agregado para concreto

**Ubicación de la Muestra :** Carretera a Tacabamba

**Tamaño Máximo:** 3/8"

#### PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	10683	10676	10678
PESO DEL MOLDE	gr.	3066	3066	3066
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	7617	7610	7612
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	5294	5294	5294
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1439	1437	1438
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,438 Kg/M<sup>3</sup></b>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	11407	11411	11418
PESO DEL MOLDE	gr.	3066	3066	3066
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	8341	8345	8352
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	5294	5294	5294
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1576	1576	1578
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,577 Kg/M<sup>3</sup></b>		

### OBSERVACIONES:

---



---



---



---



---



---

 LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267



	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-63
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Tesis : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLO, BAMBAMARCA 2019"

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA      Muestreado por : SOLICITANTE

Atención : ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA      Ensayado por : G.R.R

Ubicación de Proyecto : FRUTILLO - BAMBAMARCA      Fecha de Ensayo: 3/02/2021

Material : RESIDUOS DE LADRILLO      Turno: Diurno

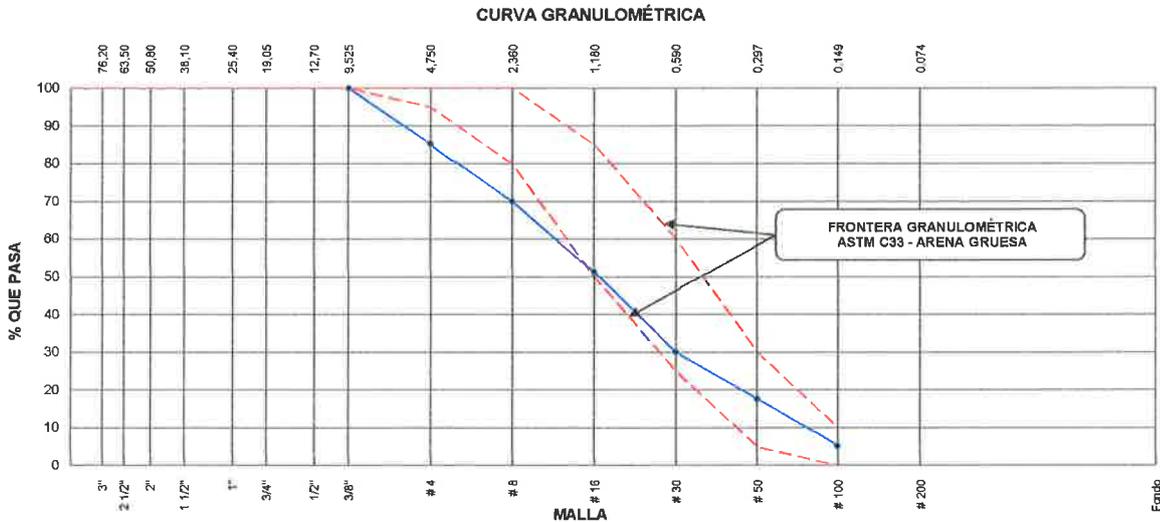
Código de Muestra : ---

Procedencia : RESIDUOS DE LADRILLO

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	124.0	14.76	14.76	85.24	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	129.0	15.36	30.12	69.88	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	157.0	18.69	48.81	51.19	50.00	85.00
# 30	600 µm	178.0	21.19	70.00	30.00	25.00	60.00
# 50	300 µm	104.0	12.38	82.38	17.62	5.00	30.00
# 100	150 µm	105.0	12.50	94.88	5.12	0.00	10.00
Fondo	-	43.0	5.12	100.00	0.00	-	-
						MF	3.41
						TMN	---



GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
<b>TECNICO LEM</b> <b>LABORATORIO</b> <b>INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <b>Erlin Clavo Rimarachin</b> <small>LABORATORISTA EN CEMENTO Y ESTALTO</small>	<b>JEFE LEM</b> <b>LABORATORIO</b> <b>INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <b>Geremias Rimarachin</b> <b>GERENTE GENERAL</b>	<b>CQC - LEM</b> <b>LABOR</b> <b>INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <b>HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN</b> <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77267</small>



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS**  
(ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

**Tesis** "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLO, BAMBAMARCA 2019"

**Solicitante :** ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**Realizado Por :** G.R.R

**Cantera :** RESIDUOS DE LADRILLO

**Ing. Responsable :** H.C.R

**Muestra :** M-1

**Fecha :** 03-02-21

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Material :** Arena Zarandeada (agregado fino)

**Uso:** Agregado para concreto

**Ubicación de la Muestra:** Frutillo Bambamarca

**Tamaño Máxlmo:** 3/8"

**HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO**

TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO	1000.00				PROMEDIO
TARRO + SUELO SECO	963.00				
AGUA	37.00				
PESO DEL TARRO	0.00				
PESO DEL SUELO SECO	963.00				
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.84				3.84


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS Y CONCRETOS Y PAVIMENTOS


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
*HENRY DAVID ERIC CLAVO RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (MTC E203)

**Tesis** "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLO, BAMBAMARCA 2019"

**Solicitante:** ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

**Realizado Por :** G.R.R

**Cantera:** RESIDUOS DE LADRILLO

**Ing. Responsable :** H.C.R

**Muestra:** M-1

**Fecha :** 03-02-21

### DATOS DE LA MUESTRA

**Material:** Arena Zarandeada (agregado fino)

**Uso:** Agregado para concreto

**Ubicación de la Muestra :** Frutillo Bambamarca

**Tamaño Máximo:** 3/8"

### PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	5830	5837	5840
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	3292	3299	3302
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1158	1160	1161
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,160 Kg/M<sup>3</sup></b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	6270	6265	6275
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	3732	3727	3737
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1312	1310	1314
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,312 Kg/M<sup>3</sup></b>		

### OBSERVACIONES:

---



---



---



---



---



---


**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Geremias Rimarachin Rimarachi*  
 GERENTE GENERAL


**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*MERRY DAVID CLAVO RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

**INFORME****Código****AE-FO-67****Versión****01****Fecha****30-04-2018****Página****1 de 1****DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO  
ASTM C128-15**

Tesis : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERIA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLO, BAMBAMARCA 2019"

