



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES  
MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL  
AÑADIENDO CONCRETO TRITURADO  
SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA**

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

**Autor:**

**Bach. Sanchez Arbaiza Heyner Ricardo**

**<https://orcid.org/0000-0001-9725-1591>**

**Asesor:**

**Mg. Ordinola Luna Efrain**

**<https://orcid.org/0000-0002-5358-4607>**

**Línea de Investigación**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel - Perú**

**2023**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL LADRILLO  
ARTESANAL AÑADIENDO CONCRETO TRITURADO SUSTITUYENDO  
PARCIALMENTE LA ARCILLA**

**Aprobación del jurado**

---

Dr. Marin Bardales Noe Humberto

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Mg. Ordinola Luna Efrain

**Vocal del Jurado de Tesis**



Universidad  
Señor de Sipán

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quién suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL AÑADIENDO CONCRETO TRITURADO SUSTITUYENDO PARCIALMENTE LA ARCILLA**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en el documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Sanchez Arbaiza Heyner Ricardo	72707510	
--------------------------------	----------	--

Pimentel, 27 de Abril del 2023.

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia y a todas las personas que me han apoyado y han hecho posible que esta tesis de investigación se realice.

Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

## **Agradecimiento**

A Dios, por guiarme correctamente para alcanzar mis metas, por mantener la fe, fuerza, conservarme con salud y valor durante todo el curso de nuestra vida.

A mis padres y a mi tío por brindarme su apoyo incondicional en el trascurso de mi desarrollo profesional.

A cada uno de los profesores de la Universidad Señor de Sipán, por brindarme en el trascurso de la carrera profesional los conocimientos, para así de esa manera contribuir con el desarrollo de nuestra nación.

En general, a cada una de las personas que han sido participe en nuestra vida profesional y están siempre apoyándonos de manera incondicional.

Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

## Índice

Dedicatoria .....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice.....	VI
Índice de tablas.....	VII
Índice de figuras .....	VIII
Resumen .....	IX
Abstract .....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Hipótesis .....	17
1.4. Objetivos.....	17
Objetivo general .....	17
Objetivos específicos .....	17
1.5. Teorías relacionadas al tema .....	18
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	24
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	24
2.2. Variables y operacionalización.....	24
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	26
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	29
2.5. Procedimientos de análisis de datos .....	39
2.6. Criterios éticos .....	40
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
3.1. Resultados.....	41
3.2. Discusión de resultados .....	57
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	59
4.1. Conclusiones.....	60
4.2. Recomendaciones.....	62
Referencias .....	63
ANEXOS.....	69

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Cantidad de muestras de ladrillo patrón para la presente tesis	25
<b>Tabla 2:</b> Cantidad de muestras de ladrillo con adición de concreto triturado	27
<b>Tabla 3:</b> Operacionalización de la variable	28
<b>Tabla 4:</b> Análisis de Varianza para determinar el porcentaje de absorción	29
<b>Tabla 5:</b> Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje de absorción	30
<b>Tabla 6:</b> Análisis de varianza para determinar el alabeo cara superior	31
<b>Tabla 7:</b> Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el alabeo	32
<b>Tabla 8:</b> Análisis de varianza para determinar el alabeo cara inferior	32
<b>Tabla 9:</b> Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el alabeo	33
<b>Tabla 10:</b> Análisis de varianza para determinar la resistencia al corte	34
<b>Tabla 11:</b> Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar la resistencia al corte	34
<b>Tabla 12:</b> Análisis de varianza para determinar la resistencia de las pilas	35
<b>Tabla 13:</b> Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar la resistencia de las pilas	36
<b>Tabla 14:</b> Análisis de varianza para determinar la resistencia de la unidad	36
<b>Tabla 15:</b> Prueba de comparación de medias (TUKEY) para resistencia	37
<b>Tabla 16:</b> Análisis de varianza para determinar la succión	38
<b>Tabla 17:</b> Prueba de comparación de medias (TUKEY) para succión	39
<b>Tabla 18:</b> Resultados de análisis de alabeo	43

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Diagrama de flujo de procesos para el procedimiento de análisis de datos	40
<b>Figura 2:</b> Distribución granulométrica del material para los ladrillos de arcilla	41
<b>Figura 3:</b> Variación dimensional de la muestra patrón	42
<b>Figura 4:</b> Absorción de la muestra patrón	44
<b>Figura 5:</b> Succión de la muestra patrón	44
<b>Figura 6:</b> Resistencia $f'_b$ de la muestra patrón	45
<b>Figura 7:</b> Resistencia $f'_m$ de la muestra patrón	46
<b>Figura 8:</b> Resistencia $V'_m$ de la muestra patrón	46
<b>Figura 9:</b> Variación dimensional de las muestras con CT	48
<b>Figura 10:</b> Alabeo de las muestras con CT	49
<b>Figura 11:</b> Absorción de las muestras con CT	50
<b>Figura 12:</b> Succión de las muestras con CT	51
<b>Figura 13:</b> Resistencia $f'_b$ de las muestras con CT	52
<b>Figura 14:</b> Resistencia $f'_m$ de las muestras con CT	53
<b>Figura 15:</b> Resistencia $V'_m$ de las muestras con CT	54
<b>Figura 16:</b> Resistencias $f'_b$ de todas las muestras	55
<b>Figura 17:</b> Resistencias $f'_m$ de todas las muestras	55
<b>Figura 18:</b> Resistencias $V'_m$ de todas las muestras	56



## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla. Así mismo, la metodología de investigación fue del tipo aplicada y su diseño fue experimental. La muestra estuvo conformada por unidades de arcilla, denominadas patrón, como también de unidades con CT en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 30%, siendo en total 240 ladrillos. Los resultados estuvieron en relación al desarrollo de cada uno de los objetivos específicos, comenzando con el análisis de las propiedades físicas del material con el que se elaboró el ladrillo artesanal, determinándose en este caso un componente del tipo arcilloso de alta plasticidad. Posteriormente se establecieron las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal patrón, fijándose la capacidad de eflorescencia, variación dimensional, alabeo, absorción y succión en el aspecto físico; mientras en el comportamiento mecánico fue la resistencia a la compresión de unidades ( $f'_{b}$ ), la resistencia a la compresión axial en pilas ( $f'_{m}$ ) y la resistencia de la albañilería al corte ( $V'_{m}$ ). Luego se determinaron las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal incorporando 10%, 15%, 20% y 30% de CT, entre todos los porcentajes las propiedades físicas fueron muy similares, mientras que en el desempeño mecánico destacó significativamente el rango de 20% de CT. Concluyéndose que las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal patrón con respecto al añadido con CT, el porcentaje óptimo es 20% de CT, pues mostró mejores propiedades mecánicas en relación a las demás adiciones, incluyendo el ladrillo patrón.

**Palabras clave:** Absorción, alabeo, concreto triturado, ladrillo, resistencia.

## Abstract

The objective of this research was to evaluate the mechanical properties of handmade brick by adding crushed concrete as a partial substitute for clay. Likewise, the research methodology was of the applied type and its design was experimental. The sample consisted of clay units, called standard, as well as units with TC in percentages of 10%, 15%, 20% and 30%, totaling 240 bricks. The results were related to the development of each of the specific objectives, beginning with the analysis of the physical properties of the material with which the handmade brick was made, determining in this case a component of the clayey type of high plasticity. Subsequently, the physical and mechanical properties of the standard handmade brick were established, establishing the efflorescence capacity, dimensional variation, warping, absorption and suction in the physical aspect; while in the mechanical behavior it was the unit compressive strength ( $f'b$ ), the axial compressive strength in piles ( $f'm$ ) and the shear strength of the masonry ( $V'm$ ). Then, the physical and mechanical properties of the handmade brick were determined by incorporating 10%, 15%, 20% and 30% of TC; among all the percentages, the physical properties were very similar, while in the mechanical performance, the range of 20% TC stood out significantly. It was concluded that the mechanical properties of the standard artisan brick with respect to the one added with TC, the optimum percentage is 20% TC, since it showed better mechanical properties in relation to the other additions, including the standard brick.

**Keywords:** Absorption, warping, crushed concrete, brick, resistance.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Las actividades de construcción, sobre todo en el desarrollo de edificaciones convencionales y tradicionales, demandan una gran cantidad de materiales, ya que el componente más efectivo y significativo de cualquier construcción de este tipo es la unidad de albañilería [1]; y como existe una gran demanda de los bloques de ladrillos debido al aumento de la población, por la protección del medio ambiente y una construcción sostenible, se han hecho muchos estudios de ladrillos añadiendo materiales de origen natural, artificial y compuesto [2]; estos estudios tienen una gran propuesta ya que gracias a estas indagaciones, se pueden producir ladrillos con peso ligero, bajo costo y sobre todo sostenibles, pero también manteniendo las normas y especificaciones en lo que corresponde a edificaciones [3].

En tanto, las construcciones de albañilería se complementan con los agregados, además del cemento, acero y agua [4]; por lo que la energía consumida en la producción y adquisición de estos materiales es considerable, lo que finalmente genera impactos negativos en el medio ambiente [5]; en ese contexto, es necesario conocer inicialmente las propiedades de estos materiales mediante la caracterización de las propiedades tanto físicas como mecánicas [6], sobre todo si se van a incluir otros materiales como los provenientes de desecho o reciclaje como materiales de origen cerámico y/o desperdicios como el concreto triturado [7].

En ese sentido, para saber que materiales se pueden usar como adición o como reemplazo parcial y/o total de la arcilla en los bloques de ese tipo de material, es necesario conocer la composición de la mampostería [8]; el cual es un elemento heterogéneo que comprende unidades de ladrillo macizo de arcilla y juntas de mortero

que van unidas entre sí, por lo que dentro de estos elementos la arena es el ingrediente principal tanto del mortero como de las mismas unidades [9]; por lo expuesto, para obtener resultados precisos en cuanto al desempeño del bloque de arcilla con la incorporación de otros agentes diferentes a la arcilla se necesitan evaluaciones de la resistencia a la compresión del bloque de arcilla, en pilas, y en muretes [10]; y además del análisis del alabeo, absorción de agua y las proporciones de agua y arcilla, tanto de las muestras originales como de las adicionadas con otros materiales reciclados [11]; por lo señalado anteriormente, surge la necesidad de saber si la inclusión de otros materiales en la producción de unidades de albañilería, como por ejemplo el concreto triturado mejora o no significativamente sus propiedades físicas y mecánicas en el corto y largo plazo.

Se sabe que principalmente por motivos del tipo económico, los habitantes que necesitan conseguir unidades de albañilería artesanal (ladrillo de arcilla), buscan ladrilleras en donde puedan recolectar dichos elementos [12], sin embargo, no saben a ciencia cierta si estos bloques poseen las dimensiones y especificaciones mínimas requeridas de una unidad típica para construcción [13]; por otro lado, los ladrillos artesanales, al no contar con un control de calidad óptimo, no se podría prevenir posibles problemas estructurales en las edificaciones que podrían darse por ejemplo ante un evento sísmico [14].

Continuando con el mismo análisis, respecto al ladrillo artesanal y su inclusión en muros tanto estructurales como no estructurales, es conocido que comúnmente no existe un protocolo típico de diseño y peor aún un control mínimo de calidad [15]; debido a ello surge la importancia de evaluar, los bancos de extracciones, toma de muestras representativa y los posteriores ensayos en laboratorio, con el fin de identificar las propiedades físicas de la arcilla [16]; pero, no sólo las características físicas, sino además el desempeño mecánico basado en la resistencia de la unidad, luego en la distribución de pilas y el corte diagonal de los muretes [17]; esto finalmente con el

propósito de buscar en cierta medida soluciones innovadoras con la inclusión de materiales reciclados que ayuden a mejorar la resistencia y alcanzar los mínimos requerimientos de la norma de albañilería peruana [18].

La región Lambayeque pese a encontrarse en una Zona 4, considerada como de elevado nivel sísmico [13]; muchas de las infraestructuras de edificación son autoconstruidas de manera informal [19], debido a que no cuentan con el asesoramiento técnico adecuado de algún ingeniero civil, ya que solo construyen en base a los requerimientos del poblador y con ayuda de un albañil o maestro de obra [20].

Por otro lado y como se ha indicado anteriormente, es necesario identificar todos los componentes necesario de la materia prima para la elaboración del ladrillo, que en gran medida orienten mucho mejor su desempeño y propiedades [21]; es decir, sus características físicas y comportamiento mecánico del ladrillo artesanal a diferentes edades, para llegar a una condición óptima de resistencia a la compresión, variando lógicamente las proporciones de la arcilla [22]; y en otros casos la adición de otros materiales reciclados, como el concreto triturado.

Según Osman et al. [23] En su investigación titulada “Effects of concrete waste on characteristics of structural fired clay bricks” que tienen como objetivo en evaluar los residuos de concreto para la producción de ladrillos de arcilla cocida, para ellos se reemplazó en 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15% en peso, las cuales se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de las cuales con respecto a la absorción de agua los valores oscilan entre 11.1% y 13.6%, en el caso del ensayo a la compresión las resistencias oscilan entre 149.89 Kg/cm<sup>2</sup> y 238.62 Kg/cm<sup>2</sup>, para su eflorescencia todas las muestras realizadas están en un nivel leve. Concluyendo que los residuos de concreto si permite producir ladrillo de arcilla hasta cuando se sustituye con 15% de concreto triturado.

Mori & Guillén [24] En su investigación “ Analysis of the resistance of ecological bricks using construction waste and incorporation of *synadenium grantii*”, tuvieron como objetivo determinar la resistencia a la compresión incorporando residuos de construcción para crear ladrillos ecológicos, la metodología fue elaborar 120 ladrillos con residuos de construcción y sin adición de residuos para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días obteniendo así la variación de unidades de arcilla con residuos de construcción fue de 0.55%, 1.04% y 0.94%, en el caso de alabeo fue convexo en ambas caras, con valores de 0.319mm y 0.205mm, en absorción se obtuvo un 13.02% y en succión un 55.435 d/min/20cm<sup>2</sup>, finalmente en compresión la resistencia fue de 47.03 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del ladrillo patrón en un 17.37% pero siendo menor a la resistencia mínima establecida en la NTP E.070 – albañilería.

Bai et al. [25] En su estudio llamado “Utilization of construction spoil and recycled poder in fired bricks” tienen por objetivo evaluar la viabilidad para reemplazar residuos de construcción y demolición pulverizado para que se produzca ladrillos cocidos. Los resultados que obtuvieron reemplazando la arcilla en los porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% en peso fueron perdiendo su resistencia a la compresión en un 8.96%, 22.76%, 20.97% y 42.73% por lo que fue de 163.86 Kg/cm<sup>2</sup> para el 0% y 91.97 Kg/cm<sup>2</sup> para el 20%. Por lo que se concluye que a mayor adición de concreto pulverizado causa microfisuras y defectos en la microestructura.

Dos Reis et al. [26] En su investigación “ Fabrication, microstructure and properties of fired clay bricks using construction and demolition waste as the main additive” tuvieron como objetivo crear ladrillos cocidos fabricados con diferentes dosificaciones de residuos de construcción y demolición 0%, 30%, 50%, 70% y 100% en peso, y evaluaron sus propiedades físico-químicas, determinando que la resistencia a la compresión del ladrillo fabricado con 70% de residuos de construcción y 30% de

arcilla presentó la mayor resistencia de 16,8 MPa, en comparación con la del concreto patrón, y con 30%, 50% y 70% de residuos, la resistencia aumentó en 67,6%, 116,9% y 173,8%, respectivamente, concluyendo que se recomienda la adición de hasta un 70% residuos de construcción, ya que esto produce ladrillos de buena calidad en cuanto a sus propiedades mecánicas

Carrasco [27], en su investigación “Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental”, tuvo como objetivo usar material de construcciones y demoliciones para crear un nuevo bloque de hormigón, su metodología fue coger 750.00 Kg de hormigón de veredas y 150.00 Kg de residuo de ladrillos, después llevados a que lo trituren y tenga tamaños < 1” a ¾”, se procedió manualmente el ladrillo y se trituró menores que 3/8”. En sus resultados obtuvo una resistencia a la compresión de 40.78 Kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que concluyó que cuando mayor contenido de residuo tiene es cuando mayor resistencia a la compresión tiene y es óptimo para su fabricación.

Gutierrez & Oyarce [28], en su tesis de investigación titulada “Adición de residuos sólidos al ladrillo de arcilla artesanal para mejorar sus propiedades en función a la norma E-070- Cajamarca, 2019”, tiene por finalidad mejorar las propiedades del ladrillo artesanal adicionando residuos sólidos. La metodología indica un tipo de investigación aplicada y de diseño experimental. En cuanto a los procedimientos, primero se realizó la fabricación artesanal de 280 ladrillos de arcilla (4 grupos iguales), luego grupos control y grupos donde se añadió diferentes porcentajes (3%, 5% y 7%) de residuos sólidos, evaluándose la variación dimensional, alabeo, y resistencia a la compresión. Los resultados logrados muestran que el ladrillo de arcilla sin adición de residuos tiene un promedio de resistencia a compresión de 28.84 Kg/cm<sup>2</sup> y al añadir el 3% de residuos resulta 35.96 Kg/cm<sup>2</sup>, los cuales son favorable, pero al adicionar el 5% y 7% se reduce.

Por lo tanto se Concluye, que al añadir el 3% de residuos; la resistencia a la compresión aumenta en un 24.69% en semejanza a la muestra patrón y al adicionar residuos sólidos al 5% y 7% esta reduce en el 10%.

Díaz [29], en su tesis titulada “Evaluación de propiedades físicas mecánicas del ladrillo artesanal sólido, fabricados en cuatro distritos de la región Lambayeque 2018”, tuvo como objetivo principal identificar las propiedades de las ladrilleras artesanales en la mencionada Región. La metodología utilizada es visitar cada una de las ladrilleras y ver que cual tiene el mejor ladrillo de los distritos de Illimo 01, Illimo 02, Lambayeque, Ferreñafe, Monsefú. Los resultados muestran que las ladrilleras de Lambayeque alcanzan una temperatura máxima de 940.5°C y la más baja de 766.6°C por lo que su resistencia a la compresión es de 45.40 Kg/cm<sup>2</sup>, concluyendo que las ladrilleras de Lambayeque tienen una mayor temperatura relacionada a la ladrillera Monsefú.

