



**Universidad César Vallejo**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación del comportamiento físico-mecánico de un ladrillo ecológico de polipropileno reciclado, Nuevo Chimbote, Ancash  
– 2023

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

**AUTORES:**

Davila de la Cruz, Darling Joaquin ([orcid.org/0000-0003-4485-692X](https://orcid.org/0000-0003-4485-692X))

Llanto Espinoza, German Giomar ([orcid.org/0000-0001-5116-2585](https://orcid.org/0000-0001-5116-2585))

**ASESOR:**

Mgr. Diaz García, Gonzalo Hugo ([orcid.org/0000-0002-3441-8005](https://orcid.org/0000-0002-3441-8005))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

La presente investigación va dedicado a nuestros familiares, docentes, compañeros y a la comunidad de estudiantes y egresados de la carrera de ingeniería civil que a través de nuestro trabajo podamos generar un bienestar y desarrollo en nuestra sociedad.

## AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer principalmente a Dios, a nuestras familias, amigos cercanos que nos brindaron su apoyo y motivación para lograr nuestros objetivos, Un agradecimiento especial hacia nuestro asesor Mgtr. Diaz García, Gonzalo Hugo, por su paciencia y aporte de conocimiento, destacando su profesionalismo.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del comportamiento físico-mecánico de un ladrillo ecológico de polipropileno reciclado, Nuevo Chimbote, Ancash – 2023", cuyos autores son LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR, DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 20 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO DNI: 40539624 ORCID: 0000-0002-3441-8005	Firmado electrónicamente por: GHDIAZ el 30-11- 2023 10:14:02

Código documento Trilce: TRI - 0656720



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN, LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación del comportamiento físico-mecánico de un ladrillo ecológico de polipropileno reciclado, Nuevo Chimbote, Ancash – 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR DNI: 71781077 ORCID: 0000-0001-5116-2585	Firmado electrónicamente por: GLLANTO el 30-11- 2023 07:49:13
DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN DNI: 71849712 ORCID: 0000-0003-4485-692X	Firmado electrónicamente por: DLACR23 el 23-11- 2023 17:47:57

Código documento Trilce: INV - 1506177

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5. Procedimientos .....	19
3.6. Método de análisis.....	22
3.7. Aspectos Éticos .....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS .....	38
ANEXOS.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de albañilería. ....	11
<b>Tabla 2.</b> Tabla identificación de muestra .....	17
<b>Tabla 3.</b> Matriz de muestra .....	17
<b>Tabla 4.</b> Instrumentos utilizados .....	18
<b>Tabla 5.</b> <i>Tipos de Ladrillos Segun Norma E-070</i> Tabla .....	12
<b>Tabla 6.</b> Tipos de Ladrillos Según Norma E-070 .....	12
<b>Tabla 7.</b> Propiedades Físicas del Polipropileno .....	13
<b>Tabla 8.</b> Propiedades Físicas del Polipropileno .....	13

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Plano vista en planta de molde metálico .....	23
<b>Figura 2.</b> Plano vista en planta de molde metálico .....	24
<b>Figura 3.</b> Plano vista en planta de molde metálico .....	25
<b>Figura 4.</b> Densidad de materiales.....	26
<b>Figura 5.</b> Ensayo de Variación Dimensional.....	27
<b>Figura 6.</b> Ensayo de Alabeo .....	28
<b>Figura 7.</b> Ensayo de Absorción.....	29
<b>Figura 8.</b> Ensayo de Resistencia a la Compresión .....	30

## **RESUMEN**

En la presente investigación titulada “Evaluación del comportamiento físico-mecánico de un ladrillo ecológico de polipropileno reciclado, Nuevo Chimbote, Ancash – 2023” formulo como objetivo principal Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes.

Para el desarrollo de esta tesis, se adoptó un diseño experimental-descriptivo, que permite describir los fenómenos observados en las muestras. La población de estudio estuvo compuesta por ladrillos tipo pandereta hechos de polipropileno. Se seleccionaron cinco unidades de las muestras fabricadas para el estudio, utilizando un muestreo por conveniencia. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos se basaron en las normativas vigentes de la norma técnica peruana 399.613, 331.017, 331.018 y 331.019

Luego de someter las muestras a los ensayos básicos para unidades de albañilería se obtuvieron como resultado: un peso promedio de 1.927 Kg, la variación dimensional de nuestras muestras fue de 1.92% en longitud, 3.10% en ancho y 2.02% en altura, la absorción de fue de 0.84%, el alabeo presente en las caras fue de 0.43 mm, la resistencia a la compresión simple de las unidades fue de 6.08 kg/cm<sup>2</sup> en promedio y en pilas se obtuvo 4.1 Kg/cm<sup>2</sup>. Comparando con los resultados obtenidos de los ensayos sometido a las unidades de albañilería tipo pandereta tradicional de los cuales se obtuvo un peso promedio de 2.139 Kg, la absorción de fue de 10.97%, la resistencia a la compresión simple de las unidades fue de 50.16.

Con lo obtenido se concluye que en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de polipropileno no cumplen con lo estipulado en las normas establecidas en el reglamento nacional de edificaciones, y se determina como una unidad no apta para tabiquería no portante.

Palabras clave: Propiedades físicas, Propiedades mecánicas, Ladrillo ecológico, Polipropileno, Ladrillo de polipropileno.

## **ABSTRACT**

I In the present research entitled “Evaluation of the physical-mechanical behavior of an ecological brick made of recycled polypropylene, Nuevo Chimbote, Ancash - 2023” I formulate as main objective to evaluate the compliance of the physical and mechanical properties of the ecological brick made of recycled polypropylene with respect to the current regulations.