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

Atención : ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

Ubicación del la muestra : FRUTILLO - BAMBAMARCA

Material : RESIDUOS DE LADRILLOS

Muestreado por : SOLICITANTE

Ensayado por : G.R.R

Fecha de Ensayo: 3/02/2021

Turno: Diurno

Código de Muestra : ---

Procedencia : RESIDUOS DE LADRILLOS

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

	IDENTIFICACIÓN	1	2	3	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	110.0	112.0	109.0	
B	Peso Frasco + agua	653.0	654.0	651.0	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	713.0	709.0	710.0	
D	Peso del Mat. Seco	108.5	110.2	107.6	
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)	2.170	1.933	2.152	2.085
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)	2.200	1.965	2.180	2.115
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)	2.600	2.600	2.600	2.600
	% Absorción = 100*(A-D)/D	1.4	1.6	1.3	1.4

**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC**

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b> <b>Erlin Clavo Rimarachin</b> LABORATORISTA SUJLOS CONCRETO Y HORMIGÓN	Nombre y firma:  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b> <b>Geremias Rimarachin Rimarachin</b> GERENTE GENERAL	Nombre y firma:  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b> <b>HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN</b> INGENIERO CIVIL Reg. GP N° 77262



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION”  
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE  
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS  
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

# ENSAYO DE MORTEROS

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Gerardo Rimarachin Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 77267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

**TESIS: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 6-02-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1			TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA GK/CM <sup>2</sup>
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)					
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	3	6-feb.-21	5,20	5,30	270	3	9,36	954,44	27,6	34,6
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	3	6-feb.-21	5,40	5,60	265	2	9,20	938,12	30,2	31,0
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	3	6-feb.-21	5,30	5,40	280	3	9,17	935,06	28,6	32,7
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	3	6-feb.-21	5,40	5,20	263	5	9,28	946,28	28,1	33,7
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	3	6-feb.-21	5,60	5,10	254	6	9,27	945,26	28,6	33,1
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	3	6-feb.-21	5,30	5,40	260	3	9,18	936,08	28,6	32,7

**PROMEDIO:**

**33.0**

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*) TIPO DE ROTURA

ASTM C39

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 R.O.C. CIP N° 7720?



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

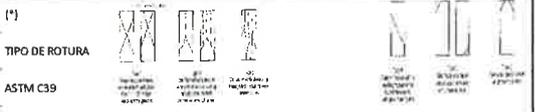
**TESIS: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 7-02-2021

**ELEMENTO (\*) CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1							
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA GK/CM <sup>2</sup>
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	3	7-feb.-21	5.30	5.30	275	4	9.55	973.81	28.1	34.7
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	3	7-feb.-21	5.62	5.60	270	5	10.62	1082.92	31.5	34.4
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	3	7-feb.-21	5.40	5.10	285	6	9.42	960.56	27.5	34.9
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	3	7-feb.-21	5.20	5.40	282	3	9.45	963.62	28.1	34.3
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	3	7-feb.-21	5.20	5.90	286	5	10.35	1055.39	30.7	34.4
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	3	7-feb.-21	5.26	5.40	276	6	9.70	989.11	28.4	34.8
<b>PROMEDIO:</b>												<b>34.5</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.



**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**TESIS: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 8-02-2021

ELEMENTO (s) **CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )				ADITIVO 1								
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	ANCHO	LARGO	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(dias)		(CM)	(CM)	(g)		(KN)	(KG)	(mm <sup>2</sup> )	GK/CM <sup>2</sup>
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	3	8-feb.-21	5.60	5.41	252	4	9.35	953.42	30.3	31.5
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	3	8-feb.-21	5.10	5.32	256	6	8.30	846.35	27.1	31.2
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	3	8-feb.-21	5.30	5.26	260	5	10.20	1040.09	27.9	37.3
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	3	8-feb.-21	5.20	5.32	245	3	9.60	978.91	27.7	35.4
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	3	8-feb.-21	5.21	5.25	263	6	9.40	958.52	27.4	35.0
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	3	8-feb.-21	5.36	5.23	258	5	8.90	907.53	28.0	32.4
<b>PROMEDIO:</b>												<b>34.1</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*) TIPO DE ROTURA  
ASTM C39



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
  
**Erlin Clavo Rimarachin**  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
  
**Geremias Rimarachin**  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
  
**HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**TESIS: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

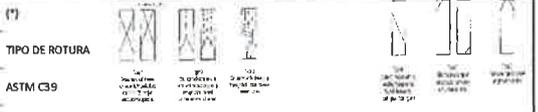
Fecha: 9-02-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

F'c (Kg/cm2)			ADITIVO 1									
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	ANCHO	LARGO	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(CM)	(CM)	(g)		(KN)	(KG)	(mm2)	KG/CM2
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	3	9-feb.-21	5.20	5.23	253	3	9.82	1001.35	27.2	36.8
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	3	9-feb.-21	5.40	5.63	242	2	10.03	1022.76	30.4	33.6
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	3	9-feb.-21	5.30	5.12	236	5	9.93	1012.56	27.1	37.3
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	3	9-feb.-21	5.20	5.36	261	6	10.11	1030.92	27.9	37.0
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	3	9-feb.-21	5.10	5.41	256	3	9.86	1005.42	27.6	36.4
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	3	9-feb.-21	5.32	5.23	275	4	9.92	1011.54	27.8	36.4
<b>PROMEDIO:</b>												<b>36.2</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Erlin Clavo Rimarachin**  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Geremias Rimarachin Rimarachin**  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**HENRY DANIEL CLAVO RIMARACHIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 639 N° 77262



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**TESIS: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

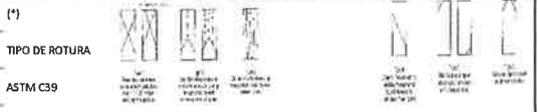
Fecha: 11-02-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

f'c (Kg/cm2)				ADITIVO 1								
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	ANCHO	LARGO	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(dias)		(CM)	(CM)	(g)		(KN)	(KG)	(mm2)	GK/CM2
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	3	11-feb.-21	5.30	5.40	254	4	5.06	515.97	28.6	18.0
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	3	11-feb.-21	5.60	5.30	263	6	5.65	576.13	29.7	19.4
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	3	11-feb.-21	5.20	5.20	245	45	5.20	530.24	27.0	19.6
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	3	11-feb.-21	5.30	5.10	235	3	5.15	525.15	27.0	19.4
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	3	11-feb.-21	5.40	5.60	241	5	5.30	540.44	30.2	17.9
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	3	11-feb.-21	5.60	5.70	230	3	4.95	504.75	31.9	15.8
<b>PROMEDIO:</b>												<b>18.9</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.