En esta investigación se da a conocer el gran impacto ambiental negativo que generan las demoliciones de diferentes construcciones (edificios, pistas, veredas, etc) debido a su difícil eliminación se han convertido en un problema de almacenamiento llevando así un gran problema medio ambiental porque terminan a parar en botaderos, ríos o en la vía pública. Por lo tanto se pretende elaborar ladrillos artesanales adicionando concreto triturado en reemplazo de la arcilla, reutilizando este material para disminuir el gran impacto ambiental que se genera y mejorar las propiedades del ladrillo artesanal porque se adecua a los requerimientos técnicos de la norma de albañilería peruana.

La presente tesis es importante porque busca cubrir un gran vacío en cuanto a investigaciones relacionadas a la adición del concreto triturado en sustitución a la arcilla para la elaboración de ladrillos, pues tanto en el ámbito internacional, nacional y local, existen muy pocos aportes académicos y experimentales sobre el tema, a pesar de que



el concreto triturado se puede reciclar y puede ofrecer mejores en las propiedades de los bloques de albañilería de arcilla, por lo que surge la necesidad de conocer la eficiencia de su aplicación, que es el fin de esta investigación.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo influye la adición del concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal?

## **1.3. Hipótesis**

La incorporación de concreto triturado en reemplazo de la arcilla en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 30% influye significativamente en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Mejorar las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla.

### **Objetivos específicos**

- Analizar las propiedades físicas del material con que se va a elaborar el ladrillo artesanal.
- Establecer las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal patrón.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal incorporando 10%, 15%, 20% y 30% de concreto triturado.
- Comparar las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal patrón con respecto al añadido con concreto triturado para el porcentaje óptimo.

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

### **Arcilla como materia prima**

Como principal materia prima tenemos a la arcilla, con ella se hace la fabricación de los ladrillos, así mismo, estas arcillas deben estar libre de toda impureza orgánicas o inorgánicas, por otro lado existen dos tipos de arcillas las cuales se dividen en calcáreas y no calcáreas; dentro de estos grupos las calcáreas presentan un 15% de  $\text{CaCO}_3$  y al cocer estos ladrillos muestran una coloración amarilla [30].

En tanto, las no calcáreas mantienen un porcentaje que varía de 2 a 10% de óxido de hierro, además está compuesto por silicato de alúmina y al entrar en proceso de cocción muestra un color rojizo [30].

### **Clasificación de las arcillas**

#### **Arcillas primarias**

Estas arcillas se denominan así porque están en su lugar de origen y no han sido traídas por el agua o viento o algún otro tipo factor sea de origen natural y/o artificial, en ese sentido si estas arcillas no tienen movimiento no pueden mezclarse, por lo tanto, estas arcillas son vírgenes y libre de todo material que la pueda contaminar [8].

#### **Arcillas secundarias**

Son arcillas contrarias a las primarias ya que estas arcillas si se han alejado después de su formación y contienen materiales como arcilla refractaria, caolín secundario, arcilla de bola, entre otras complementarias [31].

### **Propiedades de la arcilla**

#### **Plasticidad**

La propiedad más característica de la arcilla es la plasticidad, pero se tiene que agregar agua porque la arcilla seca de por sí no es del todo plástica, es decir, presenta

cierta capacidad de deformación, por lo que puede ser moldeada y además no presenta grietas [32].

### **Contracción**

Esto se puede observar mediante el secado de las muestras ya que estas pierden humedad y sufren algunos cambios, por ejemplo, se pueden encoger hasta en un 20% de lo que era al principio y cuando se procede al quemado también se reduce un porcentaje significativo [33].

### **Porosidad**

Es la relación de volumen de huecos con la parte sólida, o también depende de que tan grande sea el material de la arcilla, porque mientras más grande sea el material, más poros va a presentar y mientras sea más pequeño el material tendrá menos vacíos, por lo tanto tendrá menor porosidad [34].

### **Refractariedad**

Son todos los materiales que pueden soportar grandes temperaturas sin deformarse, si la arcilla cuenta con químico de alúmina y sílice esta propiedad aumentará considerablemente [35].

### **Color**

El color de las arcillas es muy variado, esto depende de los compuestos químicos que presente la arcilla, los cuales pueden tener hierro o sílice que al ser combinados con agua y cocidos a grandes temperaturas pueden ir de colores amarillento pasando por naranja y terminando en rojo [36].

### **Extracción de materiales**

Las extracciones de materiales se dan relativamente cerca del lugar a usarse y es la acción de excavar o recoger materiales que necesites, ya sea arcilla, piedra, arena, etc.

### **Forma de extracción de materiales**

Las extracciones de materiales se dan relativamente cerca del lugar a usarse y es la acción de excavar o recoger materiales que necesites, ya sea arcilla, piedra, arena, etc [37].

### **Mezclado a mano**

Se necesita una palana para ir moviendo la arcilla, mientras le agregas los diferentes elementos, ya sea cascara de arroz, aserrín entre otros. Para que esta se convierta en una masa que sea apta para la producción, los materiales deben estar bien unificados y con los porcentajes adecuados [37].

### **Mezcla mecánica**

Es ejecutado mediante una batidora o trompo ya sea mecánica o eléctrica, generando un movimiento uniforme en la unificación de los materiales [37].

### **Moldeado o labranza**

El moldeado quiere decir que la masa ya unificada la añades a un molde con un porcentaje adecuado para el ladrillo [37].

### **Modelo manual**

Normalmente los moldes son de maderas, pero también son de metal y son recubiertas por arena fina para el desmolde de los ladrillos [37].

### **Moldeo mecánico**

Este moldeo es de alto rendimiento ya que su consistencia es mayor porque se aplica en prensas moldeadas y normalmente genera 60 ladrillos por horas [37].

### **Secado**

Todos los ladrillos son secados al aire libre, donde le pueda dar el viento, aire, sol. Cuando por efectos de la naturaleza hay lluvia, estos se tapan con plásticos para evitar su deterioro. Su humedad tiene que disminuir considerablemente hasta quedar con una humedad de 13%, estos ladrillos ya estarán listos para ponerlos al horno [37].

### **Cargas al horno**

Los ladrillos son puestos en forma de parrillas para que puedan tener una aireación. Las parrillas tienen dimensiones entre 10cm y 14mm de diámetro entre cada ladrillo espaciado 5mm para que permita la entrada y salida del aire y gases [37].

### **Cocción de quemado**

Esta es la acción de prenderle fuego a nuestros ladrillos, en lo que corresponde al encendido, este se genera calor a todo el horno para que les llegue uniformemente, para prender es necesario poner leña, aserrín cascarilla de arroz, eucalipto, etc (Aguilar, 2020); en el caso de la quemada, todos los ladrillos deben quemarse uniformemente para lograr una distribución uniforme de la coloración, densidad y geometría de la unidad (Aguilar, 2020); por último, la descarga se produce una vez que todo ya está consumado y se procede a abrir los huecos de ventilación para que puedan enfriarse, normalmente varía en 5 a 7 días [37].

### **Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal**

Este ítem tiene como finalidad indicar las propiedades físico-mecánicas del material que se va a utilizar, entre ellas destacan a nivel físico la granulometría, peso específico,

absorción y los índices de consistencia; mientras en lo que corresponde a las propiedades mecánicas se tienen a la resistencia a la compresión axial de las unidades de albañilería, luego la resistencia a la compresión axial de albañilería (pilas) y por último la compresión diagonal de muretes.

### **Granulometría**

Consiste en regular el suelo y es pasado por varios tamices de varias mallas que están graduadas según números [38].

### **Clasificación SUCS**

Esta clasificación determina que calidad tiene el suelo o espesores del terreno [39].

### **Límite plástico**

El suelo tiene un comportamiento frágil al plástico, ósea la humedad límite entre sólido y plástico, pueden formarse cilindros de 3mm de diámetro [40].

### **Límite líquido**

Es el contenido de humedad representado en % con respecto al contenido seco [39].

### **Peso específico**

El peso del ladrillo o bloque, es por la fuerza de gravedad sometida a una unidad de volumen [41].

### **Absorción**

Es la disposición que tiene el material de detener moléculas de agua o cualquier elemento en estado líquido o gaseoso [42].

### **Variación dimensional**

Esta variación se expresa por largo, ancho y altura y está presente en las hiladas de las edificaciones [37].

### **Alabeo**

Es la deformación de una superficie plana que puede deformarse por la acción de calor, humedad, etc [37].

### **Resistencia a la compresión en unidades ( $f'_{b}$ )**

Las unidades se ponen uno encima de otro, sobre el cual se le aplica yeso o cemento en la superficie donde se le va a ejecutar una fuerza vertical, según la norma nos indica que esta fuerza debe tener una velocidad de desplazamiento de 1.25 mm/min [37].

### **Resistencia a la compresión axial ( $f'_{m}$ )**

También llamada como la resistencia a la compresión en pilas, se determina apilando las unidades de albañilería, previa colocación de una capa de concreto tipo mortero entre cada unidad y luego es sujeto al ensayo en el equipo de compresión axial, fijando el valor de la resistencia mediante la relación carga respecto al área superficial de la pila [37].

### **Resistencia de la albañilería al corte ( $V'_m$ )**

Es un parámetro que nos permite entender el nivel de soporte a la tracción diagonal en muros, a través del uso de un corte diagonal mediante un equipo, los muretes deben tener un área de un metro cuadrado, con el fin de poder colocarlos en los equipos en los que se realizarán las pruebas de compresión diagonal [37].

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Esta tesis de investigación es de tipo básica experimental, ya que se va a medir la influencia del concreto triturado en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal.

La presente tesis es de diseño experimental, pues lo que se busca es la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados y comparar con investigaciones previas, actuales o pasadas con parecida información para que pueda ser comparada posteriormente por el investigador [43].

### 2.2. Variables y operacionalización

#### **Variable independiente**

Concreto triturado (CT)

#### **Variable Dependiente**

Propiedades mecánicas del ladrillo artesanal

#### **Operacionalización de variables**

La operacionalización se realizó para cada una de las variables, tal y como se muestran en la tabla 3 (Variable independiente) y tabla 4 (variable dependiente)



**Tabla 1:**  
Operacionalización de la variable

Variables de estudio	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Items	Instrumento
Variable Independiente: Concreto triturado	El CT se extrae de las demoliciones	Propiedades físicas  Proporción de materiales	Tamaño Peso Volumen 10% peso 15% peso 20% peso 30% peso	Cm Gr Cm3 Gr Gr Gr Gr	Observación y análisis de documentos
Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas	Las propiedades del ladrillo son muy importantes para la construcción ya que ello afecta notoriamente la calidad de las construcciones	Propiedades físicas  Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión en unidades (f' b)  Resistencia a la compresión axial (f' m)  Resistencia de la albañilería al corte (V' m)	Kg/cm2  Kg/cm2  Mpa	Observación y análisis de documentos

### **2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

La población está compuesta por los ladrillos de arcilla tradicionales y los elaborados artesanalmente añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla.

La muestra correspondiente a la presente tesis de investigación será 48 ladrillos de arcilla tradicional y 192 bloques adicionados con concreto triturado en sustitución parcial de la arcilla, es decir un total de 240 unidades. El detalle de las muestras se indica en la tabla 1 y tabla 2. El muestreo que se emplea en esta investigación es no probabilístico.

Los criterios de selección se dieron con recolección de datos en artículos, libros, revistas con el fin de saber la información sobre los procedimientos y recolección de datos, con el fin de realizar una investigación continuando con el desarrollo conveniente y realizar un trabajo verídico.

**Tabla 2:**  
Cantidad de muestras de ladrillo patrón para la presente tesis

Elemento a ensayar	Relación de ensayos	Cantidad de unidades a los			Total de unidades
		7 días	14 días	28 días	
Ladrillo patrón sin adición de concreto triturado	Análisis granulométrico por tamizado	1	0	0	1
	Contenido de humedad	1	0	0	1
	Eflorescencia	5	0	0	5
	Variación dimensional de la unidad de albañilería	10	0	0	10
	Alabeo	10	0	0	10
	Absorción	5	0	0	5
	Succión	5	0	0	5
	Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería	5	0	0	5
	Resistencia a la compresión de prismas de albañilería	0	0	0	3
	Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería	0	0	0	3
<b>Total</b>				<b>48</b>	

**Tabla 3:**  
Cantidad de muestras de ladrillo con adición de concreto triturado

Elemento a ensayar	Relación de ensayos	Cantidad de unidades a los			Total de unidades
		7 días	14 días	28 días	
Ladrillo patrón con concreto triturado al 10%, 15%, 20% y 30%	Análisis granulométrico por tamizado	4	0	0	4
	Contenido de humedad	4	0	0	4
	Eflorescencia	20	0	0	20
	Variación dimensional de la unidad de albañilería	40	0	0	40
	Alabeo	40	0	0	40
	Absorción	20	0	0	20
	Succión	20	0	0	20
	Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería	20	0	0	20
	Resistencia a la compresión de prismas de albañilería	0	0	12	12
	Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería	0	0	12	12
<b>Total</b>				<b>192</b>	

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En la presente tesis se han usado los formatos de los diferentes ensayos del laboratorio LEMS W&C E.I.R.L., localizado en la ciudad de Chiclayo, también fue necesario la revisión del reglamento nacional de edificaciones [13]; además de tesis, libros, artículos, etc., las cuales se utilizaron para hacer posible todos los objetivos propuestos en esta investigación.

Se emplearon los modelos de formatos y guías de ensayos del laboratorio de la empresa LEMS W&C E.I.R.L., así mismo, estos ensayos se desarrollaron de acuerdo a las orientaciones del técnico responsable y lo que establezca cada uno de los ensayos, respetando los requisitos normativos y la ética profesional.

**Tabla 4:**

Análisis de Varianza para determinar el porcentaje de absorción de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Origen	Suma de cuadrados	g	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	21,453	4	5,363	74,344	,000
Intersección	13548,029	1	13548,029	187796,69	,000
Tratamientos	21,453	4	5,363	74,344	,000
Error	1,443	20	,072		
Total	13570,925	25			

R<sup>2</sup>= 93.70 CV = 5.67

Nota: Se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para determinar el efecto de diferentes porcentajes sustitución de concreto triturado en la elaboración de ladrillos y su respuesta en el porcentaje de absorción, podemos observar que el P Valor (0.000) es < 0.05, haciendo que se rechace la H<sub>0</sub>, concluyendo que los porcentajes de los tratamientos en estudio, es decir que los diferentes porcentajes

de sustitución de concreto triturado sí influyeron sobre su respuesta a la capacidad de absorción (%). Por otro lado, los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad, coeficiente de variabilidad (CV) y coeficiente de determinación ( $R^2$ ), se encuentran dentro de los rangos para estudios en laboratorio, por lo que los datos son confiables.

**Tabla 5:**

Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje de absorción de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Ladrillo patrón	5	21,58 40			
CT - 10%	5		23,06 20		
CT - 15%	5			23,66 60	
CT - 20%	5			23,87 40	23,87 40
CT - 30%	5				24,21 00
Sig.		1,000	1,000	,738	,312

Nota: Se muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje sustitución de concreto triturado y su respuesta sobre la absorción, podemos observar que los tratamientos que arrojaron los valores más altos fueron (CT-30%) y (CT-20%) con 24.21% y 23.87%, respectivamente, siendo además similares estadísticamente; seguido del tratamiento (CT-15%) con 23.66%, asimismo, se observa que el tratamiento que arrojó el valor más bajo fue (ladrillo patrón) con 21.58%.

**Tabla 6:**

Análisis de varianza para determinar el alabeo cara superior (cóncavo) en mm de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,240	4	,310	1,676	,195
Intersección	34,810	1	34,810	188,162	,000
Tratamientos	1,240	4	,310	1,676	,195
Error	3,700	20	,185		
Total	39,750	25			
R <sup>2</sup> = 95.10				CV = 4.37	

Nota: Se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para determinar el efecto de diferentes porcentajes sustitución de concreto triturado en el alabeo cara superior (cóncavo) en mm de los ladrillos, podemos observar que el P Valor (0.195) es > 0.05, haciendo que se rechace la H<sub>a</sub>, concluyendo que los porcentajes de los tratamientos en estudio, es decir que los diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado no influyeron sobre el alabeo cara superior (cóncavo) en mm de los ladrillos. Por otro lado, los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad, coeficiente de variabilidad (CV) y coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), se encuentran dentro de los rangos para estudios en laboratorio, por lo que los datos son confiables.

**Tabla 7:**

Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el alabeo cara superior (cóncavo) en mm de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto 1
CT - 20%	5	,8000
CT - 10%	5	1,1000
Ladrillo patrón	5	1,2000
CT - 15%	5	1,4000
CT - 30%	5	1,4000
Sig.		,218

Nota: Se muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje sustitución de concreto triturado y su respuesta sobre el alabeo cara superior (cóncavo) en mm de los ladrillos, podemos observar que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos en estudio, sin embargo, los tratamientos que arrojaron los valores más altos fueron (CT-30%) y (CT-15%) con 1,40 mm.

**Tabla 8:**

Análisis de varianza para determinar el alabeo cara inferior (cóncavo) en mm de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,800	4	,200	1,48	,245
Intersección	36,000	1	36,000	266,667	,000
Tratamientos	,800	4	,200	1,48	,245
Error	2,700	20	,135		
Total	39,500	25			

R<sup>2</sup>= 92.90 CV = 7.41

Nota: Se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para determinar el efecto de diferentes porcentajes sustitución de concreto triturado en el alabeo cara inferior (cóncavo) en mm de los ladrillos, podemos observar que el P Valor (0.245) es >



0.05, haciendo que se rechace la  $H_0$ , concluyendo que los porcentajes de los tratamientos en estudio, es decir que los diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado no influyeron sobre el alabeo cara inferior (cóncavo) en mm de los ladrillos. Por otro lado, los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad, coeficiente de variabilidad (CV) y coeficiente de determinación ( $R^2$ ), se encuentran dentro de los rangos para estudios en laboratorio, por lo que los datos son confiables.

**Tabla 9:**

Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el alabeo cara inferior (cóncavo) en mm de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto 1
CT - 10%	5	1,0000
CT - 20%	5	1,0000
CT - 30%	5	1,2000
Ladrillo patrón	5	1,4000
CT - 15%	5	1,4000
Sig.		,444

Nota: Se aprecia la prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje sustitución de concreto triturado y su respuesta sobre el alabeo cara inferior (cóncavo) en mm de los ladrillos, podemos observar que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos en estudio, sin embargo, los tratamientos que arrojaron los valores más altos fueron (Ladrillo patrón) y (CT-15%) con 1,40 mm.