**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*HENRY DAVID C. RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.O. N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 10-02-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4**

ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1							
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA GK/CM <sup>2</sup>
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	7	10-feb.-21	5.30	5.30	275	4	14.68	1496.92	28.1	53.3
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	7	10-feb.-21	5.24	5.40	260	5	15.45	1575.44	28.3	55.7
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	7	10-feb.-21	5.26	5.20	250	3	15.20	1549.94	27.4	56.7
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	7	10-feb.-21	5.32	5.10	240	6	14.60	1488.76	27.1	54.9
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	7	10-feb.-21	5.21	5.20	256	3	15.30	1560.14	27.1	57.6
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	7	10-feb.-21	5.40	5.24	260	5	14.54	1482.64	28.3	52.4

**PROMEDIO:**

**55.6**

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 11-02-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1							
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (GK/CM <sup>2</sup> )
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	7	11-feb.-21	5.60	5.30	263	3	20.23	2062.85	29.7	69.5
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	7	11-feb.-21	5.50	5.20	256	2	19.44	1982.30	28.6	69.3
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	7	11-feb.-21	5.30	5.40	240	5	19.54	1992.49	28.6	69.6
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	7	11-feb.-21	5.20	5.60	250	3	19.90	2029.20	29.1	69.7
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	7	11-feb.-21	5.40	5.30	253	6	19.53	1991.47	28.6	69.6
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	7	11-feb.-21	5.30	5.10	263	4	18.36	1872.17	27.0	69.3
<b>PROMEDIO:</b>											<b>69.5</b>	

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*) TIPO DE ROTURA  
ASTM C39

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 12-02-2021

ELEMENTO (a)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (dias)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1							
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	CARGA GK/CM2
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	7	12-feb.-21	5.30	5.63	263	3	15.02	1531.59	29.8	51.3
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	7	12-feb.-21	5.20	5.25	254	5	16.54	1686.58	27.3	61.8
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	7	12-feb.-21	5.40	5.32	263	6	17.02	1735.53	28.7	60.4
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	7	12-feb.-21	5.60	5.45	253	4	17.68	1802.83	30.5	59.1
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	7	12-feb.-21	5.50	5.32	245	5	17.28	1762.04	29.3	60.2
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	7	12-feb.-21	5.42	5.26	263	6	15.02	1531.59	28.5	53.7
<b>PROMEDIO:</b>												<b>58.6</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*) TIPO DE ROTURA  
ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Erlin Clavo Rimarachin  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Geremias Rimarachin  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
HENRY DAVID RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 13-02-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

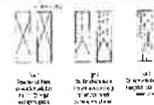
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1							
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	CARGA (GK/CM2)
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	7	13-feb.-21	5.30	5.23	265	4	13.18	1343.96	27.7	48.5
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	7	13-feb.-21	5.63	5.42	256	5	13.02	1327.65	30.5	43.5
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	7	13-feb.-21	5.25	5.36	253	6	13.50	1376.60	28.1	48.9
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	7	13-feb.-21	5.36	5.12	245	3	13.10	1335.81	27.4	48.7
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	7	13-feb.-21	5.26	5.63	253	2	12.90	1315.41	29.6	44.4
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	7	13-feb.-21	5.36	5.42	253	6	13.70	1396.99	29.1	48.1
<b>PROMEDIO:</b>												<b>46.8</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Gerenuas Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 15-02-2021

ELEMENTO (a) **CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1							
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KG/CM <sup>2</sup> )
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	7	15-feb.-21	5.20	5.26	235	3	9.96	1015.62	27.4	37.1
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	7	15-feb.-21	5.62	5.45	256	2	8.98	915.69	30.6	29.9
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	7	15-feb.-21	5.42	5.32	245	6	8.99	916.71	28.8	31.8
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	7	15-feb.-21	5.23	5.63	263	5	9.12	929.97	29.4	31.6
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	7	15-feb.-21	5.12	5.42	256	4	9.05	922.83	27.8	33.3
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	7	15-feb.-21	5.32	5.23	245	6	9.15	933.03	27.8	33.5
<b>PROMEDIO:</b>											<b>32.7</b>	

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*) TIPO DE ROTURA  
ASTM C39

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Gerenaas Rimarachin, Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 03-03-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4**

F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )			ADITIVO 1									
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	ANCHO	LARGO	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(CM)	(CM)	(g)		(KN)	(KG)	(mm <sup>2</sup> )	GK/CM <sup>2</sup>
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	28	3-mar.-21	5.30	5.20	275	3	31.80	3242.65	27.6	117.7
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	28	3-mar.-21	5.36	5.10	278	5	30.60	3120.28	27.3	114.1
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	28	3-mar.-21	5.24	5.40	265	6	31.95	3257.94	28.3	115.1
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	28	3-mar.-21	5.52	5.60	259	3	35.70	3640.33	30.9	117.8
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	28	3-mar.-21	5.36	5.30	260	4	32.05	3268.14	28.4	115.1
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	3-feb.-21	28	3-mar.-21	5.63	5.40	245	6	34.50	3517.97	30.4	115.7
<b>PROMEDIO:</b>												<b>116.0</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachi*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Erlin Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 04-03-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1							
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	CARGA GK/CM2
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	28	4-mar.-21	5.30	5.20	260	5	34,10	3477,18	27.6	126.2
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	28	4-mar.-21	5.40	5.40	250	6	36.05	3676.02	29.2	126.1
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	28	4-mar.-21	5.20	5.60	260	3	36.23	3694.37	29.1	126.9
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	28	4-mar.-21	5.10	5.30	250	4	33.65	3431.29	27.0	126.9
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	28	4-mar.-21	5.60	5.80	230	5	40.18	4097.15	32.5	126.1
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	4-feb.-21	28	4-mar.-21	5.12	5.40	245	6	34,32	3499,61	27,6	126,6
<b>PROMEDIO:</b>												<b>126.4</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

TIPO DE ROTURA: ASTM C39

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremías Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 05-03-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1							
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	CARGA GK/CM2
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	28	5-mar.-21	5.30	5.40	263	3	22.70	2314.72	28.6	80.9
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	28	5-mar.-21	5.60	5.60	260	6	23.75	2421.79	31.4	77.2
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	28	5-mar.-21	5.40	5.50	256	5	24.10	2457.48	29.7	82.7
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	28	5-mar.-21	5.20	5.80	240	4	23.88	2435.04	30.2	80.7
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	28	5-mar.-21	5.30	5.70	250	5	24.00	2447.28	30.2	81.0
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	5-feb.-21	28	5-mar.-21	5.60	5.30	253	6	23.71	2417.71	29.7	81.5
<b>PROMEDIO:</b>												<b>80.5</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*) TIPO DE ROTURA  
 ASTM C39

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 Erlin Clavo Rimarachin  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 06-03-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ADITIVO 1				TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA GK/CM <sup>2</sup>
					ANCHO (CM)	LARGO (CM)	PESO (g)						
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	28	6-mar.-21	5.60	5.30	260		3	16.82	1715.14	29.7	57.8
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	28	6-mar.-21	5.40	5.60	250		5	16.52	1684.54	30.2	55.7
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	28	6-mar.-21	5.30	5.40	245		6	16.20	1651.91	28.6	57.7
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	28	6-mar.-21	5.20	5.20	265		4	15.88	1619.28	27.0	59.9
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	28	6-mar.-21	5.30	5.30	285		2	15.93	1624.38	28.1	57.8
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	6-feb.-21	28	6-mar.-21	5.40	5.60	275		3	16.30	1662.11	30.2	55.0
<b>PROMEDIO:</b>												<b>57.8</b>	

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Gerardo Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 R.C. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO**

NORMA NTP 334 051

SOLICITANTE: ROSANI LUSBET IRIGOIN HERRERA

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.**

Fecha: 08-03-2021

ELEMENTO (s)

**CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS**

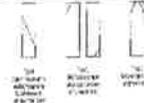
ITEM	ADITIVO 1											
	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	ANCHO	LARGO	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(dias)		(CM)	(CM)	(g)		(KN)	(KG)	(mm2)	GK/CM2
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	28	8-mar.-21	5.30	5.63	265	5	12.20	1244.03	29.8	41.7
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	28	8-mar.-21	5.60	5.40	256	3	10.88	1109.43	30.2	36.7
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	28	8-mar.-21	5.40	5.20	245	6	11.40	1162.46	28.1	41.4
4	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	28	8-mar.-21	5.50	5.50	230	4	11.85	1208.34	30.3	39.9
5	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	28	8-mar.-21	5.30	5.60	256	3	11.80	1203.25	29.7	40.5
6	CUBOS DE 50 mm DE LADO 75% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	8-feb.-21	28	8-mar.-21	5.40	5.30	265	5	10.85	1106.37	28.6	38.7
<b>PROMEDIO:</b>												<b>40.1</b>

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*HENRY DAVID ERIC RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



# INFORME DE ENSAYO

Código

SGC-F-28

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PILAS DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

Versión

01

Página

5 de 5

TESIS : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Ubicación : CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

TIPO DE LADRILLO

Fecha : 10/05/2021

FABRICACIÓN

MARCA

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁX. (kg)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO	FACTOR DE CORREC. EDAD-14 DÍAS	RESISTENCIA CORREGIDA  kg/cm <sup>2</sup>
		ANCHO (A)	ESPESOR (E)	ALTO (H)							
1	CONVENCIONAL	13.0	25.0	39.2	325.0	25430	78.2	1.57	0.80	1.10	68.86
2	CONVENCIONAL	13.5	25.3	39.6	341.6	26530	77.7	1.57	0.80	1.10	68.35
3	CONVENCIONAL	14.0	25.1	39.1	351.4	27480	78.2	1.56	0.80	1.10	68.82
PROMEDIO											68.68
DESV. ESTANDAR											0.28
<b>f'm</b>											<b>68.40</b>

OBSERVAC.: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde:  $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm<sup>2</sup>) (o Pa.10<sup>6</sup>).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm<sup>2</sup>.

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
LABORATORISTA SUJECOS CONCRETO Y ASTALTO

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Gerardo Rimarachin Rimarachin*  
CORRENTE GENERAL

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77262

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	Código	SGC-F-28
	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PILAS DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017</b>	Versión	01
		Página	5 de 5

TESIS : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Ubicación : CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

TIPO DE LADRILLO

Fecha : 10/05/2021

FABRICACIÓN

MARCA

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁX. (kg)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO	FACTOR DE CORREC. EDAD-14 DIAS	RESISTENCIA CORREGIDA  kg/cm <sup>2</sup>
		ANCHO (A)	ESPESOR (E)	ALTO (H)							
1	PILAS 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.1	25.1	39.6	328.8	26342	80.1	1.58	0.80	1.10	70.50
2	PILAS 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.4	25.4	39.5	339.7	27175	80.0	1.56	0.80	1.10	70.40
3	PILAS 10% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.9	25.2	39.2	349.6	27985	80.1	1.56	0.80	1.10	70.45
PROMEDIO											70.45
DESV. ESTANDAR											0.05
<b>f'm</b>											<b>70.40</b>

OBSERVAC.: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde:  $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm<sup>2</sup>) (o Pa.10<sup>6</sup>).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm<sup>2</sup>.

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267



# INFORME DE ENSAYO

Código

SGC-F-28

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PILAS DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

Versión

01

Página

5 de 5

TESIS : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Ubicación : CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

TIPO DE LADRILLO

Fecha : 10/05/2021

FABRICACIÓN

MARCA

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁX. (kg)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO	FACTOR DE CORREC. EDAD-14 DIAS	RESISTENCIA CORREGIDA  kg/cm <sup>2</sup>
		ANCHO (A)	ESPESOR (E)	ALTO (H)							
1	PILA 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.2	25.6	39.5	338.3	25060	74.1	1.54	0.80	1.10	65.18
2	PILA 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.5	25.4	39.6	342.4	25325	74.0	1.56	0.80	1.10	65.10
3	PILA 25% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.6	25.4	39.4	345.6	25585	74.0	1.55	0.80	1.10	65.15
PROMEDIO											65.14
DESV. ESTANDAR											0.04
<b>f'm</b>											<b>65.10</b>

OBSERVAC.: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde:  $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm<sup>2</sup>) (o Pa.10<sup>6</sup>).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm<sup>2</sup>.

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAG  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAG  
*Gerencias Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAG  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

	<b>INFORME DE ENSAYO</b>		Código	SGC-F-28
	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PILAS DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017</b>		Versión	01
			Página	5 de 5

TESIS : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Ubicación : CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

TIPO DE LADRILLO

Fecha : 10/05/2021

FABRICACIÓN

MARCA

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁX. (kg)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	ESBELTEZ	FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO	FACTOR DE CORREC. EDAD-14 DIAS	RESISTENCIA CORREGIDA  kg/cm <sup>2</sup>
		ANCHO (A)	ESPESOR (E)	ALTO (H)							
1	PILA 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.2	25.4	39.5	335.4	17480	52.1	1.56	0.80	1.10	45.86
2	PILA 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.5	25.6	39.4	346.4	17840	51.5	1.54	0.80	1.10	45.32
3	PILA 50% DE ADICION DE RESIDUOS DE LADRILLOS	13.6	25.4	39.6	345.7	19570	56.6	1.56	0.80	1.10	49.82
PROMEDIO											47.00
DESV. ESTANDAR											2.46
<b>f'm</b>											<b>44.55</b>

OBSERVAC.: Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.  
Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde:  $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm<sup>2</sup>) (o Pa.10<sup>4</sup>).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm<sup>2</sup>.