**Tabla 10:**

Análisis de varianza para determinar la resistencia al corte  $V'm$  (Mpa) de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,084	4	,021	20,282	,000
Intersección	9,632	1	9,632	9261,564	,000
Tratamientos	,084	4	,021	20,282	,000
Error	,010	10	,001		
Total	9,727	15			

$R^2 = 89.00$   $CV = 8.21$

Nota: Se aprecia el Análisis de Varianza (ANVA) para determinar el efecto de diferentes porcentajes sustitución de concreto triturado en la elaboración de ladrillos y su respuesta a la resistencia al corte  $V'm$  (Mpa), podemos observar que el P Valor (0.000) es  $< 0.05$ , haciendo que se rechace la  $H_0$ , concluyendo que los porcentajes de los tratamientos en estudio, es decir que los diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado sí influyeron sobre su respuesta a la resistencia al corte  $V'm$  (Mpa). Por otro lado, los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad, coeficiente de variabilidad (CV) y coeficiente de determinación ( $R^2$ ), se encuentran dentro de los rangos para estudios en laboratorio, por lo que los datos son confiables.

**Tabla 11:**

Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar la resistencia al corte  $V'm$  (Mpa) de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Ladrillo patrón	3	,6900		
CT - 10%	3		,7767	
CT - 30%	3		,8000	
CT - 15%	3		,8167	
CT - 20%	3			,9233
Sig.		1,000	,574	1,000

Nota: Se puede observar la prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje sustitución de concreto triturado y su respuesta sobre la resistencia al corte  $V'm$  (Mpa) de los ladrillos, podemos observar que el tratamiento que arrojó el valor más altos fue (CT-20%) con 0.92 Mpa, respectivamente; seguido de los tratamientos (CT-15%) (CT-30%) y (CT-10%) con 0,81 Mpa, 0,80 Mpa y 0,77 Mpa, respectivamente, asimismo, se observa que el tratamiento que arrojó el valor más bajo fue (ladrillo patrón) con 0,69 Mpa.

**Tabla 12:**

Análisis de varianza para determinar la resistencia de las pilas  $F'm$  (Kg/cm<sup>2</sup>) de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Si g.
Modelo corregido	44,441	4	11,110	4,985	,018
Intersección	18825,02	1	18825,02	8446,259	,000
Tratamientos	44,441	4	11,110	4,985	,018
Error	22,288	10	2,229		
Total	18891,75	15			

$R^2 = 96.66$   $CV = 5.35$

Nota: Se puede observar el Análisis de Varianza (ANVA) para determinar el efecto de diferentes porcentajes sustitución de concreto triturado en la elaboración de ladrillos y su respuesta a la resistencia de las pilas  $F'm$  (Kg/cm<sup>2</sup>), podemos observar que el P Valor (0.018) es < 0.05, haciendo que se rechace la H0, concluyendo que los porcentajes de los tratamientos en estudio, es decir que los diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado sí influyeron sobre su respuesta a la resistencia de las pilas  $F'm$  (Kg/cm<sup>2</sup>). Por otro lado, los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad, coeficiente de variabilidad (CV) y coeficiente de determinación ( $R^2$ ), se encuentran dentro de los rangos para estudios en laboratorio, por lo que los datos son confiables.

**Tabla 13:**

Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar la resistencia de las pilas F'm (Kg/cm<sup>2</sup>) de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto	
		1	2
Ladrillo patrón	3	32,503	
CT - 10%	3	35,180	35,180
CT - 30%	3	35,280	35,280
CT - 15%	3	36,493	36,493
CT - 20%	3		37,673
			3
Sig.		,051	,313

En la tabla 10, donde se muestra la prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje sustitución de concreto triturado y su respuesta sobre la resistencia de las pilas F'm (Kg/cm<sup>2</sup>) de los ladrillos, podemos observar que los tratamientos que arrojaron los valores más altos fueron (CT-20%), (CT-15%), (CT-30%) y (CT-10%) con 37,67, 36,49, 35,28 y 35,18 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, siendo además similares estadísticamente, asimismo, se observa que el tratamiento que arrojó el valor más bajo fue (ladrillo patrón) con 32.50 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 14:**

Análisis de varianza para determinar la resistencia de la unidad F'b (Kg/cm<sup>2</sup>) de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1434,842	4	358,710	6,84	,001
Intersección	87017,920	1	87017,920	1659,56	,000
Tratamientos	1434,842	4	358,710	6,84	,001

Error	1048, 687	20	52,434
Total	89501 ,449	25	
R <sup>2</sup> = 95.78			CV = 4.87

Nota: Se puede apreciar el Análisis de Varianza (ANVA) para determinar el efecto de diferentes porcentajes sustitución de concreto triturado en la elaboración de ladrillos y su respuesta a la resistencia de la unidad F' b (Kg/cm<sup>2</sup>), podemos observar que el P Valor (0.001) es < 0.05, haciendo que se rechace la H<sub>0</sub>, concluyendo que los porcentajes de los tratamientos en estudio, es decir que los diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado sí influyeron sobre su respuesta a la resistencia de la unidad F' b (Kg/cm<sup>2</sup>). Por otro lado, los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad, coeficiente de variabilidad (CV) y coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), se encuentran dentro de los rangos para estudios en laboratorio, por lo que los datos son confiables.

**Tabla 15:**

Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar la resistencia de la unidad F' b (Kg/cm<sup>2</sup>) de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto		
		1	2	3
Ladrillo patrón	5	47,80		
CT - 10%	5	52,54	52,54	
CT - 15%	5	80	62,69	62,6
CT - 30%	5		80	980
CT - 20%	5		63,83	63,8
			60	360
				68,1
				040
Sig.		,836	,139	,762

Nota: Se puede observar la prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje sustitución de concreto triturado y su respuesta sobre la resistencia de la unidad F' b (Kg/cm<sup>2</sup>) de los ladrillos, podemos observar que los

tratamientos que arrojaron los valores más altos fueron (CT-20%), (CT-30%) y (CT-15%) con 68,10, 63,83 y 62,69 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, siendo además similares estadísticamente, asimismo, se observa que el tratamiento que arrojó el valor más bajo fue (ladrillo patrón) con 47,80 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 16:**

Análisis de varianza para determinar la succión (g/200cm<sup>2</sup>/min) de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Origen	Suma de cuadrado s	gl	Media cuadrática	F	S i g .
Modelo corregido	86,552	4	21,638	22,324	, 0 0 0
Intersección	38423,84 0	1	38423,84 0	39641, 877	, 0 0 0
Tratamientos	86,552	4	21,638	22,324	, 0 0 0
Error	19,385	20	,969		0
Total	38529,77 8	25			
R <sup>2</sup> = 87.20				CV = 7.24	

Nota: Se puede ver el efecto de diferentes porcentajes sustitución de concreto triturado en la elaboración de ladrillos y su respuesta a la succión (g/200cm<sup>2</sup>/min), podemos observar que el P Valor (0.000) es < 0.05, haciendo que se rechace la H<sub>0</sub>, concluyendo que los porcentajes de los tratamientos en estudio, es decir que los diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado sí influyeron sobre su respuesta a la succión (g/200cm<sup>2</sup>/min). Por otro lado, los valores obtenidos en las pruebas de confiabilidad, coeficiente de variabilidad (CV) y coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), se encuentran dentro de los rangos para estudios en laboratorio, por lo que los datos son confiables.

**Tabla 17:**  
Prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar la succión (g/200cm<sup>2</sup>/min) de los ladrillos con diferentes porcentajes de sustitución de concreto triturado.

Tratamientos en estudio	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Ladrillo patrón	5	36,62			
CT - 10%	5	38,31	38,31		
CT - 15%	5		38,66	38,66	
CT - 20%	5			40,32	40,32
CT - 30%	5				42,08
Sig.		,085	,980	,095	,070

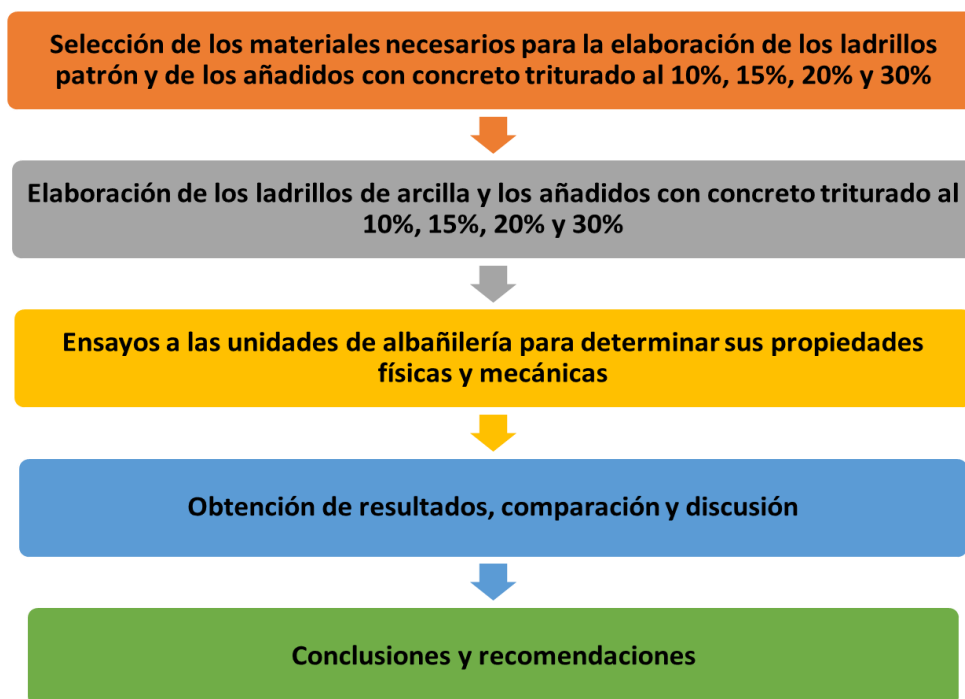
Nota: Se observa la prueba de comparación de medias (TUKEY) para determinar el porcentaje sustitución de concreto triturado y su respuesta sobre la succión (g/200cm<sup>2</sup>/min) de los ladrillos, podemos observar que los tratamientos que arrojaron los valores más altos fueron (CT-20%) y (CT-30%) con 42,08 y 40,32 g/200cm<sup>2</sup>/min, respectivamente, siendo además similares estadísticamente, seguido de los tratamientos (CT-15%) y (CT-10%) con 38,66 y 38,31 g/200cm<sup>2</sup>/min, asimismo, se observa que el tratamiento que arrojó el valor más bajo fue (ladrillo patrón) con 36,62 g/200cm<sup>2</sup>/min.

## 2.5. Procedimientos de análisis de datos

El procedimiento de análisis de datos siguió el orden de los objetivos específicos, el cual se detalla en la figura 1.

**Figura 1:**

Diagrama de flujo de procesos para el procedimiento de análisis de datos



## **2.6. Criterios éticos**

El diseño de esta investigación se ha realizado con todo el respeto y lealtad en lo que corresponde a toda la obtención de datos, igualmente se ha citado a cada información en donde corresponde, por lo que esta tesis de investigación será de mucha ayuda para la construcción de edificaciones sostenibles y que cumplen con los requisitos exigidos por la norma técnica peruana de albañilería.

Los resultados que se obtengan con la presente investigación serán válidos para otras investigaciones relacionadas al tema en estudio, así como también para comparar y discutir los valores que se obtengan, además, la presente investigación se realizó con la recolección de artículos científicos relevantes al tema tratado, provenientes de revistas científicas de IOP Science, ScienceDirect, Scopus, Scielo y Latindex 2.0, como también de algunas tesis de pregrado.



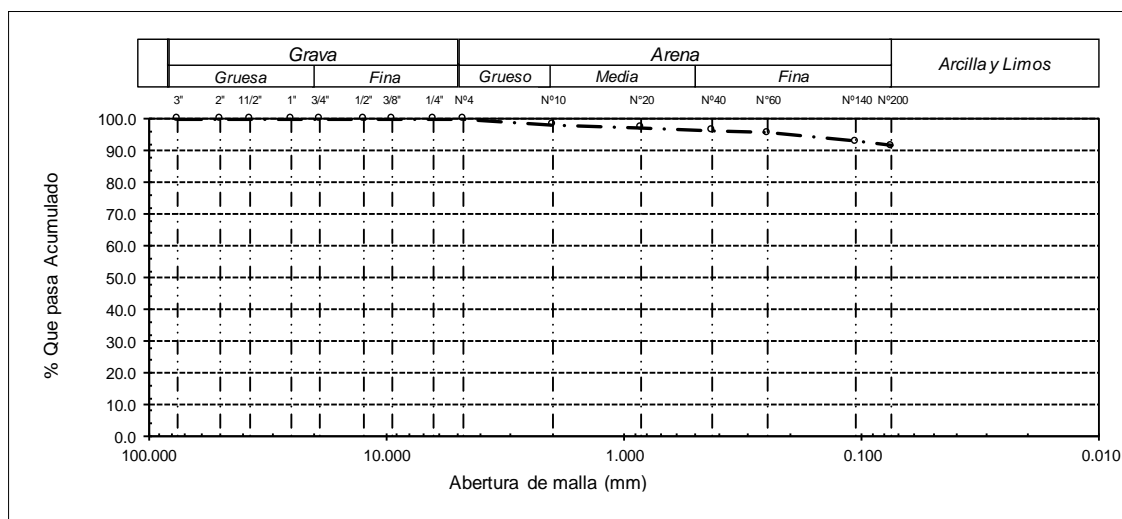
### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### De acuerdo al primer objetivo específico

El análisis de las propiedades físicas del material con el que se va a elaborar el ladrillo artesanal, fue por medio de la caracterización de la granulometría, el cual se muestra en la figura 2; por otro lado, los resultados de límite de consistencia determinaron un límite líquido de 75.71%, límite plástico de 25.43% y por ende un índice de plasticidad de 50.28%; por último, el contenido de humedad fue de 3.25%.

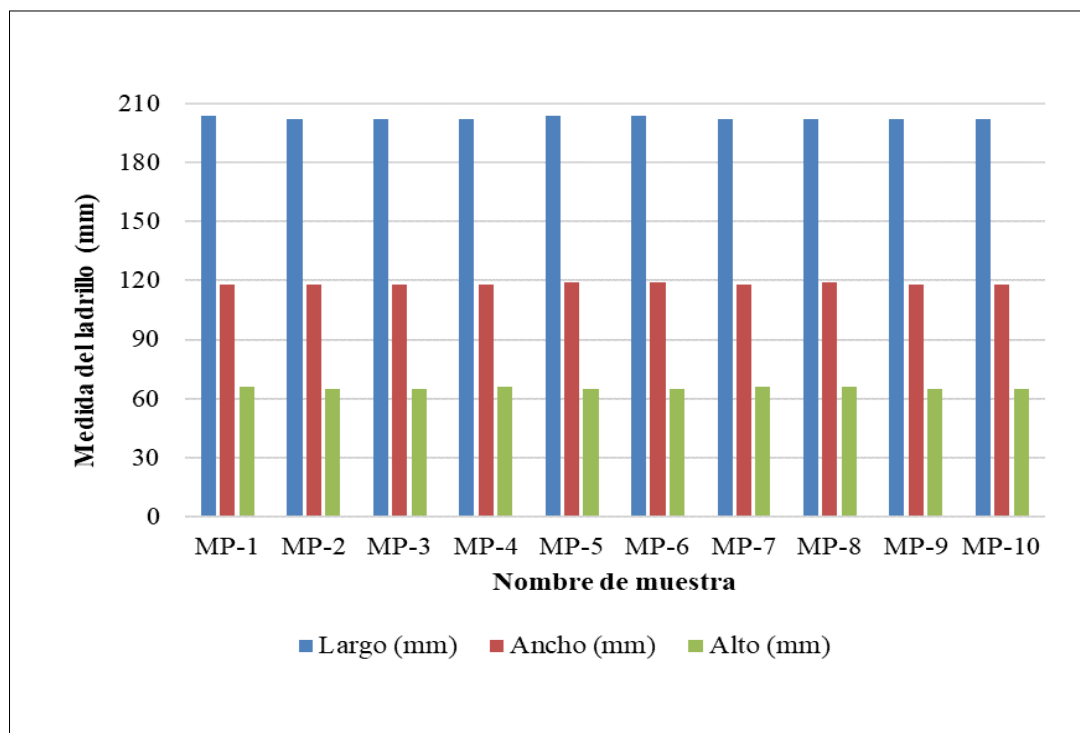
**Figura 2:**  
Distribución granulométrica del material para los ladrillos de arcilla



Nota: Según los resultados obtenidos en concordancia al primer objetivo específico, indica que el material usado, es altamente plástico, en tanto, su clasificación según el sistema SUCS fue CH, mostrando que es un material arcilloso de alta plasticidad, siendo válida su aplicación en la elaboración de unidades de arcilla.

Nota específica: Se lograron establecer en primer lugar las propiedades físicas del ladrillo artesanal (MP), es decir la variación dimensional (figura 3), alabeo (tabla 5), absorción (figura 4) y succión (figura 5), cabe indicar que el parámetro eflorescencia en todos los casos indico que las unidades de arcilla son eflorescentes. En segundo lugar, se muestran las propiedades mecánicas obtenidas en lo que corresponde a la resistencia a la compresión en unidades ( $f'_{b}$ ) en la figura 6, para la resistencia a la compresión axial ( $f'_{m}$ ) en la figura 7 y para la resistencia de la albañilería al corte ( $V'_{m}$ ) en la figura 8.

**Figura 3:**  
Variación dimensional de la muestra patrón



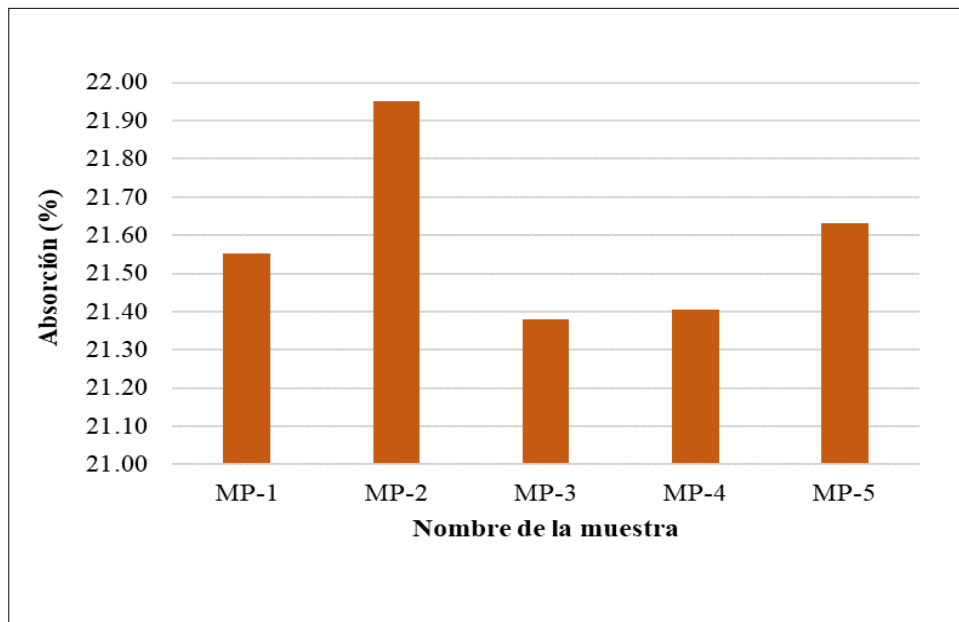
Nota: Se puede apreciar los resultados del ensayo de variación dimensional a las 10 muestras para el ladrillo patrón sin adición de concreto triturado, donde se puede apreciar que no existe mucha variación dimensional pues en la mayoría de casos, sólo se pudo notar variaciones entre 1 mm a 2 mm como máximo.