  
**LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CLASIFICACIÓN Y ASFALTO

  
**LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Gerardo Rimarachin Kimatachin*  
 GERENTE GENERAL

  
**LABORATORIO  
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP N° 77267



# INFORME DE ENSAYO

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

Código	SGC-F-28
Versión	01
Página	5 de 5

Proyecto : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Ubicación : CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

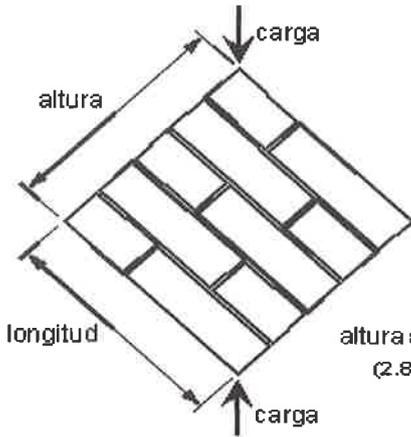
Fecha : 19/07/2021

TIPO DE LADRILLO

FABRICACIÓN

MARCA

N° MUESTRA	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm²) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
	LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm²	Kpa
MURETE 28 DIAS	60.00	12.50	61.00	86.00	1075.00	8500	8.30	8.14E+02
MURETE 28 DIAS	60.20	12.30	62.00	86.20	1060.26	8445	8.36	8.20E+02
MURETE 28 DIAS	60.02	12.40	60.50	86.30	1070.12	8480	8.32	8.16E+02
PROMEDIO ( $\bar{V}_m$ )							8.3	8.17E+02
DESV. ESTANDAR (S)							0.0	3.07
<b>V'm</b>							<b>8.3</b>	<b>8.14E+02</b>



altura ≈ longitud  
(2.8.2.1)

Factor Incremento por edad(28 días) = 1.05

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A_{diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

$\bar{V}_m$  = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².

W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte.

Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.

Según lo indicado por el solicitante, la muestra es Tipo King Kong 30% vacíos; Marca Lark.

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Erlin Clavo Rimarachin  
MANEJO DE MUESTRA SUELOS CONCRETOS Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Erlin Clavo Rimarachin  
CLIENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267



<b>INFORME DE ENSAYO</b>  <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL</b> <b>MURETES DE ALBAÑILERÍA</b> <b>NTP 339.613: 2017</b>	Código	SGC-F-28
	Versión	01
	Página	5 de 5

TESIS : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Ubicación : CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

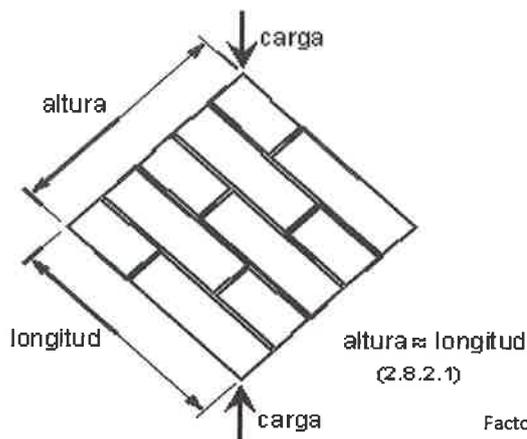
Fecha : 19/07/2021

TIPO DE LADRILLO

FABRICACIÓN

MARCA

N° MUESTRA	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm <sup>2</sup> ) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
	LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm <sup>2</sup>	Kpa
MURETE 28 DIAS 10% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.23	12.60	62.20	86.30	1087.38	8650	8.35	8.19E+02
MURETE 28 DIAS 10% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.30	12.40	62.50	86.40	1071.36	8570	8.40	8.24E+02
MURETE 28 DIAS 10% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.40	12.30	62.40	86.60	1065.18	8540	8.42	8.26E+02
PROMEDIO ( $\bar{V}_m$ )							8.4	8.23E+02
DESV. ESTANDAR (S)							0.0	3.31
<b>V'm</b>							<b>8.4</b>	<b>8.19E+02</b>



Factor Incremento por edad(28 días) = 1.05

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A_{diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm<sup>2</sup>.

$\bar{V}_m$  = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm<sup>2</sup>.

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm<sup>2</sup>.

1MPa = 10.2 kg/cm<sup>2</sup>

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte.

Se ensayaron Muretes, con esquinas reñrentado con yeso cemento.

Según lo indicado por el solicitante, la muestra es Tipo King Kong 30% vacíos; Marca Lark

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Erlin Clavo Rimarachin  
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
HENRY DAVID ELAÑO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 77267



<b>INFORME DE ENSAYO</b>  <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL</b> <b>MURETES DE ALBAÑILERÍA</b> <b>NTP 339.613: 2017</b>	Código	SGC-F-28
	Versión	01
	Página	5 de 5

TESIS : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Ubicación : CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

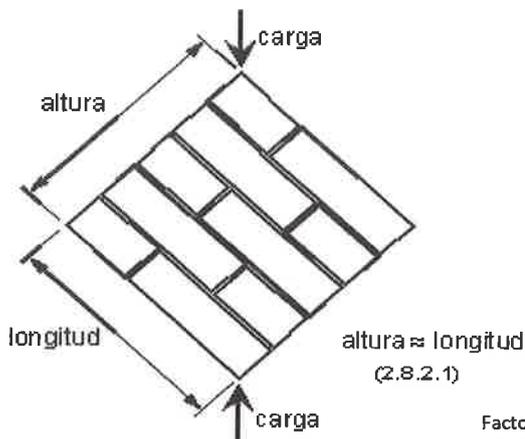
Fecha : 19/07/2021

TIPO DE LADRILLO

FABRICACIÓN

MARCA

N° MUESTRA	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm²) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
	LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm²	Kpa
MURETE 28 DIAS 25% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.32	12.50	62.52	86.52	1081.50	8340	8.10	7.94E+02
MURETE 28 DIAS 25% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.52	12.60	62.35	86.30	1087.38	8430	8.14	7.98E+02
MURETE 28 DIAS 25% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.41	12.40	62.41	86.20	1068.88	8270	8.12	7.97E+02
PROMEDIO ( $\bar{V}_m$ )							8.1	7.96E+02
DESV. ESTANDAR (S)							0.0	2.14
<b>V'm</b>							<b>8.1</b>	<b>7.94E+02</b>



Factor Incremento por edad(28 días) = 1.05

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A \text{ diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

$\bar{V}_m$  = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².

W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte.

Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.

Según lo indicado por el solicitante, la muestra es Tipo King Kong 30% vacíos; Marca Lark

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Erlin Clavo Rimarachin**  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Germanas Rimarachin Rimarachin**  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. (I.P. N° 7726)



<b>INFORME DE ENSAYO</b>  <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL</b> <b>MURETES DE ALBAÑILERÍA</b> <b>NTP 339.613: 2017</b>	Código	SGC-F-28
	Versión	01
	Página	5 de 5

TESIS : "EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Ubicación : CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019.

Solicitante : ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA

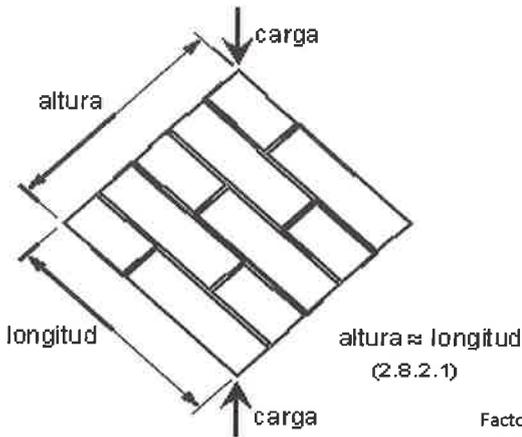
Fecha : 19/07/2021

TIPO DE LADRILLO

FABRICACIÓN

MARCA

N° MUESTRA	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm²) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
	LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm²	Kpa
MURETE 28 DIAS 50% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.32	12.60	62.52	86.52	1090.15	6230	6.00	5.88E+02
MURETE 28 DIAS 50% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.52	12.30	62.30	86.36	1062.23	6170	6.10	5.98E+02
MURETE 28 DIAS 50% ADICIONANDO RESIDUOS DE LADRILLO	60.41	12.40	62.60	86.41	1071.48	6220	6.10	5.98E+02
PROMEDIO ( $\bar{V}_m$ )							6.1	5.95E+02
DESV. ESTANDAR (S)							0.1	5.47
<b>V'm</b>							<b>6.0</b>	<b>5.89E+02</b>



Factor Incremento por edad(28 días) = 1.05

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A \text{ diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

$\bar{V}_m$  = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².

W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte.

Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.

Según lo indicado por el solicitante, la muestra es Tipo King Kong 30% vacíos; Marca Lark

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Erlin Clavo Rimarachin  
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

*Anexo N° 7. Certificados del laboratorio*



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-377-2021

Página: 1 de 3

**Expediente** : 093-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-07-12

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y  
CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJÁMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : NO INDICA  
**Número de Serie** : NO INDICA  
**Alcance de Indicación** : 30 000 g  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 1 g  
**División de Escala Real (d)** : 1 g  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Identificación** : 2  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2021-07-08

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

### 3. Método de Calibración

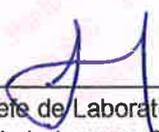
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,4	19,7
Humedad Relativa	68,5	69,5

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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

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

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

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g		Carga L2= 30 000 g			
	I (g)	ΔL (g)	I (g)	ΔL (g)		
	E (g)		E (g)			
	Temp. (°C)		Inicial 19,6	Final 19,7		
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
2	15 000	0,6	-0,1	29 999	0,7	-1,2
3	15 000	0,9	-0,4	29 999	0,6	-1,1
4	14 999	0,7	-1,2	30 000	0,9	-0,4
5	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,7	-0,2
7	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,6	-0,1	29 999	0,7	-1,2
9	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,9	-0,4
10	14 999	0,7	-1,2	30 000	0,6	-0,1
Diferencia Máxima			1,1	1,1		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-376-2021

Página: 1 de 3

**Expediente** : 093-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-07-12

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y  
CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO, 792 - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**  
**Marca** : OHAUS  
**Modelo** : R21PE30ZH  
**Número de Serie** : 47537336  
**Alcance de Indicación** : 30 000 g  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 10 g  
**División de Escala Real (d)** : 1 g  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Identificación** : 1  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2021-07-08

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
JR. CAJAMARCA NRO, 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-376-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,0	19,2
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 980 g para una carga de 30 000 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g		Carga L2= 30 000 g			
	I (g)	ΔL (g)	I (g)	ΔL (g)		
	Temp. (°C)		Temp. (°C)			
			Inicial	Final		
			19,2	19,1		
1	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,7	0,8
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
3	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,8	0,7
4	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,7	0,8
5	15 001	0,8	0,7	30 001	0,6	0,9
6	15 001	0,6	0,9	30 001	0,8	0,7
7	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,9	0,6
8	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,8	0,7
9	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima			1,3	1,3		
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 973 - 2021

Página : 1 de 4

**Expediente** : 093-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-07-12

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : ESTUFA  
**Indicación** : DIGITAL  
**Marca del Equipo** : NO INDICA  
**Modelo del Equipo** : JLA-01  
**Serie del Equipo** : JHE-012  
**Capacidad del Equipo** : 80 L  
**Marca de indicador** : AUTONICS  
**Modelo de indicador** : TCN4S  
**Serie de indicador** : NO INDICA  
**Temperatura calibrada** : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA  
08 - JULIO - 2021