**Tabla 18:**  
Resultados del análisis de alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	Muestra patrón 1	1.00	0.00	1.00	0.00
02	Muestra patrón 2	1.00	0.00	2.00	0.00
03	Muestra patrón 3	1.00	0.00	1.00	0.00
04	Muestra patrón 4	2.00	0.00	2.00	0.00
05	Muestra patrón 5	1.00	0.00	0.00	0.00
06	Muestra patrón 6	1.00	0.00	1.00	0.00
07	Muestra patrón 7	1.50	0.00	1.00	0.00
08	Muestra patrón 8	1.00	0.00	0.00	0.00
09	Muestra patrón 9	2.00	0.00	1.50	0.00
10	Muestra patrón 10	1.50	0.00	1.00	0.00

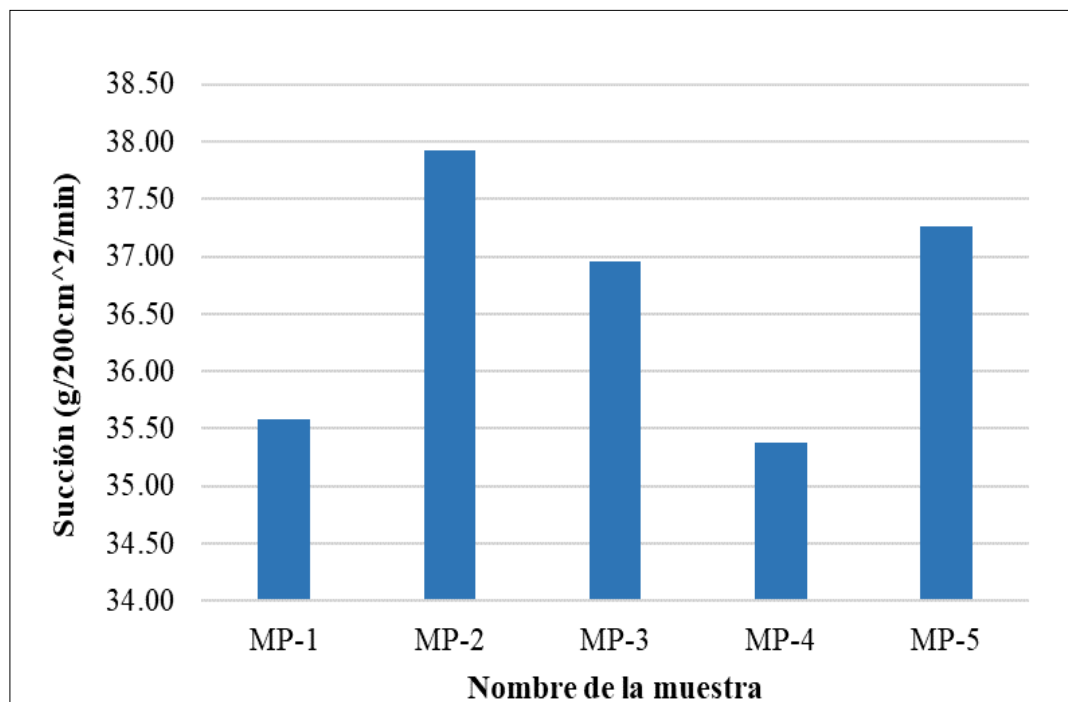
Nota: A partir de los resultados de la tabla 5, se muestran los resultados obtenidos del ensayo de alabeo a la muestra patrón de ladrillos de arcilla de acuerdo a la norma E.070, en ese sentido, se puede notar que el alabeo no superó los 2 mm en el sentido cóncavo, tanto de la cara superior como inferior.

**Figura 4:**  
Absorción de la muestra patrón



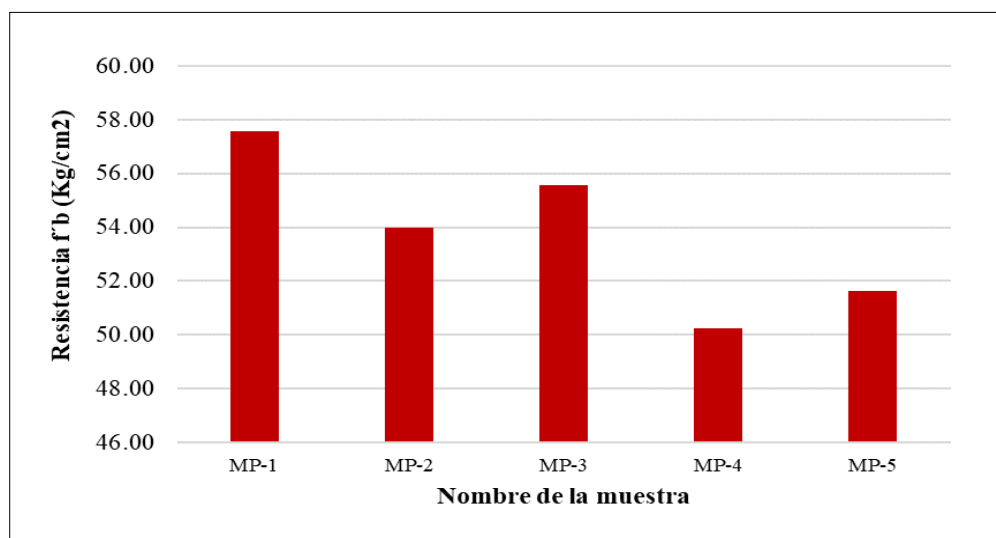
Nota: Se puede apreciar los hallazgos del ensayo de absorción al agua a las muestras que se estudiaron, donde se logró inferir que la muestras MP-3 es la que presentó el porcentaje más bajo (21.38%), mientras que el valor más alto correspondió a la muestra MP-2 con un porcentaje de 21.95%.

**Figura 5:**  
Succión de la muestra patrón



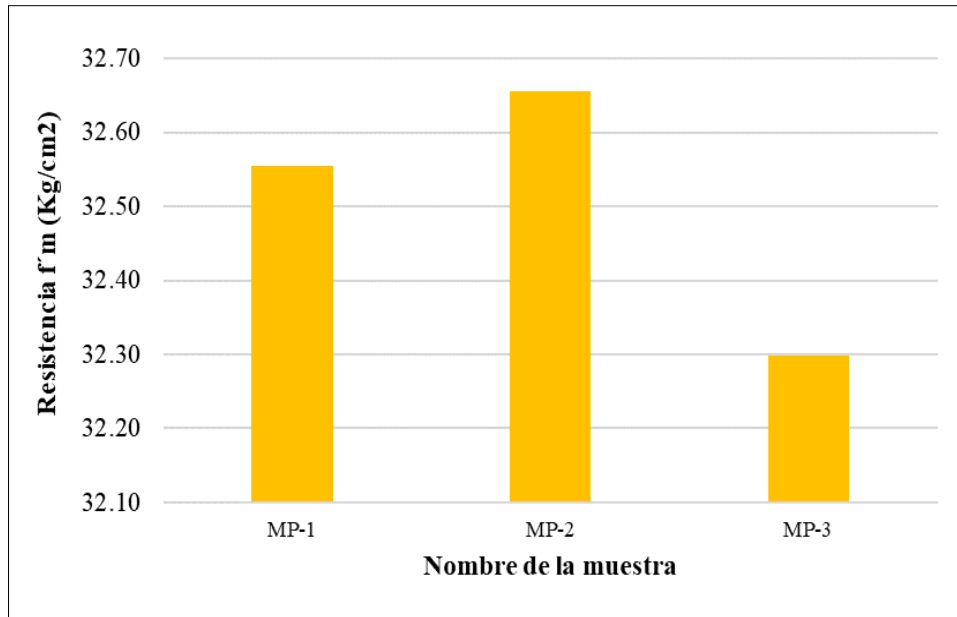
Nota: En concordancia a los hallazgos del parámetro succión, los cuales se muestran en la figura 5, se puede inferir que la MP-4 es la que tiene el rango menor de succión, valor equivalente a  $35.38 \text{ g}/200\text{cm}^2/\text{min}$ , por otro lado, el valor más alto fue para la muestra MP-2 con un valor de  $37.93 \text{ g}/200\text{cm}^2/\text{min}$ . Cabe señalar que la succión se evaluó en las unidades de ladrillos para conocer con que rapidez puede succionar el mortero al momento de elaborar las pilas y muretes.

**Figura 6:**  
Resistencia  $f'b$  de la muestra patrón



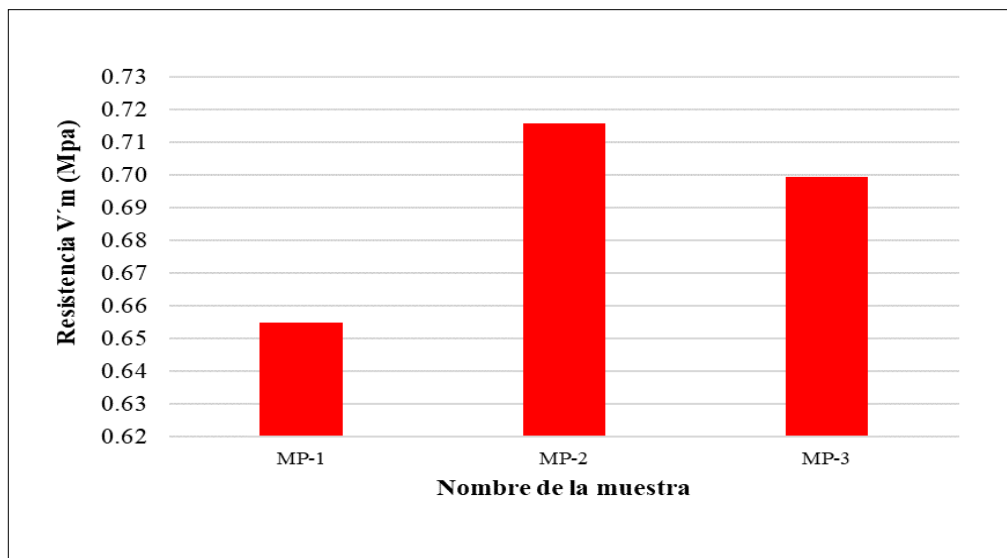
Nota: Según se observan los hallazgos obtenidos en la figura 6, de la prueba de resistencia a la compresión en unidades de albañilería ( $f'b$ ), para los cinco tipos de muestras (MP) donde se puede deducir que la extracción MP-1 presentó la más alta resistencia ( $57.57 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ ), mientras que la muestra MP-4 mostró la más baja ( $50.25 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ ).

**Figura 7:**  
Resistencia  $f'_m$  de la muestra patrón



Nota: De acuerdo a los resultados obtenidos de la figura 7, correspondiente a la resistencia a la compresión axial de pilas ( $f'_m$ ), se determinó una resistencia mínima de 32.30 Kg/cm<sup>2</sup> para la muestra MP-3, mientras que la máxima fue de 32.66 Kg/cm<sup>2</sup> para la muestra MP-2.

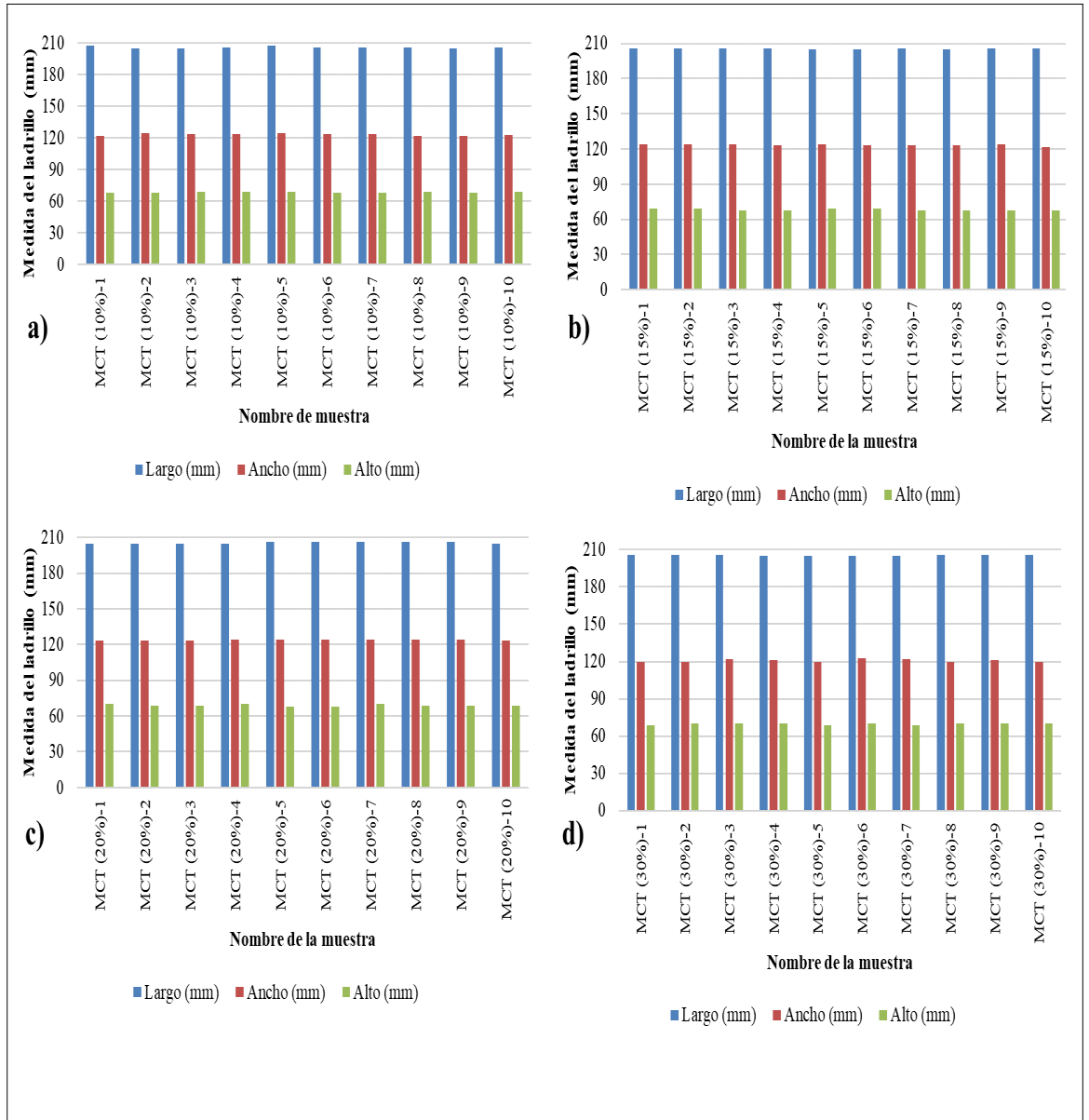
**Figura 8:**  
Resistencia  $V'_m$  de la muestra patrón



Nota: Según la figura 8, los hallazgos de la resistencia de la albañilería al corte, obtenida del ensayo de muretes a compresión diagonal ( $V'm$ ) para las tres muestras probadas en laboratorio, se determinó un mínimo de 0.65 Mpa y un máximo de 0.72 Mpa.

Nota específica: Se determinaron las propiedades físicas del ladrillo añadido con concreto triturado en porcentajes de 10% (CT-10%), 15% (CT-15%), 20% (CT-20%) y 30% (CT-30%), es decir, estos resultados correspondieron a la variación dimensional (figura 9), alabeo (figura 10), absorción (figura 11) y succión (figura 12), cabe indicar que el parámetro eflorescencia en todos los casos indico que las unidades de arcilla adicionadas con concreto triturado tuvieron presencia de eflorescencia. Posteriormente, se muestran las propiedades mecánicas obtenidas en lo que corresponde a la resistencia a la compresión en unidades ( $f'b$ ) en la figura 13, para la resistencia a la compresión axial ( $f'm$ ) en la figura 14 y para la resistencia de la albañilería al corte ( $V'm$ ) en la figura 15.