**4. Método de Calibración**  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,7	19,1
Humedad %	69	69

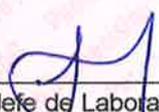
**7. Conclusiones**

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

**8. Observaciones**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 973 - 2021

Página : 2 de 4

### CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	109	107,4	110,9	113,4	110,9	111,5	109,5	111,5	111,3	113,4	112,6	111,2	6,0
2	109	107,5	111,0	113,4	110,9	111,8	109,1	111,6	111,5	113,0	112,4	111,2	5,9
4	109	107,5	111,1	114,6	111,1	111,4	109,3	111,8	111,4	113,8	112,8	111,5	7,1
6	109	107,5	111,3	113,7	111,4	111,4	109,3	111,8	111,6	114,2	112,5	111,5	6,7
8	110	107,6	111,5	113,6	111,5	111,8	110,1	112,4	111,7	113,4	112,4	111,6	6,0
10	110	107,8	111,6	113,8	111,6	111,2	109,8	112,5	111,9	113,3	112,4	111,6	6,0
12	109	107,8	111,5	113,8	111,4	111,8	109,9	112,5	111,9	113,8	112,8	111,7	6,0
14	110	107,8	111,1	114,6	110,9	111,5	109,8	111,5	111,6	113,7	112,5	111,5	6,8
16	109	107,5	111,0	113,6	110,9	111,4	109,1	112,4	111,5	113,3	112,7	111,3	6,1
18	109	107,8	110,9	113,8	111,4	111,8	109,8	111,6	111,3	113,4	112,6	111,4	6,0
20	110	107,8	111,1	113,7	111,5	111,4	109,5	112,5	111,9	113,8	112,7	111,6	6,0
22	109	107,6	111,0	113,6	111,1	111,2	109,8	112,4	111,5	113,3	112,4	111,4	6,0
24	109	107,4	111,1	114,6	111,5	111,5	109,3	111,5	111,6	114,2	112,5	111,5	7,2
26	110	107,4	111,6	113,7	110,9	111,5	109,1	111,8	111,4	113,4	112,8	111,4	6,3
28	109	107,6	111,3	113,4	111,5	111,2	109,8	111,6	111,3	113,4	112,6	111,4	5,8
30	110	107,5	111,1	113,7	111,1	111,8	109,5	111,8	111,6	113,0	112,5	111,4	6,2
32	109	107,6	111,0	114,6	111,4	111,4	109,1	111,5	111,5	113,8	112,4	111,4	7,0
34	110	107,4	110,9	113,6	110,9	111,4	109,3	111,6	111,3	113,7	112,7	111,3	6,3
36	109	107,6	111,6	113,4	110,9	111,4	110,1	111,5	111,4	113,4	112,8	111,4	5,8
38	110	107,5	110,9	113,6	111,1	111,3	109,1	111,5	111,5	114,2	112,6	111,3	6,7
40	109	107,4	111,5	114,6	110,9	111,2	110,1	111,6	111,3	113,8	112,7	111,5	7,2
42	111	107,4	111,0	113,8	110,9	111,8	109,5	112,4	111,7	113,7	112,6	111,5	6,4
44	110	107,5	111,6	113,4	111,1	111,5	109,1	111,5	111,4	113,0	112,4	111,3	5,9
46	111	107,4	111,1	113,4	110,9	111,2	109,3	111,6	111,7	113,8	112,4	111,3	6,4
48	109	107,6	111,3	113,7	111,4	111,8	109,5	111,8	111,3	113,4	112,6	111,4	6,1
50	110	107,5	110,9	114,6	111,1	111,3	109,5	111,5	111,5	113,3	112,9	111,4	7,1
52	110	107,4	111,6	113,4	110,9	111,5	109,5	111,5	111,3	113,4	112,4	111,3	6,0
54	109	107,5	111,1	114,6	111,4	111,8	109,1	111,6	111,4	113,0	112,4	111,4	7,1
56	110	107,4	111,0	113,4	111,5	111,5	109,5	111,5	111,5	113,4	112,7	111,3	6,0
58	109	107,6	111,6	113,7	111,1	111,3	109,9	111,8	111,3	113,3	112,9	111,5	6,1
60	111	107,8	111,0	113,8	111,1	111,3	109,1	112,4	111,6	113,0	112,8	111,4	6,0
<b>T. PROM</b>	109,6	107,6	111,2	113,8	111,2	111,5	109,5	111,8	111,5	113,5	112,6	111,4	
<b>T. MAX</b>	111,0	107,8	111,6	114,6	111,6	111,8	110,1	112,5	111,9	114,2	112,9		
<b>T. MIN</b>	109,0	107,4	110,9	113,4	110,9	111,2	109,1	111,5	111,3	113,0	112,4		
<b>DTT</b>	2,0	0,4	0,7	1,2	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	1,2	0,5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	107,4	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,2	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,3	0,3
Estabilidad Media (±)	0,6	0,02
Uniformidad Media	7,2	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición  
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

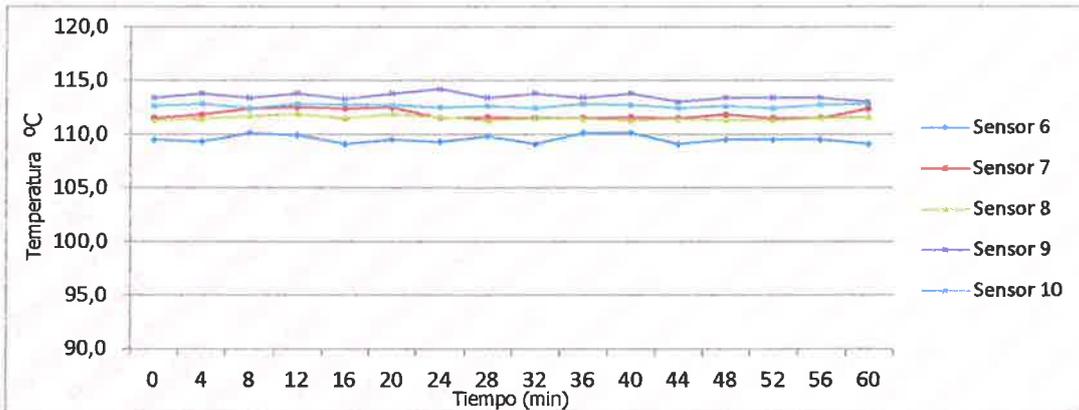
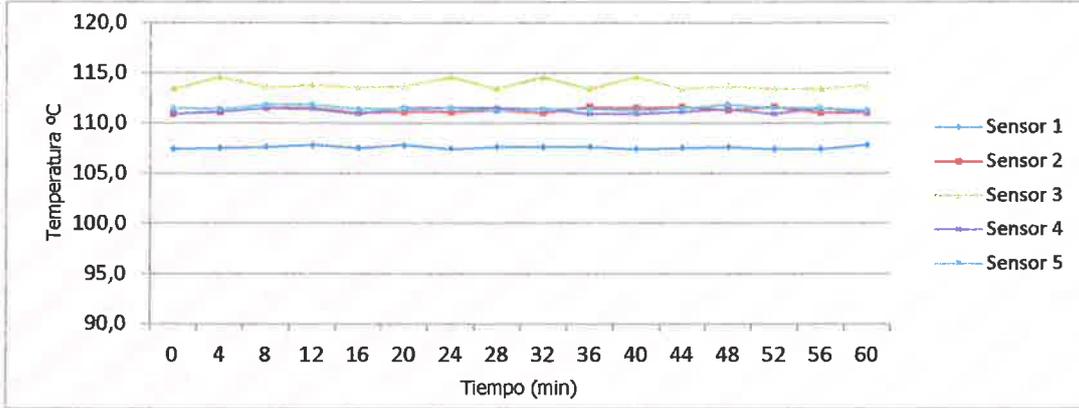
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

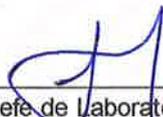
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