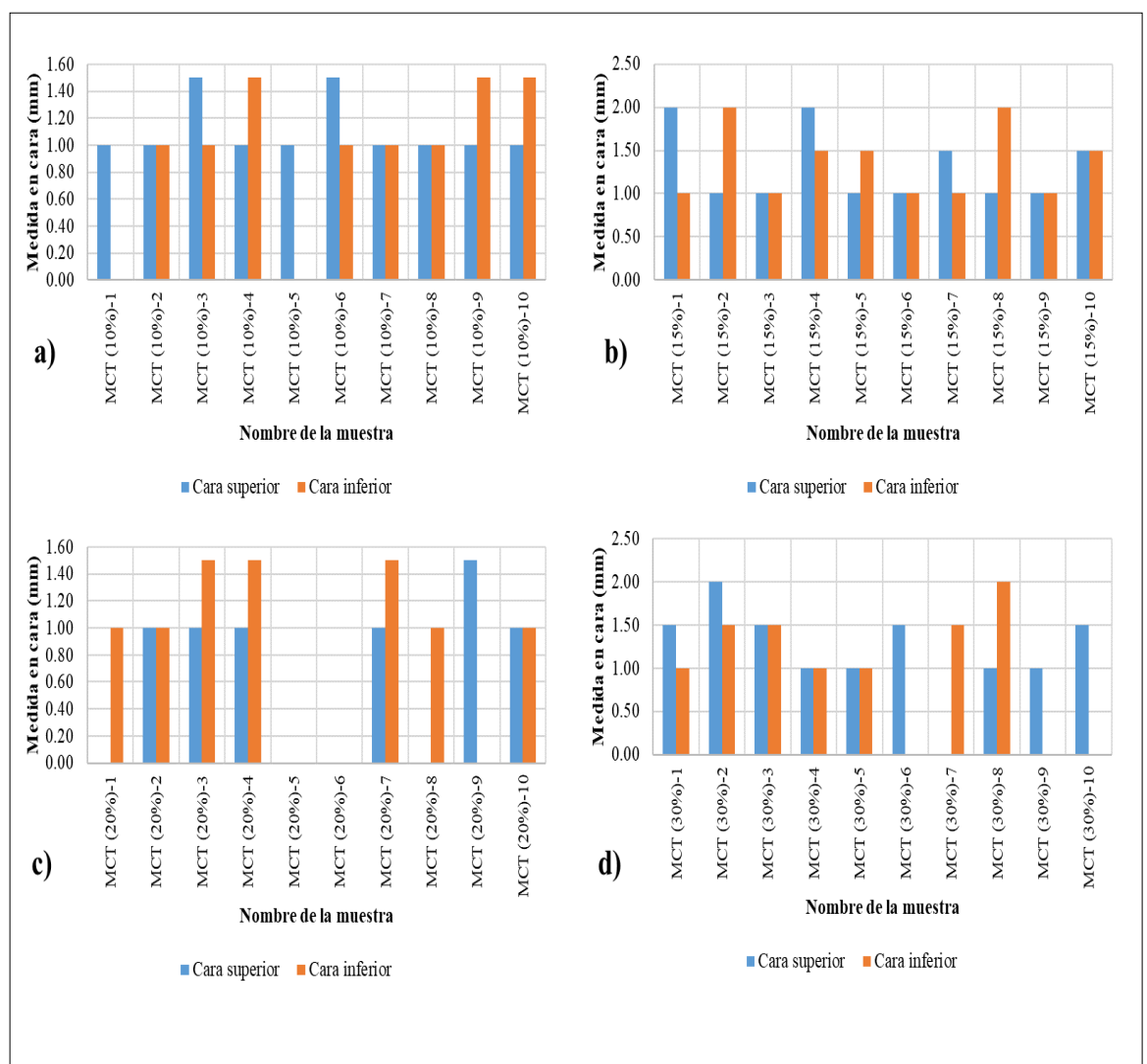
**Figura 9:**  
Variación dimensional de las muestras con CT





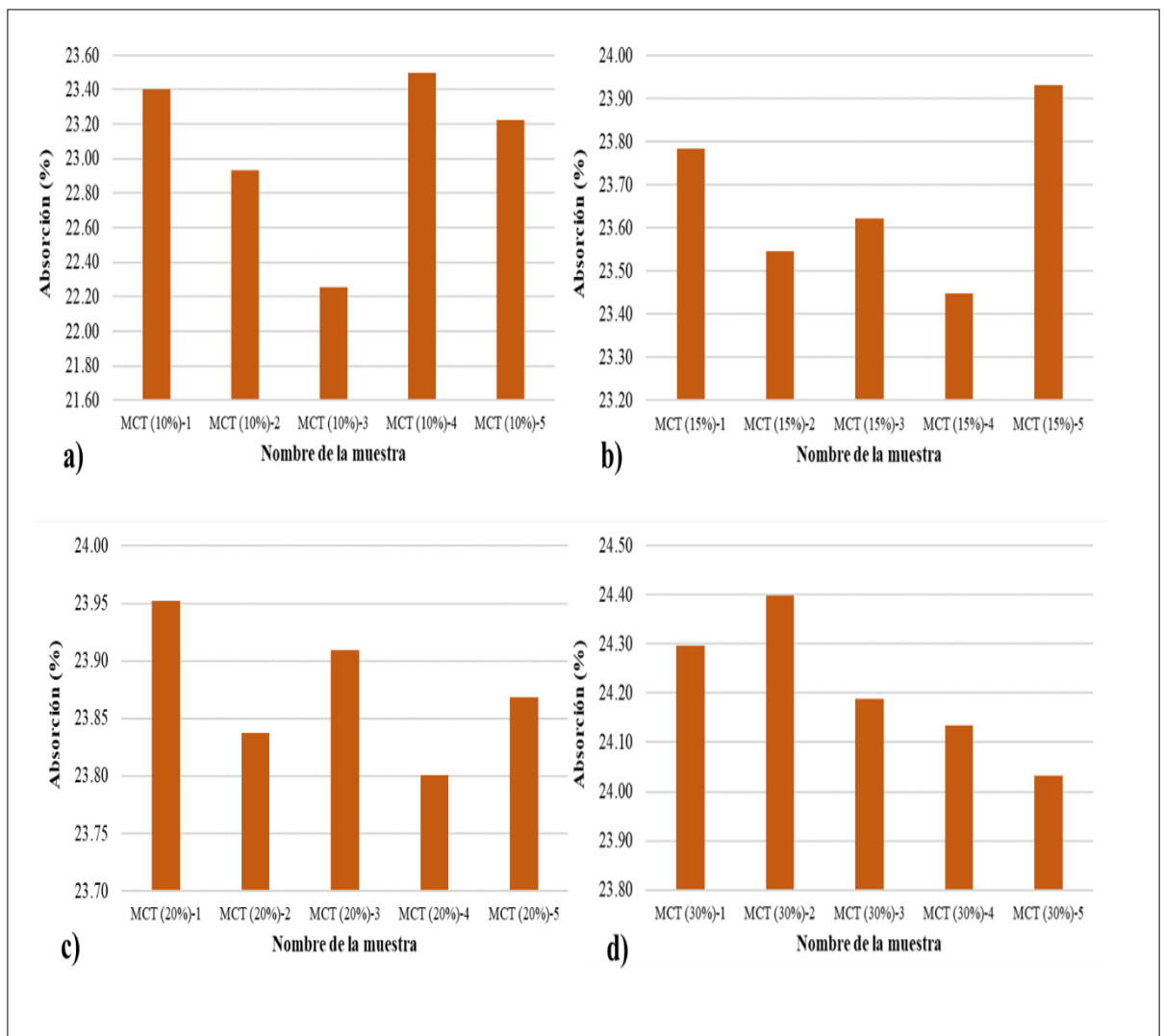
Nota: En la figura 9, se puede apreciar los resultados del ensayo de variación dimensional a las 10 muestras para el ladrillo patrón con adición de concreto triturado (MCT) en los diferentes porcentajes, donde se puede apreciar que no existe mucha variación dimensional pues en la mayoría de casos, sólo se pudo notar variaciones entre 1 mm a 2 mm como máximo, relaciones muy parecidas a las obtenidas al ladrillo patrón sin CT.

**Figura 10:**  
Alabeo de las muestras con CT



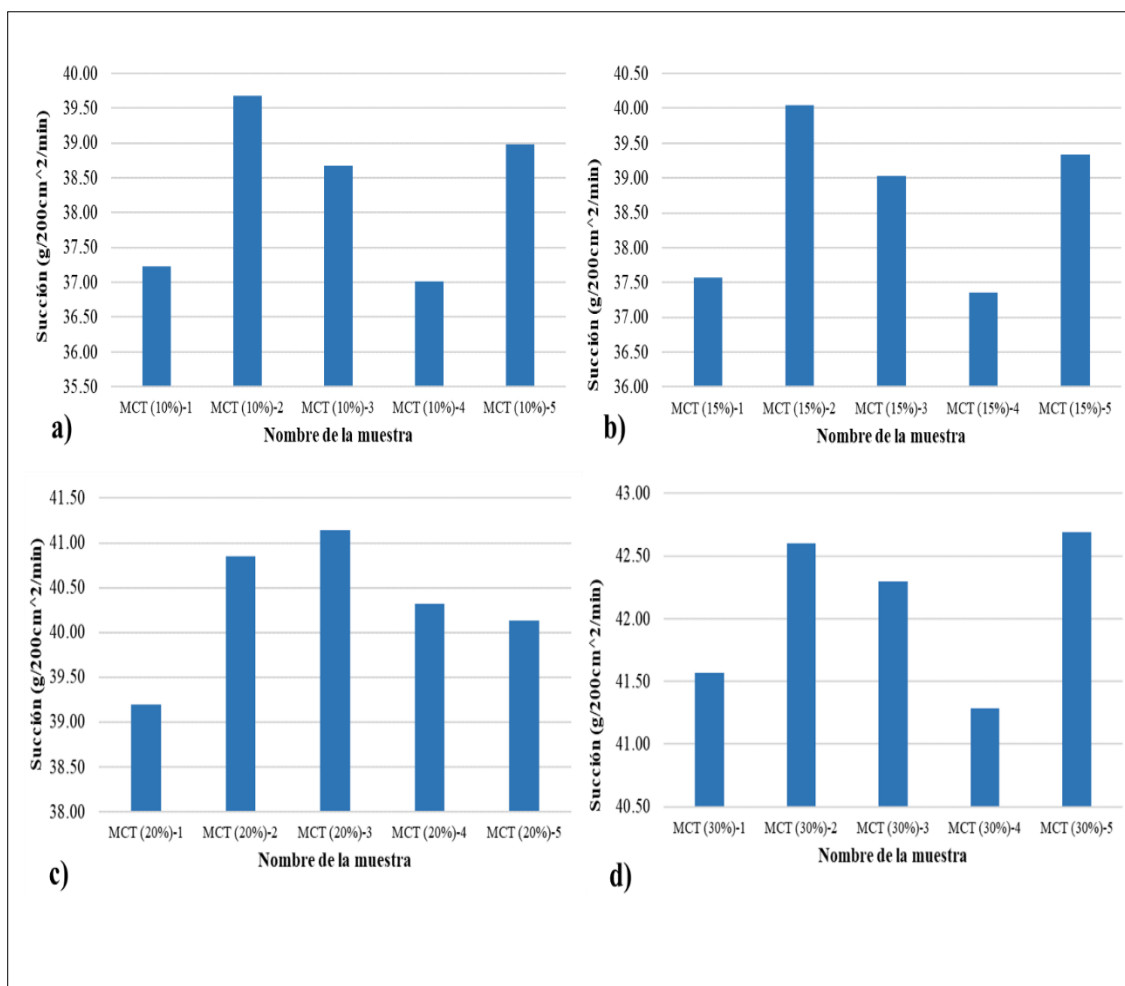
Nota: A partir de los hallazgos de la figura 10, nos muestra los rangos obtenidos del ensayo de alabeo a la muestra patrón de los ladrillos con CT, en ese sentido, se puede notar que el alabeo no superó los 2 mm en el sentido cóncavo, tanto de la cara superior como inferior, por otro lado con la incorporación de CT al 15% (figura 10b) fueron las únicas muestras que mostraron un alabeo en ambas caras; además en la adición con 20% de CT se puede establecer que dos muestras, la MCT (20%)-4 y la MCT (20%)-5 no indicaron alabeo en ninguna de las caras.

**Figura 11:**  
Absorción de las muestras con CT



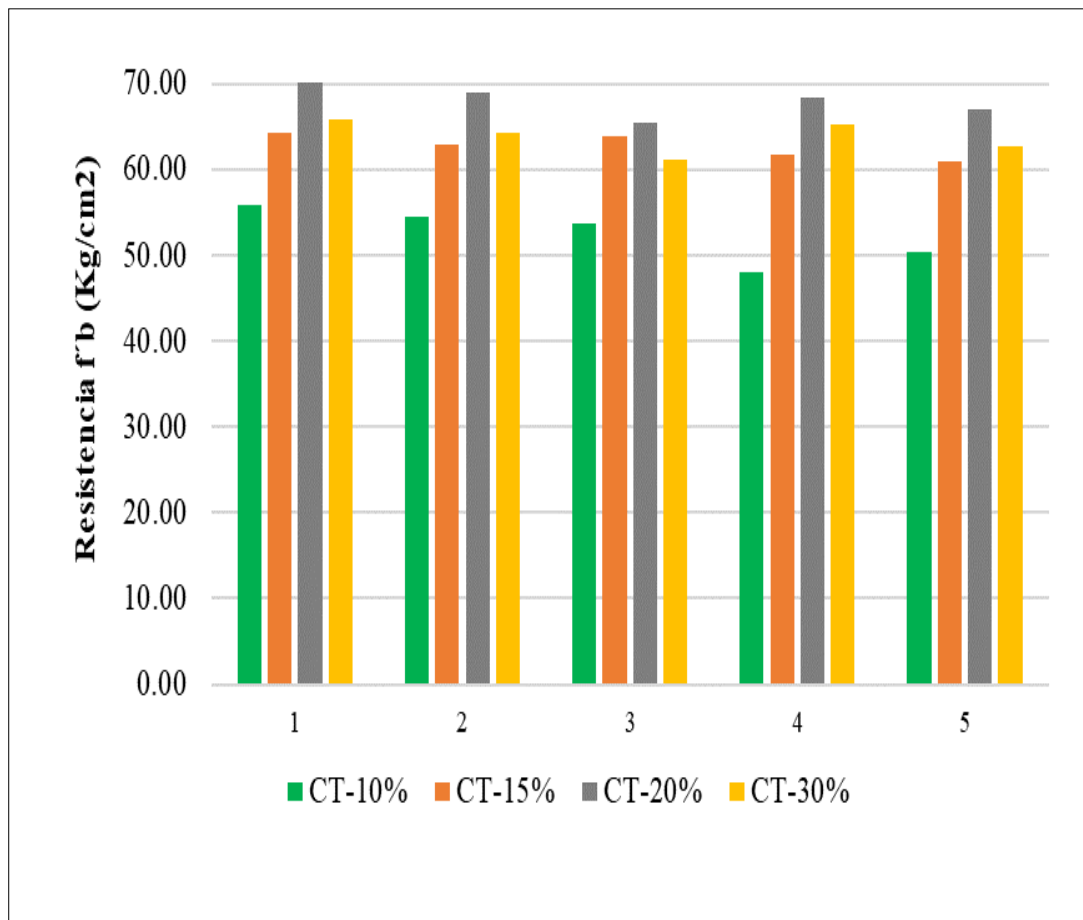
Nota: Se puede apreciar los resultados de los ensayos correspondientes a la absorción al agua de las muestras ensayadas, donde se logró determinar según la figura 11a, para el CT con 10%, el valor de la absorción mínima de 22.26% y la máxima fue de 23.50%; a partir de la figura 11b, para el CT con 15%, se obtuvo una absorción menor de 23.45% y una máxima de 23.93%; por otro lado, de acuerdo a la figura 11c, para el CT con 20%, la mínima absorción alcanzada fue de 23.80% y la máxima llegó a 23.95%; por último, la figura 11d, respecto al CT con 30%, la absorción mínima fue de 24.03% y la máxima llegó a 24.40%.

**Figura 12:**  
Succión de las muestras con CT



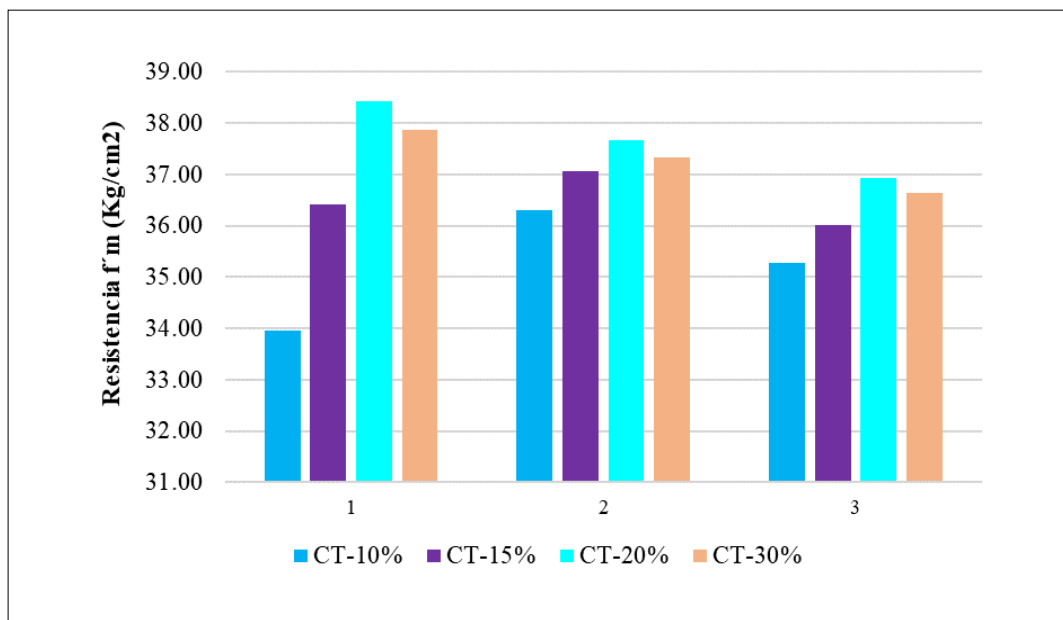
Nota: En cuanto a este parámetro, se logró determinar según la figura 12a, para el CT con 10%, el valor de la succión mínima de 37.02 y la máxima fue de 39.68; a partir de la figura 12b, para el CT con 15%, se obtuvo una succión menor de 37.35 y una máxima de 40.04; por otro lado, de acuerdo a la figura 12c, para el CT con 20%, la mínima succión alcanzada fue de 39.20 y la máxima alcanzó un valor de 41.14; por último, la figura 12d, respecto al CT con 30%, la succión mínima fue de 41.29 y la máxima llegó a 42.69. Cabe señalar que los rangos del parámetro succión se expresan en unidades de  $g/200cm^2/min$ .

**Figura 13:**  
Resistencia  $f'b$  de las muestras con CT



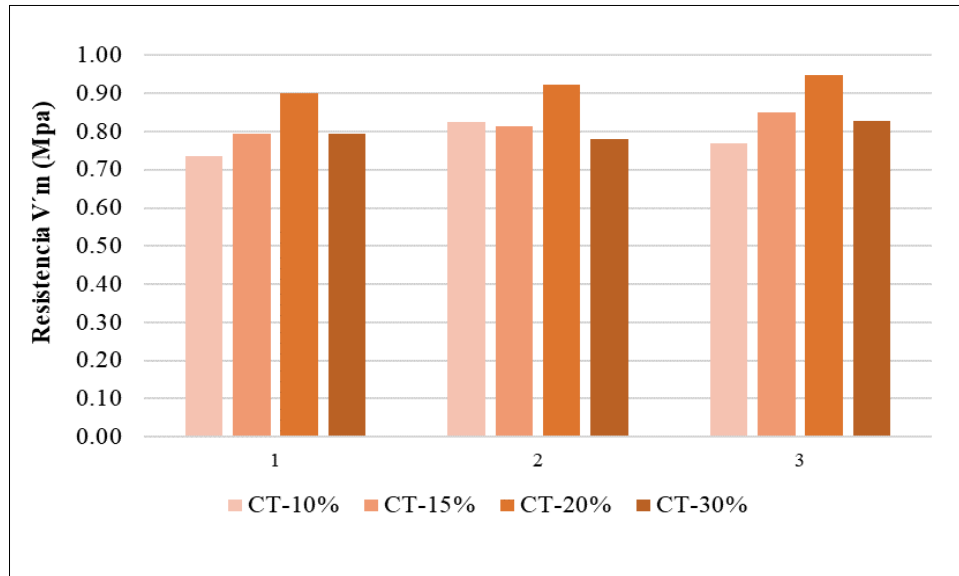
Nota: Según se observan en la figura 13, los valores obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión en unidades de albañilería ( $f'b$ ), para los cinco tipos de muestras de CT, se puede inferir que la adición de 20% de concreto triturado (CT-20%), es la resistencia más alta que se logró alcanzar durante todos las pruebas realizadas, sobre todo el muestra 1, pues alcanzó una resistencia de 70.63 Kg/cm<sup>2</sup>; por otro lado, para la incorporación del 10% de CT (CT-10%), en todos los casos mostró valores muy bajos, sobre todo en la muestra 4, pues alcanzó una resistencia de 48.10 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 14:**  
Resistencia  $f'm$  de las muestras con CT



Nota: Según se muestran los rangos establecidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión axial de pilas ( $f'm$ ), para los cinco tipos de muestras de CT en la figura 14, se puede deducir que la adición de 20% de concreto triturado (CT-20%) es la resistencia más alta que se logró alcanzar durante todos los ensayos realizados, con un mayor énfasis en la muestra 1, pues alcanzó una resistencia de 38.42 Kg/cm<sup>2</sup>; así mismo, para la incorporación del 10% de CT en todos los casos mostró valores muy bajos, sobre todo en la muestra 1, pues alcanzó una resistencia de 33.95 Kg/cm<sup>2</sup>.

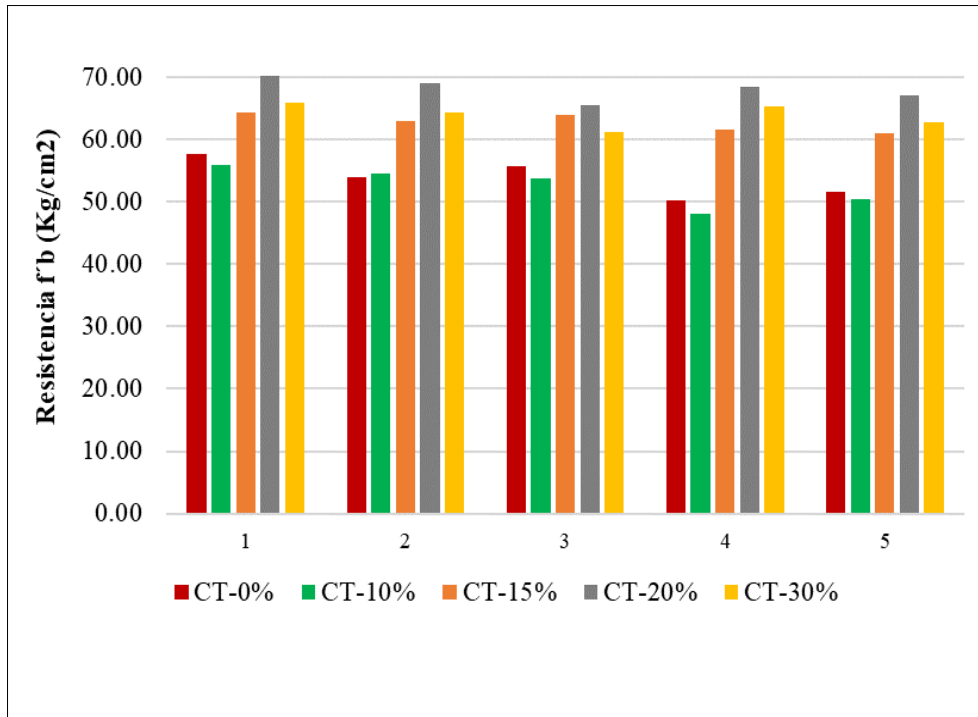
**Figura 15:**  
Resistencia  $V'm$  de las muestras con CT



Nota: Según los hallazgos de la resistencia de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal ( $V'm$ ) para las tres muestras probadas en laboratorio (figura 15), se determinó que la adición de 20% de concreto triturado (CT-20%) es la resistencia más alta que se logró alcanzar durante todos las pruebas realizadas, sobre todo el muestra 3, pues alcanzó una resistencia de 0.95 Mpa; por otro lado, para la adición del 10% de CT (CT-10%) en todos los casos mostró valores muy bajos, sobre todo en la muestra 1, pues alcanzó una resistencia de 0.74 Mpa.

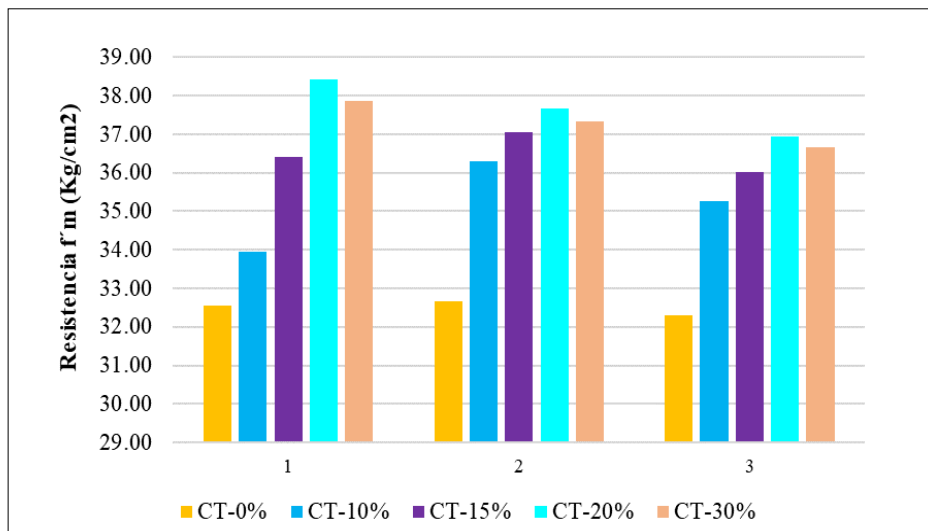
Nota específica: La comparación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal patrón con respecto al añadido con concreto triturado para orientar adecuadamente la elección del porcentaje óptimo de CT, se muestran en la figura 16 para la contrastación de la resistencia ( $f'b$ ), en la figura 17 para la resistencia  $f'm$  y la figura 18 para la resistencia  $V'm$ .

**Figura 16:**  
Resistencias  $f'_b$  de todas las muestras



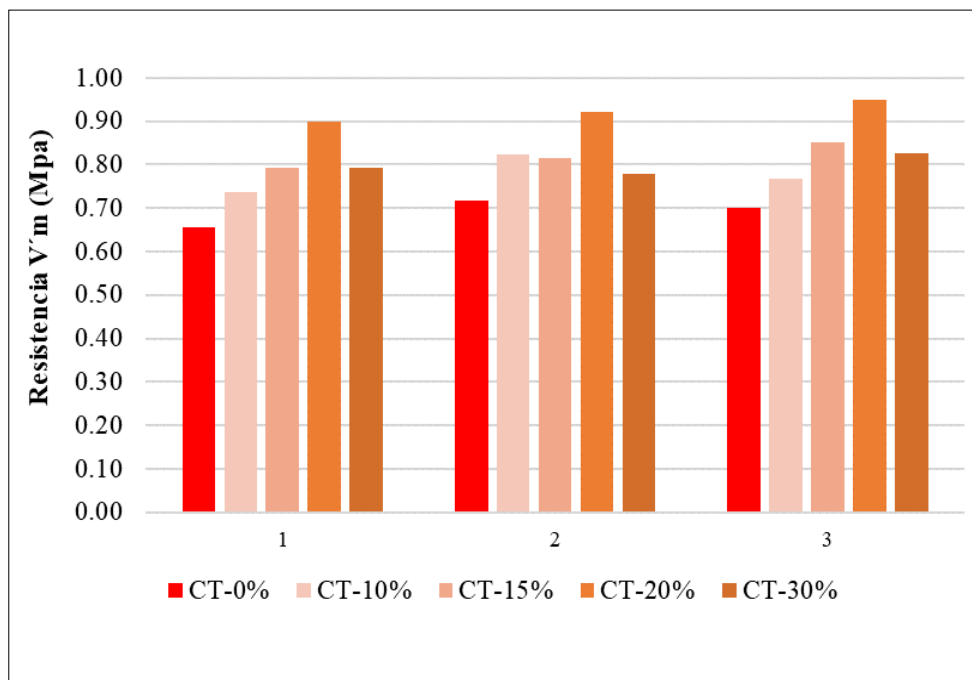
Nota: Según se muestran los rangos establecidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión en unidades de albañilería ( $f'_b$ ) en la figura 16, se puede deducir que la adición de 20% de concreto triturado (CT-20%) es la resistencia óptima, tanto en comparación con las demás adiciones, como con la resistencia óptima, tanto en comparación con las demás adiciones, como con la del ladrillo patrón, pues como se puede apreciar en todas muestras, superó a las demás significativamente.

**Figura 17:**  
Resistencias  $f'_m$  de todas las muestras



Nota: Según se muestran los rangos establecidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión axial de pilas ( $f'm$ ) en la figura 17, se puede deducir que la adición de 20% de concreto triturado (CT-20%) es la resistencia óptima, tanto en comparación con las demás adiciones, como con la del ladrillo patrón, pues como se puede apreciar en todas muestras, superó a las demás significativamente.

**Figura 18:**  
Resistencias  $V'm$  de todas las muestras



Nota: Según se muestran los rangos establecidos mediante el ensayo de resistencia de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal ( $V'm$ ) en la figura 18, se puede deducir que la adición de 20% de concreto triturado (CT-20%) es la resistencia óptima, tanto en comparación con las demás adiciones, como con la del ladrillo patrón, pues como se puede apreciar en todas muestras, superó a las demás significativamente.



### **3.2. Discusión de resultados**

#### **Respecto al primer objetivo específico**

En cuanto al análisis de las propiedades físicas del material con el que se va a elaborar el ladrillo artesanal, se pudo contrastar dichos resultados con las investigaciones de Delgado [44] & Dos Reis [26], pues determinaron una curva granulométrica cuya composición y distribución de partículas principalmente retenidas en las mallas de material fino, indican un material del tipo arcilloso variando entre SC (arena arcillosa) a CH (arcilla de alta plasticidad) cuyos índices de plasticidad fueron altos, con rangos superiores al 50%; por lo expuesto, el material predominante que se obtuvo en la presente tesis para la elaboración de los ladrillos es del tipo arcilloso de alta plasticidad.

#### **Respecto al segundo objetivo específico**

En relación a establecer las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal patrón, en primer lugar, con los hallazgos de las propiedades físicas: eflorescencia, variación dimensional, alabeo, absorción y succión, que fueron realizados mediante ensayos de laboratorio, estuvieron en correspondencia a los obtenidos por Kumar [45], Sequeira [46] & Martos [47], pero además tomando como referencia a los requerimientos de la norma peruana de albañilería [13]. Para la variación adimensional, se notó una ligera variación entre 1 mm a 2 mm, tal y como lo respaldan las investigaciones citadas en este ítem, pues dicha variación superó el 1%; por otro lado, el alabeo mostró leves diferencias en las caras inferior y superior para la sección cóncava de hasta 2.00 mm, mientras que en la convexa fue para todos los casos nula.

Respecto a la condición de absorción, todas las muestras superaron el 21%, esta relación se debió al efecto de la capacidad de la arcilla como componente

principal de la unidad de ladrillo, de poder absorber significativamente el agua. En lo que correspondió a la succión, todas superaron el rango de 34 g/200cm<sup>2</sup>/min, lo cual como señalan los autores citados en este ítem, esto mejorará la adhesión ladrillo - mortero para un mejor desempeño del muro de albañilería.

En segundo lugar, las propiedades mecánicas analizadas fueron la resistencia a la compresión en unidades de albañilería ( $f'_{b}$ ), luego la resistencia a la compresión axial de pilas ( $f'_{m}$ ) y posteriormente la resistencia de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal ( $V'_{m}$ ), los cuales se evaluaron en función a los requerimientos de la norma de albañilería [13], mostrando resultados aceptables para su posterior uso como elementos de construcción de edificaciones, tal como lo obtenido por Palacios [48], Bai [25], Aqise [18] & Pajares [49].

### **Respecto al tercer objetivo específico**

En cuanto a la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal incorporando 10%, 15%, 20% y 30% de concreto triturado, se pudo contrastar los hallazgos obtenidos con respecto a la investigación de Sequeira [46], pues dichos investigadores evaluaron rangos de hasta un 40% de CT, pero las relaciones físicas como la absorción y succión fueron altas, por lo que estas condiciones podrían afectar principalmente la resistencia  $f'_{b}$  y la resistencia  $V'_{m}$ .

Por lo señalado, es recomendable un máximo de 30% de CT, sin embargo comparando todos los valores de porcentajes de cada muestra de la presente investigación, las mejores respuestas tanto a nivel físico como de las resistencias  $f'_{b}$ ,  $f'_{m}$  y  $V'_{m}$ , fueron las que se alcanzaron con un 20% de CT, tal y como se demostraron mediante los hallazgos en la presente tesis, empero, no se descartan

emplear los demás porcentajes de CT pues como se indica en la figura 13, figura 14 y figura 15, también se tuvieron rangos aceptables que están en concordancia con la [13].

#### **En relación al cuarto objetivo específico**

Finalmente, en relación a la comparación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal patrón con respecto al añadido con concreto triturado se infiere a partir de los hallazgos logrados en esta investigación, que la adición de 20% de concreto triturado (CT-20%) es la resistencia óptima, tanto en comparación con las demás adiciones, como con la del ladrillo patrón, pues como se puede apreciar en todas muestras, superó a las demás significativamente, que a diferencia de Sequeira [46], indica que un 40% es el adecuado, por lo señalado, la presente tesis propone como 20% de CT como el valor óptimo para su adición en reemplazo parcial de la arcilla para la elaboración de unidades de ladrillo artesanal.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 4.1. Conclusiones

Se concluye que del análisis de las propiedades físicas del material con que se va a elaborar el ladrillo artesanal, se determinó que es un material arcilloso de alta plasticidad, cuya simbología SUCS le corresponde la denominación CH, además presentó un límite líquido de 75.71%, un límite plástico de 25.43%, un índice de plasticidad de 50.28% y un contenido de humedad de 3.21%, que en resumen estas características son importantes para la producción de ladrillos artesanales.

Se concluye que del estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal patrón, se estableció que, a nivel físico, todas las muestras presentan eflorescencia, en cuanto a la variación adimensional las diferencias fueron mínimas de hasta 2 mm en todas las dimensiones de cada unidad; en el caso del alabeo hubieron leves diferencias en las caras inferior y superior para la sección cóncava de hasta 2.00 mm, mientras que en la convexa fue para todos los casos nula; la absorción en todos los ensayos superaron el 21%; la succión, superó el rango de 34 g/200cm<sup>2</sup>/min; a nivel de la resistencia mecánica, el f<sup>'</sup>b máximo fue de 57.57 Kg/cm<sup>2</sup>, el f<sup>'</sup>m máximo fue 32.66 Kg/cm<sup>2</sup> y el V<sup>'</sup>m llegó hasta 0.72 Mpa.

Se concluye que a partir de la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal incorporando 10%, 15%, 20% y 30% de concreto triturado, se estableció que, a nivel físico, todas las muestras presentan eflorescencia, en cuanto a la variación adimensional las diferencias fueron mínimas de hasta 2 mm en todas las dimensiones de cada unidad; en el caso del alabeo hubieron leves diferencias en las caras inferior y superior para la sección cóncava de hasta 2.00 mm, mientras que en la convexa fue para todos los casos nula; la absorción en todos los ensayos superaron el 21.60%; la succión, superó el rango de 35.50 g/200cm<sup>2</sup>/min; a nivel de la resistencia mecánica, el máximo

porcentaje de CT fue de 20%, por lo que su  $f'_b$  fue de  $70.63 \text{ Kg/cm}^2$ , el  $f'_m$  fue  $38.42 \text{ Kg/cm}^2$  y el  $V'_m$  llegó hasta  $0.95 \text{ Mpa}$ .

Finalmente, se concluye que de la comparación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal patrón con respecto al añadido con concreto triturado, el porcentaje óptimo es de 20% de CT para su adición en reemplazo parcial de la arcilla para la elaboración de unidades de ladrillo artesanal.

## **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda tener en consideración la adecuada dosificación del material a emplear para la elaboración de los ladrillos artesanales, además del control de calidad durante los ensayos de laboratorio, ya que una ligera variación en la inadecuada manipulación de los procedimientos puede alterar la composición granulométrica del material arcilloso a usar.

Se recomienda utilizar gavetas o moldes adecuados y que se encuentren en buenas condiciones para que se adecuen a todos los lados de la superficie de las unidades de ladrillo artesanal para disminuir las imperfecciones y no tengan una gran variación dimensional.

Se recomienda utilizar la propuesta dada por esta investigación ya que es muy beneficioso para el medio ambiente, ya que se está reutilizando el concreto de demoliciones o construcciones.

Se recomienda incorporar concreto triturado al mortero en futuras investigaciones con fines de lograr un componente integral de albañilería, ya que se puede inferir que un alto porcentaje de concreto triturado en el mortero puede elevar aún más la capacidad de resistencia  $f'm$  y  $V'm$  en comparación al de uso tradicional.

Por último, se recomienda aplicar el concreto triturado en los diferentes tipos de unidades de albañilería artesanal que se disponen en el ámbito local y nacional, con la finalidad de tener rangos óptimos de CT para cada tipo de unidad y según sus características técnicas especificadas en la norma de albañilería E.070 del Perú.