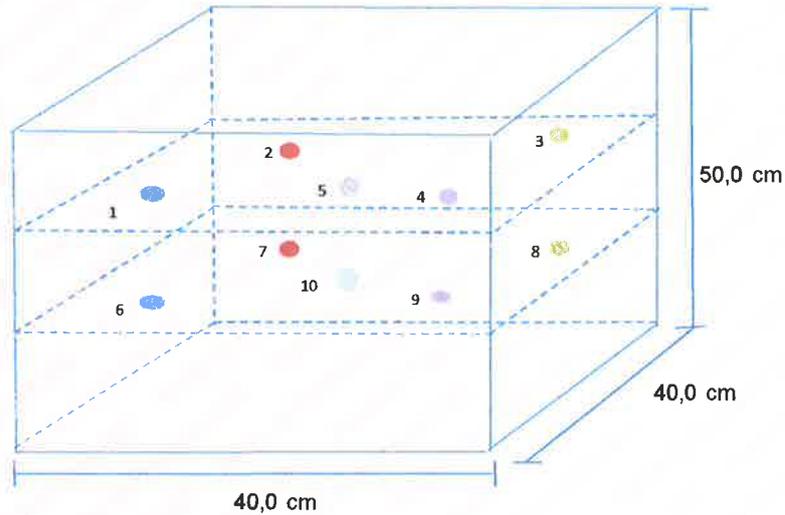
# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 973 - 2021

Página : 4 de 4

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 342 - 2021**

Expediente : 093-2021  
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : NO INDICA  
Modelo de Prensa : JPSH-01  
Serie de Prensa : JCB-012  
Capacidad de Prensa : 100 t  
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : HIGH WEIGHT  
Modelo de Indicador : 315-X5  
Serie de Indicador : 0215629  
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Transductor : ZEMIC  
Modelo de Transductor : YB15  
Serie de Transductor : 4439  
Código de Identificación : NO INDICA

Bomba Hidraulica : MANUAL

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA  
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración

La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	17,5	17,4
Humedad %	63	64

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



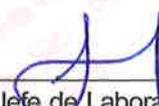
  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10022	10028	-0,22	-0,28	10024,6	-0,25	-0,06
20000	20061	20052	-0,31	-0,26	20056,7	-0,28	0,04
30000	30167	30136	-0,56	-0,45	30151,2	-0,50	0,10
40000	40274	40256	-0,69	-0,64	40265,2	-0,66	0,04
50000	50334	50366	-0,67	-0,73	50349,8	-0,69	-0,06
60000	60492	60502	-0,82	-0,84	60496,6	-0,82	-0,02
70000	70637	70631	-0,91	-0,90	70634,4	-0,90	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9897x + 131,52$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

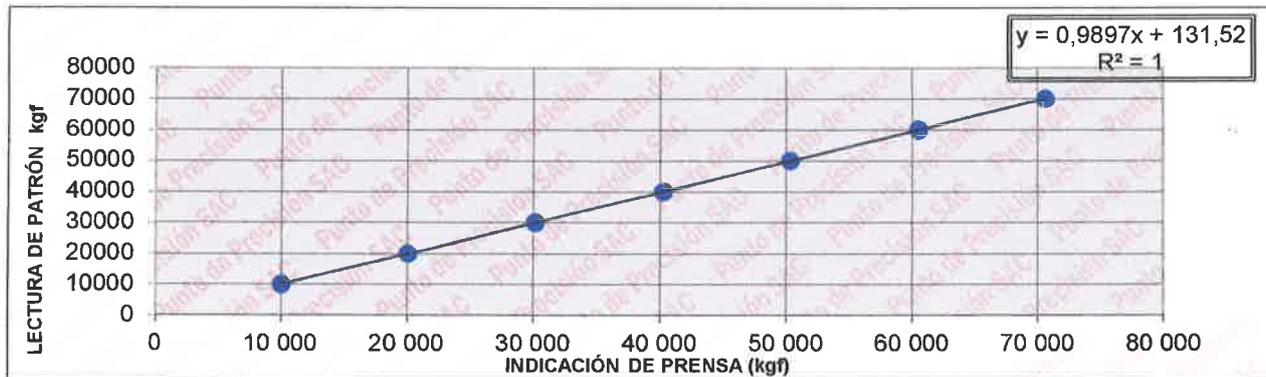
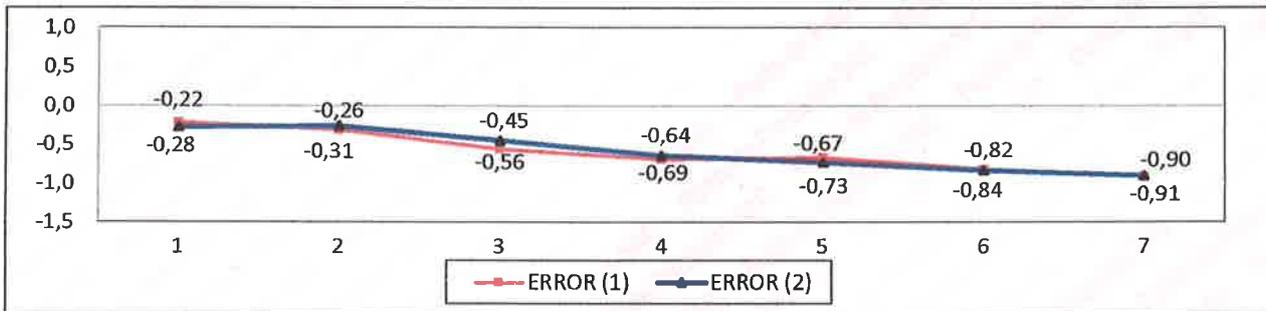
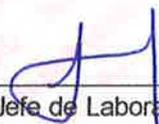


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



## CONSTANCIA

El que suscribe Mg. Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo, **JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota:

## HACE CONSTAR

Que el bachiller: **ROSANI LUSBET IRIGOÍN HERRERA**, ha presentado la tesis denominada: **“EVALUACIÓN DEL MORTERO DE ALBAÑILERÍA REEMPLAZANDO PARCIALMENTE ARENA POR RESIDUOS DE LADRILLOS DEL CASERÍO EL FRUTILLO, BAMBAMARCA, 2019”**, para la verificación de su contenido en el programa antiplagio Turnitin de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, indicando que la misma tiene un 14 % de similitud, estando dentro del límite permitido (25%) establecido en acápite g del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Sin otro particular.

Colpa Matara, 24 de agosto del 2022.

Miguel Angel SILVA TARRILLO  
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo  
Jefe de la unidad de investigación  
FCI-UNACH