## Referencias

- [1] A. Almssad, A. Almusaed and R. Homod, "Masonry in the context of sustainable buildings: A review of the brick role in architecture," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 22, 2022.
- [2] H. Limami, k. Cherkaoui, L. Amazian, A. El Baraka, K. Asmae and I. Mansouri, "Unfired clay bricks with additives and mechanical simulation of perforated bricks," *School of Science and Engineering*, 2020.
- [3] İ. Akanyeti, Ö. Damdelen and A. Anvarov, "Geo-polymerization technique for brick production from coal ash and cigarette butts," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, pp. 12855-12868, 2020.
- [4] A. Joshi, S. Basutkar, M. Keshava, S. Raghunath and K. Jagadish, "Performance of masonry units prepared using construction and demolition waste as fine aggregates," *Proceedings of the International Masonry Society Conferences*, vol. 0, no. 222279, pp. 1176-1185, 2018.
- [5] A. Al-Fakih, B. Mohammed, M. Liew and E. Nikbakht, "Incorporation of waste materials in the manufacture of masonry bricks: An update review," *Journal of Building Engineering*, vol. 21, pp. 37-54, 2019.
- [6] S. Dehghan, M. Najafgholipour, V. Baneshi and M. Rowshanzamir, "Mechanical and bond properties of solid clay brick masonry with different sand grading," *Construction and Building Materials*, vol. 174, pp. 1-10, 2018.
- [7] A. Müller, "Energieeinsparungen durch das Recycling von Bauabfällen?," *Bautechnik*, vol. 99, no. 12, pp. 916-923, 2022.

- [8] A. Martinez-Amariz, L. Muñoz, F. Posso and D. Bellon, "Compressive evaluation of masonry bricks produced with industrial byproduct aggregates," *International Journal of Applied Ceramic Technology*, vol. 17, no. 6, pp. 2681-2689, 2020.
- [9] A. Azevedo, D. Cecchin, D. Carmo, F. Silva, C. Campos, S. T. and M. M. S. Marvila, "Analysis of the compactness and properties of the hardened state of mortars with recycling of construction and demolition waste (CDW)," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 5942-5952, 2020.
- [10] M. Ebadi-Jamkhaneh, M. Ahmadi and M. Shokri Amiri, "Sustainable reuse of inorganic materials in eco-friendly clay bricks: Special focus on mechanical and durability assessment," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 33, no. 6, 2021.
- [11] R. Mora-Ortiz, S. Díaz, E. Del Angel-Meraz and F. Magaña-Hernández, "Recycled fine aggregates from mortar debris and red clay brick to fabricate masonry mortars: Mechanical analysis," *Materials*, vol. 15, no. 21, 2022.
- [12] P. Rebaza, "Propiedades físico – mecánicas del ladrillo artesanal y maquinado producido en la ciudad de Trujillo, 2018," Trujillo, 2018.
- [13] NTE-E070, "Norma Técnica E.070 Albañilería," Lima, 2020.
- [14] S. Blanco, "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal producido en el sector Cruz Verde, Distrito Bambamarca, Cajamarca- 2018," Cajamarca, 2018.
- [15] K. Nuñez, "Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales fabricados con arcilla y concreto," Cajamarca, 2019.



- [16] I. Ramos, "Análisis de las características físico mecánicas de las arcillas del C.P. El Tambo para la producción de ladrillo artesanal, Bambamarca, 2018," Chota, 2021.
- [17] B. Bardales, "Comparación de las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales de concreto y arcilla," Cajamarca, 2019.
- [18] W. Aqise, "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería artesanales en la localidad de Uripa, Apurímac - 2019," Lima, 2020.
- [19] C. Guerra, "Calidad de las unidades de albañilería de arcilla según norma E.070 en la Provincia de Chiclayo," Chiclayo, 2017.
- [20] W. Fernández, "Influencia de la variación de la arcilla en la resistencia a la compresión del ladrillo artesanal del Caserío de Agamarca, Distrito Bambamarca, Cajamarca-2018," Chiclayo, 2018.
- [21] E. Peña, "Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico prensado manualmente de arcilla y arcilla/plástico en albañilería confinada, Chiclayo, Lambayeque 2018," Chiclayo, 2019.
- [22] J. Chicchón and L. Rivasplata, "Características físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla king kong del Distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque," Chiclayo, 2020.
- [23] G. Osman, E. Ertugrul, S. Mucahit y H. O. Osman, «Effects of concrete waste on characteristics of structural fired clay bricks,» *Construction and Building Materials*, vol. 255, nº 10.1016/j.conbuildmat.2020.119362, 2020.

- [24] D. M. Mori Gil y T. E. Guillén-Sheen, «Analysis of the Resistance of Ecological Bricks Using Construction Waste and Incorporation of *Synadenium Grantii*,» *Investigation*, 2022.
- [25] M. Bai, J. Xiao, Q. Gao y J. Shen, «Utilization of construction spoil and recycled powder in fired bricks,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 18, 2023.
- [26] G. S. Dos Reis, B. G. Cazacliu, A. Cothenet, P. Poullain, M. Wilhelm, C. H. Sampaio, E. C. Lima, W. Ambros y J. M. Torrenti, «Fabrication, microstructure, and properties of fired clay bricks using construction and demolition waste sludge as the main additive,» *Journal of Cleaner Production*, 2020.
- [27] R. Carrasco, "Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de riobamba, análisis de costo e impacto ambiental," Quito, 2018.
- [28] A. Gutierrez and G. Oyarce, "Adición de residuos sólidos al ladrillo de arcilla artesanal para mejorar sus propiedades en función a la norma E-070- Cajamarca, 2019," Cajamarca, 2021.
- [29] J. Díaz, "Evaluación de propiedades físicas mecánicas del ladrillo artesanal sólido, fabricados en cuatro distritos de la Región Lambayeque, 2018," Chiclayo, 2019.
- [30] H. Gallegos and C. Casabonne, *Albañilería estructural* 3era edición, 5ta ed., Lima, Lima: PUCP, 2005, p. 435.
- [31] A. Leoni, *Propiedades físicas de los suelos*, 2015.
- [32] C. Gómez, *Comportamiento geotécnico de suelos arcillosos compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas*, Madri, Madrid, 2019, p. 391.

- [33] P. Ramírez and L. Alejano, *Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes*, 2004, p. 300.
- [34] J. Pérez, *Conceptos generales de la mecánica de suelo*, 2014, p. 29.
- [35] W. Velilla, *Diseño y validacion de un modelo de extrusora de arcilla*, Barranquilla, 2008, p. 113.
- [36] M. Andrade, A. Moliner and A. Masaguer, *Métodos didácticos para análisis de suelos*, España: Universidad de la Rioja, 2015, p. 82.
- [37] J. Aguilar, "Clasificación de unidades de albañilería fabricados con materiales de desecho," Huaraz, 2020.
- [38] J. Toirac, "Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la republica dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigon," *Ciencia y Sociedad*, vol. 37, no. 3, 2012.
- [39] C. Crespo, *Mecánica de suelos y cimentaciones*, 5ta ed., México, 2004, p. 652.
- [40] E. Zanni, *Patología de la construcción y restauro de obras*, 1era ed., Argentina: Brujas, 2008, p. 300.
- [41] A. Domingo, *Apuntes de mecánica de fluidos*, España, 2011, p. 101.
- [42] S. Betancourt, *Materiales para construcción*, M. A. Castro, Ed., Feijoo, 2017, p. 332.
- [43] R. Hernández-Sampieri and C. Mendoza, *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.

- [44] J. Delgado, "Propiedades físico-mecánicas de los ladrillos ecológicos adicionando aserrín en muros no estructurales, Chiclayo, Lambayeque 2020," Chiclayo, 2022.
- [45] B. Kumar, H. Ananthan and K. Balaji, "Experimental studies on cement stabilized masonry blocks prepared from brick powder, fine recycled concrete aggregate and pozzolanic materials," *Journal of Building Engineering*, vol. 10, pp. 80-88, 2017.
- [46] V. Sequeira, A. Joshi, M. Kerekoppa and N. Bharadwaj, "Physical and microstructural properties of construction and demolition waste based masonry units," *RILEM Bookseries*, vol. 29, pp. 411-428, 2021.
- [47] S. Martos, "Variación de la resistencia a la compresión de los ladrillos, debido a los factores: materiales y proceso de fabricación, a partir de investigaciones realizadas en el Perú," Cajamarca, 2022.
- [48] F. Palacios, "Estudio comparativo de las propiedades físico - mecánicas del ladrillo artesanal de las ciudades de Sullana - Paita - Piura - Morropón," Piura, 2019.
- [49] G. Pajares, "Evaluación de las propiedades del ladrillo de arcilla en la provincia del Santa, 2022," Lima, 2022.

# **ANEXOS**

# Anexo 1: Ensayo del análisis granulométrico



**LEMS W&C EIRL**

RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lwmswyceirl.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

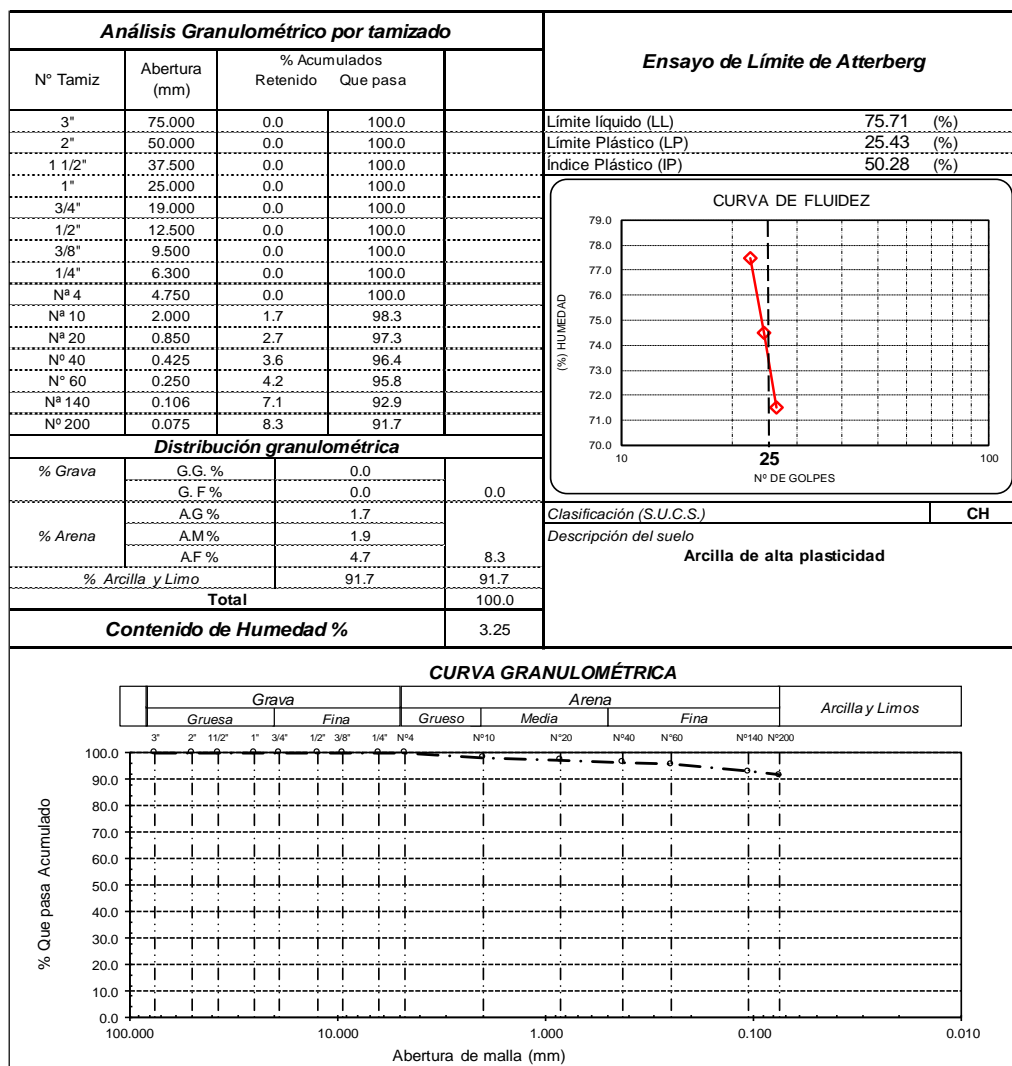
Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha : Octubre de 2022

Ensayo : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
: SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

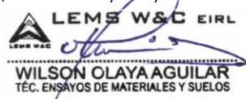
Norma de referencia : N.T.P. 399.128: 1999  
: N.T.P. 399.131  
: N.T.P. 339.127: 1998

Muestra : Material para hacer ladrillos de arcilla



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.



## Anexo 2: Ensayo de eflorescencia del ladrillo patrón



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Eflorescencia

Muestra N°	Identificación	Fecha Inicio de Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Condición de saturación	Resultado
01	Muestra patrón 1	03/10/2022	10/10/2022	Agua destilada	EFLORESCENTE
02	Muestra patrón 2				
03	Muestra patrón 3				
04	Muestra patrón 4				
05	Muestra patrón 5				

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

### Anexo 3: Ensayo de eflorescencia del ladrillo patrón con CT-10%



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Eflorescencia

Muestra N°	Identificación	Fecha Inicio de Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Condición de saturación	Resultado
01	Muestra 10%CT - 1	03/10/2022	10/10/2022	Agua destilada	EFLORESCENTE
02	Muestra 10%CT - 2				
03	Muestra 10%CT - 3				
04	Muestra 10%CT - 4				
05	Muestra 10%CT - 5				

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 4: Ensayo de eflorescencia del ladrillo patrón con CT-15%



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Eflorescencia

Muestra N°	Identificación	Fecha Inicio de Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Condición de saturación	Resultado
01	Muestra 15%CT - 1	03/10/2022	10/10/2022	Agua destilada	EFLORESCENTE
02	Muestra 15%CT - 2				
03	Muestra 15%CT - 3				
04	Muestra 15%CT - 4				
05	Muestra 15%CT - 5				

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 5: Ensayo de eflorescencia del ladrillo patrón con CT-20%



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613



Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Eflorescencia

Muestra N°	Identificación	Fecha Inicio de Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Condición de saturación	Resultado
01	Muestra 20%CT - 1	03/10/2022	10/10/2022	Agua destilada	EFLORESCENTE
02	Muestra 20%CT - 2				
03	Muestra 20%CT - 3				
04	Muestra 20%CT - 4				
05	Muestra 20%CT - 5				

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  

**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 6: Ensayo de eflorescencia del ladrillo patrón con CT-30%



RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613


Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Eflorescencia

Muestra N°	Identificación	Fecha Inicio de Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Condición de saturación	Resultado
01	Muestra 30%CT - 1	03/10/2022	10/10/2022	Agua destilada	EFLORESCENTE
02	Muestra 30%CT - 2				
03	Muestra 30%CT - 3				
04	Muestra 30%CT - 4				
05	Muestra 30%CT - 5				

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 7: Ensayo de variación adimensional de ladrillo patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613


Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del tamaño

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	Muestra patrón 1	204	118	66
02	Muestra patrón 2	202	118	65
03	Muestra patrón 3	202	118	65
04	Muestra patrón 4	202	118	66
05	Muestra patrón 5	204	119	65
06	Muestra patrón 6	204	119	65
07	Muestra patrón 7	202	118	66
08	Muestra patrón 8	202	119	66
09	Muestra patrón 9	202	118	65
10	Muestra patrón 10	202	118	65

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 8: Ensayo de variación adimensional de ladrillo patrón con CT-10%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del tamaño

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	Muestra 10%CT - 1	208	122	68
02	Muestra 10%CT - 2	205	125	68
03	Muestra 10%CT - 3	205	124	69
04	Muestra 10%CT - 4	206	124	69
05	Muestra 10%CT - 5	208	125	69
06	Muestra 10%CT - 6	206	124	68
07	Muestra 10%CT - 7	206	124	68
08	Muestra 10%CT - 8	206	122	69
09	Muestra 10%CT - 9	205	122	68
10	Muestra 10%CT - 10	206	123	69

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 9: Ensayo de variación adimensional de ladrillo patrón con CT-15%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

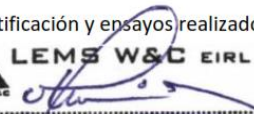
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del tamaño

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	Muestra 15%CT - 1	206	124	69
02	Muestra 15%CT - 2	206	124	69
03	Muestra 15%CT - 3	206	124	68
04	Muestra 15%CT - 4	206	123	68
05	Muestra 15%CT - 5	205	124	69
06	Muestra 15%CT - 6	205	123	69
07	Muestra 15%CT - 7	206	123	68
08	Muestra 15%CT - 8	205	123	68
09	Muestra 15%CT - 9	206	124	68
10	Muestra 15%CT - 10	206	122	68

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 10: Ensayo de variación adimensional de ladrillo patrón con CT-20%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del tamaño

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	Muestra 20%CT - 1	205	123	70
02	Muestra 20%CT - 2	205	123	69
03	Muestra 20%CT - 3	205	123	69
04	Muestra 20%CT - 4	205	124	70
05	Muestra 20%CT - 5	206	124	68
06	Muestra 20%CT - 6	206	124	68
07	Muestra 20%CT - 7	206	124	70
08	Muestra 20%CT - 8	206	124	69
09	Muestra 20%CT - 9	206	124	69
10	Muestra 20%CT - 10	205	123	69

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 11: Ensayo de variación adimensional de ladrillo patrón con CT-30%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del tamaño

Muestra N°	Identificación	Medición de dimensiones		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	Muestra 30%CT - 1	206	120	69
02	Muestra 30%CT - 2	206	120	70
03	Muestra 30%CT - 3	206	122	70
04	Muestra 30%CT - 4	205	121	70
05	Muestra 30%CT - 5	205	120	69
06	Muestra 30%CT - 6	205	123	70
07	Muestra 30%CT - 7	205	122	69
08	Muestra 30%CT - 8	206	120	70
09	Muestra 30%CT - 9	206	121	70
10	Muestra 30%CT - 10	206	120	70

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



## Anexo 12: Ensayo de alabeo de ladrillo patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	Muestra patrón 1	1.00	0.00	1.00	0.00
02	Muestra patrón 2	1.00	0.00	2.00	0.00
03	Muestra patrón 3	1.00	0.00	1.00	0.00
04	Muestra patrón 4	2.00	0.00	2.00	0.00
05	Muestra patrón 5	1.00	0.00	0.00	0.00
06	Muestra patrón 6	1.00	0.00	1.00	0.00
07	Muestra patrón 7	1.50	0.00	1.00	0.00
08	Muestra patrón 8	1.00	0.00	0.00	0.00
09	Muestra patrón 9	2.00	0.00	1.50	0.00
10	Muestra patrón 10	1.50	0.00	1.00	0.00

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 13: Ensayo de alabeo de ladrillo patrón con CT-10%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	Muestra 10%CT - 1	1.00	0.00	0.00	0.00
02	Muestra 10%CT - 2	1.00	0.00	1.00	0.00
03	Muestra 10%CT - 3	1.50	0.00	1.00	0.00
04	Muestra 10%CT - 4	1.00	0.00	1.50	0.00
05	Muestra 10%CT - 5	1.00	0.00	0.00	0.00
06	Muestra 10%CT - 6	1.50	0.00	1.00	0.00
07	Muestra 10%CT - 7	1.00	0.00	1.00	0.00
08	Muestra 10%CT - 8	1.00	0.00	1.00	0.00
09	Muestra 10%CT - 9	1.00	0.00	1.50	0.00
10	Muestra 10%CT - 10	1.00	0.00	1.50	0.00

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 14: Ensayo de alabeo de ladrillo patrón con CT-15%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	Muestra 15%CT - 1	2.00	0.00	1.00	0.00
02	Muestra 15%CT - 2	1.00	0.00	2.00	0.00
03	Muestra 15%CT - 3	1.00	0.00	1.00	0.00
04	Muestra 15%CT - 4	2.00	0.00	1.50	0.00
05	Muestra 15%CT - 5	1.00	0.00	1.50	0.00
06	Muestra 15%CT - 6	1.00	0.00	1.00	0.00
07	Muestra 15%CT - 7	1.50	0.00	1.00	0.00
08	Muestra 15%CT - 8	1.00	0.00	2.00	0.00
09	Muestra 15%CT - 9	1.00	0.00	1.00	0.00
10	Muestra 15%CT - 10	1.50	0.00	1.50	0.00

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 15: Ensayo de alabeo de ladrillo patrón con CT-20%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

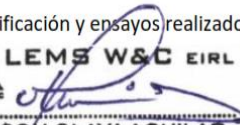
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	Muestra 20%CT - 1	0.00	0.00	1.00	0.00
02	Muestra 20%CT - 2	1.00	0.00	1.00	0.00
03	Muestra 20%CT - 3	1.00	0.00	1.50	0.00
04	Muestra 20%CT - 4	1.00	0.00	1.50	0.00
05	Muestra 20%CT - 5	0.00	0.00	0.00	0.00
06	Muestra 20%CT - 6	0.00	0.00	0.00	0.00
07	Muestra 20%CT - 7	1.00	0.00	1.50	0.00
08	Muestra 20%CT - 8	0.00	0.00	1.00	0.00
09	Muestra 20%CT - 9	1.50	0.00	0.00	0.00
10	Muestra 20%CT - 10	1.00	0.00	1.00	0.00

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 16: Ensayo de alabeo de ladrillo patrón con CT-30%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	Muestra 30%CT - 1	1.50	0.00	1.00	0.00
02	Muestra 30%CT - 2	2.00	0.00	1.50	0.00
03	Muestra 30%CT - 3	1.50	0.00	1.50	0.00
04	Muestra 30%CT - 4	1.00	0.00	1.00	0.00
05	Muestra 30%CT - 5	1.00	0.00	1.00	0.00
06	Muestra 30%CT - 6	1.50	0.00	0.00	0.00
07	Muestra 30%CT - 7	0.00	0.00	1.50	0.00
08	Muestra 30%CT - 8	1.00	0.00	2.00	0.00
09	Muestra 30%CT - 9	1.00	0.00	0.00	0.00
10	Muestra 30%CT - 10	1.50	0.00	0.00	0.00

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 17: Ensayo de absorción de ladrillo patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Absorción

Muestra N°	Identificación	Absorción (%)
01	Muestra patrón 1	21.55
02	Muestra patrón 2	21.95
03	Muestra patrón 3	21.38
04	Muestra patrón 4	21.41
05	Muestra patrón 5	21.63

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 18: Ensayo de absorción de ladrillo patrón con CT-10%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613  
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
Ensayo : Absorción

Muestra N°	Identificación	Absorción (%)
01	Muestra 10%CT - 1	23.40
02	Muestra 10%CT - 2	22.93
03	Muestra 10%CT - 3	22.26
04	Muestra 10%CT - 4	23.50
05	Muestra 10%CT - 5	23.22

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 19: Ensayo de absorción de ladrillo patrón con CT-15%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613  
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
Ensayo : Absorción

Muestra N°	Identificación	Absorción (%)
01	Muestra 15%CT - 1	23.78
02	Muestra 15%CT - 2	23.55
03	Muestra 15%CT - 3	23.62
04	Muestra 15%CT - 4	23.45
05	Muestra 15%CT - 5	23.93

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 20: Ensayo de absorción de ladrillo patrón con CT-20%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613  
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
Ensayo : Absorción

Muestra N°	Identificación	Absorción (%)
01	Muestra 20%CT - 1	23.95
02	Muestra 20%CT - 2	23.84
03	Muestra 20%CT - 3	23.91
04	Muestra 20%CT - 4	23.80
05	Muestra 20%CT - 5	23.87

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 21: Ensayo de absorción de ladrillo patrón con CT-30%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613  
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
Ensayo : Absorción

Muestra N°	Identificación	Absorción (%)
01	Muestra 30%CT - 1	24.30
02	Muestra 30%CT - 2	24.40
03	Muestra 30%CT - 3	24.19
04	Muestra 30%CT - 4	24.13
05	Muestra 30%CT - 5	24.03

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 22: Ensayo de succión de ladrillo patrón



**LEMS W&C** EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Muestra patrón 1	35.58
02	Muestra patrón 2	37.93
03	Muestra patrón 3	36.96
04	Muestra patrón 4	35.38
05	Muestra patrón 5	37.26

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 23: Ensayo de succión de ladrillo patrón con CT-10%



**LEMS W&C** EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Muestra 10%CT - 1	37.23
02	Muestra 10%CT - 2	39.68
03	Muestra 10%CT - 3	38.68
04	Muestra 10%CT - 4	37.02
05	Muestra 10%CT - 5	38.98

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 24: Ensayo de succión de ladrillo patrón con CT-15%



**LEMS W&C** EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Muestra 15%CT - 1	37.57
02	Muestra 15%CT - 2	40.04
03	Muestra 15%CT - 3	39.03
04	Muestra 15%CT - 4	37.35
05	Muestra 15%CT - 5	39.34

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 25: Ensayo de succión de ladrillo patrón con CT-20%



**LEMS W&C** EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Muestra 20%CT - 1	39.20
02	Muestra 20%CT - 2	40.85
03	Muestra 20%CT - 3	41.14
04	Muestra 20%CT - 4	40.32
05	Muestra 20%CT - 5	40.13

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 26: Ensayo de succión de ladrillo patrón con CT-30%



**LEMS W&C** EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP. 399.613

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Periodo inicial de absorción (Succión)

Muestra N°	Identificación	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)
01	Muestra 30%CT - 1	41.56
02	Muestra 30%CT - 2	42.60
03	Muestra 30%CT - 3	42.29
04	Muestra 30%CT - 4	41.29
05	Muestra 30%CT - 5	42.69

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 27: Ensayo de resistencia a la compresión en unidades (f' b) de ladrillo patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613.


Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de albañilería

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Muestra patrón 1	10/10/2022	69030	12230.09	5.64	57.57
02	Muestra patrón 2	10/10/2022	65210	12324.50	5.29	53.97
03	Muestra patrón 3	10/10/2022	67520	12390.38	5.45	55.58
04	Muestra patrón 4	10/10/2022	60950	12371.23	4.93	50.25
05	Muestra patrón 5	10/10/2022	62330	12312.24	5.06	51.64

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



## Anexo 28: Ensayo de resistencia a la compresión en unidades (f' b) de ladrillo patrón con CT-10%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613.


Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de albañilería

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Muestra 10%CT - 1	11/10/2022	68330	12475.92	5.48	55.86
02	Muestra 10%CT - 2	11/10/2022	67250	12572.22	5.35	54.56
03	Muestra 10%CT - 3	11/10/2022	66630	12639.42	5.27	53.77
04	Muestra 10%CT - 4	11/10/2022	59510	12619.89	4.72	48.10
05	Muestra 10%CT - 5	11/10/2022	62120	12559.71	4.95	50.45

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 29: Ensayo de resistencia a la compresión en unidades (f' b) de ladrillo patrón con CT-15%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de albañilería

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Muestra 15%CT - 1	12/10/2022	78830	12500.88	6.31	64.32
02	Muestra 15%CT - 2	12/10/2022	77610	12597.38	6.16	62.84
03	Muestra 15%CT - 3	12/10/2022	79260	12664.71	6.26	63.84
04	Muestra 15%CT - 4	12/10/2022	76380	12645.14	6.04	61.61
05	Muestra 15%CT - 5	12/10/2022	75110	12584.85	5.97	60.88

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 30: Ensayo de resistencia a la compresión en unidades (f' b) de ladrillo patrón con CT-20%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de albañilería

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Muestra 20%CT - 1	13/10/2022	86820	12538.17	6.92	70.63
02	Muestra 20%CT - 2	13/10/2022	85440	12634.92	6.76	68.97
03	Muestra 20%CT - 3	13/10/2022	81510	12702.67	6.42	65.45
04	Muestra 20%CT - 4	13/10/2022	84970	12682.75	6.70	68.34
05	Muestra 20%CT - 5	13/10/2022	82830	12622.48	6.56	66.93

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 31: Ensayo de resistencia a la compresión en unidades (f' b) de ladrillo patrón con CT-30%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Octubre de 2022

Norma : NTP 399.613.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillo de arcilla usados en albañilería.

Ensayo : Resistencia a la compresión en unidades de albañilería

Muestra N°	Identificación	Fecha de ensayo	CARGA (N)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	F'b (Mpa)	F'b (Kg/Cm2)
01	Muestra 30%CT - 1	14/10/2022	80740	12513.11	6.45	65.81
02	Muestra 30%CT - 2	14/10/2022	79450	12609.66	6.30	64.27
03	Muestra 30%CT - 3	14/10/2022	75930	12677.28	5.99	61.09
04	Muestra 30%CT - 4	14/10/2022	81050	12657.40	6.40	65.31
05	Muestra 30%CT - 5	14/10/2022	77430	12597.25	6.15	62.70

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 32: Ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas (f'm) de ladrillo patrón

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Norma : NTP 399.605.

Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm2)
01	Prisma patrón 1 - (1 : 4) - 0%	17/10/2022	14/11/2022	28	209.48	121.13	238.90	25373	1.97	81630	3.22	0.992	32.55
02	Prisma patrón 2 - (1 : 4) - 0%	17/10/2022	14/11/2022	28	207.98	122.00	234.60	25373	1.92	83050	3.27	0.978	32.66
03	Prisma patrón 3 - (1 : 4) - 0%	17/10/2022	14/11/2022	28	208.35	120.93	235.63	25195	1.95	80960	3.21	0.986	32.30

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

### Anexo 33: Ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas (f'm) de ladrillo patrón con CT-10%



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Norma : NTP 399.605.

Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm2)
01	Prisma 15% CT / 1 - (1 : 4)	17/10/2022	14/11/2022	28	208.80	121.23	237.43	25312	1.96	85240	3.37	0.989	33.95
02	Prisma 15% CT / 2 - (1 : 4)	17/10/2022	14/11/2022	28	208.25	121.58	236.05	25318	1.94	91630	3.62	0.984	36.31
03	Prisma 15% CT / 3 - (1 : 4)	17/10/2022	14/11/2022	28	208.85	121.58	236.50	25391	1.95	89210	3.51	0.985	35.28

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



## Anexo 34: Ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas (f'm) de ladrillo patrón con CT-15%

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Norma : NTP 399.605.

Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma 15% CT / 1 - (1 : 4)	17/10/2022	14/11/2022	28	208.80	122.03	235.70	25479	1.93	92050	3.61	0.989	36.42
02	Prisma 15% CT / 2 - (1 : 4)	17/10/2022	14/11/2022	28	208.53	121.68	234.35	25372	1.93	93710	3.69	0.984	37.05
03	Prisma 15% CT / 3 - (1 : 4)	17/10/2022	14/11/2022	28	208.83	121.98	234.70	25471	1.92	91350	3.59	0.985	36.01

### OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 35: Ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas (f'm) de ladrillo patrón con CT-20%

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Norma : NTP 399.605.

Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm2)
01	Prisma 20% CT / 1 - (1 : 4)	18/10/2022	15/11/2022	28	208.60	122.20	234.68	25491	1.92	98250	3.85	0.978	38.42
02	Prisma 20% CT / 2 - (1 : 4)	18/10/2022	15/11/2022	28	208.83	122.73	233.38	25628	1.90	97320	3.80	0.973	37.66
03	Prisma 20% CT / 3 - (1 : 4)	18/10/2022	15/11/2022	28	208.95	122.75	233.60	25649	1.90	95510	3.72	0.973	36.94

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



## Anexo 36: Ensayo de resistencia a la compresión axial en prismas (f'm) de ladrillo patrón con CT-30%

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Norma : NTP 399.605.

Ensayo : Resistencia a la compresión en prismas de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f'm (Mpa)	Factor Correc.	f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prisma 30% CT / 1 - (1 : 4)	18/10/2022	15/11/2022	28	208.50	121.50	234.63	25333	1.93	95930	3.79	0.980	37.86
02	Prisma 30% CT / 2 - (1 : 4)	18/10/2022	15/11/2022	28	208.48	121.75	233.60	25382	1.92	95070	3.75	0.977	37.33
03	Prisma 30% CT / 3 - (1 : 4)	18/10/2022	15/11/2022	28	208.50	121.75	233.48	25385	1.92	93380	3.68	0.977	36.65

### OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

## Anexo 37: Ensayo de resistencia de la albañilería al corte (V'm) de ladrillo patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).

Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V'm (Mpa)
01	Murete Patrón 1 - (1 : 4)	20/10/2022	17/11/2022	28	619	616	122	75026	49130	0.65
02	Murete Patrón 2 - (1 : 4)	20/10/2022	17/11/2022	28	615	617	121	74367	53240	0.72
03	Murete Patrón 3 - (1 : 4)	20/10/2022	17/11/2022	28	616	615	121	74460	52080	0.70

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 38: Ensayo de resistencia de la albañilería al corte (V'm) de ladrillo patrón con CT-10%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).

Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V'm (Mpa)
01	Murete 1 / 10% CT - (1 : 4)	20/10/2022	17/11/2022	28	619	616	122	75019	55170	0.74
02	Murete 2 / 10% CT - (1 : 4)	20/10/2022	17/11/2022	28	615	616	121	74667	61580	0.82
03	Murete 3 / 10% CT - (1 : 4)	20/10/2022	17/11/2022	28	615	615	121	74438	57230	0.77

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 39: Ensayo de resistencia de la albañilería al corte (V<sub>m</sub>) de ladrillo patrón con CT-15%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).

Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V <sub>m</sub> (Mpa)
01	Murete 1 / 15% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	618	617	121	74787	59320	0.79
02	Murete 2 / 15% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	616	617	122	75113	61210	0.81
03	Murete 3 / 15% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	616	616	121	74521	63380	0.85

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 40: Ensayo de resistencia de la albañilería al corte (V'm) de ladrillo patrón con CT-20%



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo

Tesis : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla

Ubicación : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque

Fecha de ensayo : Noviembre de 2022

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).

Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V'm (Mpa)
01	Murete 1 / 20% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	618	616	121	74904	67350	0.90
02	Murete 2 / 20% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	617	616	122	75352	69460	0.92
03	Murete 3 / 20% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	616	616	121	74559	70740	0.95

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 41: Ensayo de resistencia de la albañilería al corte (V'm) de ladrillo patrón con CT-30%


**LEMS W&C** EIRL  
 Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Chiclayo – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 Email: lemswyceirl@gmail.com

**Solicitante** : Sánchez Arbaiza Heyner Ricardo  
  
**Tesis** : Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal añadiendo concreto triturado sustituyendo parcialmente la arcilla  
  
**Ubicación** : Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque  
  
**Fecha de ensayo** : Noviembre de 2022  
  
**Título** : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
**Norma** : NTP 399.621 (revisada el 2015).  
**Ensayo** : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V'm (Mpa)
01	Murete 1 / 30% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	617	616	121	74758	59350	0.79
02	Murete 2 / 30% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	617	616	122	75020	58460	0.78
03	Murete 3 / 30% CT - (1 : 4)	21/10/2022	18/11/2022	28	617	617	121	74619	61740	0.83

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



## Anexo 42: Panel fotográfico



**Foto 1: Visita al horno artesanal**



**Foto 2: Preparación de materia prima (arcilla)**



**Foto 3: Pesaje de materia prima**



**Foto 4: Mezclado de materia prima con concreto triturado (CT)**





**Foto 5: Moldeado y secado de ladrillos artesanales con concreto triturado (CT)**



**Foto 6: Tamizaje de materias primas**



**Foto 7: Construcción de pilas y muretes**



**Foto 8: Ensayo de resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) de la muestra patrón**

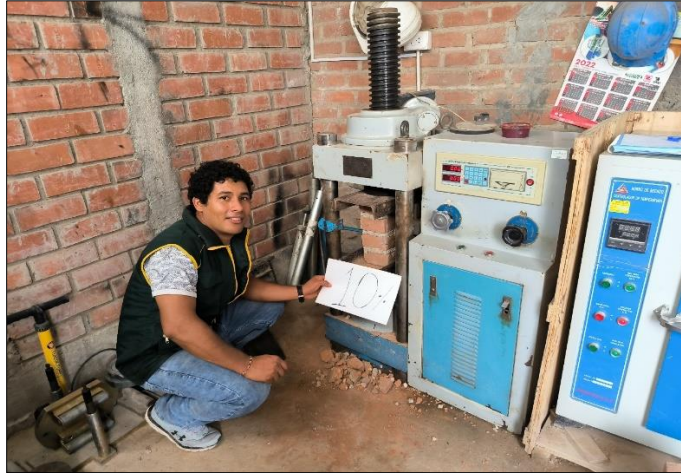


**Foto 9: Ensayo de resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) de la muestra patrón con concreto triturado al 10%**



**Foto 10: Ensayo de resistencia a la compresión en pilas ( $f'_m$ ) de la muestra patrón**





**Foto 11: Ensayo de resistencia a la compresión en pilas (f'm) de la muestra patrón con concreto triturado al 10%**



**Foto 12: Ensayo de resistencia a la compresión en pilas (f'm) de la muestra patrón con concreto triturado al 15%**



**Foto 13: Ensayo de resistencia a la compresión en pilas (f'm) de la muestra patrón con concreto triturado al 20%**



**Foto 14: Ensayo de resistencia de la albañilería al corte (V'm) de la muestra patrón con concreto triturado al 20%**