For the development of this thesis, an experimental-descriptive design was adopted, which allows describing the phenomena observed in the samples. The study population was composed of pandero type bricks made of polypropylene. Five units of the manufactured samples were selected for the study, using a convenience sampling. The instruments used for data collection were based on the current regulations of the Peruvian technical standard 399.613, 331.017, 331.018 and 331.019.

After subjecting the samples to the basic tests for masonry units, the following results were obtained: an average weight of 1.927 Kg, the dimensional variation of our samples was 1.92% in length, 3.10% in width and 2.02% in height, the absorption was 0.84%, the warping present in the faces was 0.43 mm, the simple compression resistance of the units was 6.08 kg/cm<sup>2</sup> on average and in piles it was obtained 4.1 Kg/cm<sup>2</sup>. Comparing with the results obtained from the tests subjected to traditional pandero type masonry units, of which an average weight of 2.139 Kg was obtained, the absorption was 10.97%, the simple compression resistance of the units was 50.16.

With what was obtained, it is concluded that in terms of physical and mechanical properties of polypropylene brick do not comply with what is stipulated in standards established in national building regulations, and is determined as a unit not suitable for non-bearing partitions.

Keywords: Physical properties, Mechanical properties, Ecological brick, Polypropylene, Polypropylene brick.

## I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país gran parte de la población no cuenta con recursos para recurrir a asesoramientos profesionales y calidad de materiales los cuales cumplan con las normativas mínimas establecidas en nuestro país.

Este estudio se centra en el problema de la contaminación ambiental en la producción de ladrillos y su inestabilidad. Esto se puede apreciar en muchos casos, como en el estudio de QUIROS, J, NISPERUZA, C y YEPES, J (2021). Demuestran que los microplásticos representan una amenaza para los ecosistemas marinos en Colombia, que es un área nueva, los trabajos realizados muestran la presencia de estas partículas en diferentes compartimentos marinos, sin embargo, no se han determinado los efectos locales asociados a este material. Caribe y Pacífico. (PAG. dieciséis). Esta es la realidad no solo de la vecina Colombia sino también de nuestro país, por lo que estamos abordando esto a nivel nacional.

Como señaló Escobar E. [y asociados] (2020). Los resultados del análisis muestran que los restos son fácilmente digeridos por los peces, independientemente de su tamaño, y que los microplásticos, debido a su pequeño tamaño, actúan como transportadores de agua capaces de transportar materiales a través de sus superficies. Sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden dañar la vida marina directa o indirectamente al absorberlas.

No solo la mala distribución de residuos de plástico genera gran contaminación en nuestro país un gran sector económico está basado en la construcción y sobre todo en la albañilería confinada como principal sistema constructivo. Es por ello que en el momento de la fabricación de estos elementos de albañilería se presentan grandes índices de contaminación como lo demuestra Valdera, Walter (2019) indica que en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque cuya actividad es la fabricación de ladrillos, genera un impacto negativo en la calidad del aire durante la extracción

de arcilla al aplicar el método de tajo abierto lo que impacta directamente al ambiente, así mismo se determinó que mediante los procesos de secado y mezclado se tiene impacto en la resistencia final del ladrillo. (p. 66).

Sin embargo, en la actualidad se vienen desarrollando series de investigaciones las cuales proporcionan gran aporte de conocimiento como Maure [et al.] (2018). Donde demuestra a través de su investigación que los ladrillos fabricados utilizando PET obtienen una buena resistencia a la compresión, comparable a los ladrillos tradicionales, esto en parte genera aporte ambiental siendo autosustentable. (p. 37.) Berretta (2011) indica que pese a realizarse de manera artesanal la incorporación de material tipo plástico en la fabricación de ladrillos indica que es comparable a los ladrillos convencionales. Moya, J; Cevallos, E y Endara, E (2019). En donde presentan el aporte de muretes fabricados con PET reciclado en donde se tuvo como conclusión que el uso de PET es viable ya que otorga ligereza y resistencia en comparación con materiales como el concreto y la arcilla. (p.31).

Sánchez [et al.] (2019). El cual trata en su investigación el uso de componentes orgánicos para ladrillos ecológicos, los cuales indican la viabilidad de uso de residuos orgánicos en la fabricación de unidades de albañilería no portantes las cuales aportan también a la reducción de residuos contaminantes. (p. 38).

Finalmente presentamos a Reinoso [et al.] (2017) en su investigación Elaboración de ladrillos ecológicos, los cuales obtuvieron ladrillos con un peso de 10 lb que son aproximadamente 4.53 kg y estos a su vez obtuvieron una resistencia a la compresión de 38,38 kg/cm<sup>2</sup>, aplicando un diseño tipo lego para un mejor proceso constructivo. Indican a su vez que no requieren cocción, lo que disminuye en gran parte la contaminación con respecto a los ladrillos tradicionales (p. 30)

Referente a la justificación práctica la presente investigación busca la reducción de costos mediante la reutilización de recursos no renovables, Gómez, C. (2015), donde indica que los plásticos o todo tipo de material reciclable son un

diamante en bruto los cuales pueden generar muchas investigaciones con gran aporte esto permite brindarles un nuevo uso y prolongar su uso en el tiempo al ser de gran durabilidad y resistencia a la degradación. (p. 98) es por ello que de generar un ladrillo de plástico nos permitiría tener un material duradero y con posibilidad de reciclaje.

En relación a la justificación social, según Venegas, A. (2018) nos indican como la reducción de contaminantes atmosféricos por parte de las industrias de la construcción debería de ser una prioridad (p.50) Esto indica que la reducción de contaminantes debería ser tratado como una problemática social y mediante la fabricación de ladrillos ecológicos reducimos un porcentaje tanto el en problema de contaminación ambiental por fabricas con en el de contaminación por residuos al fabricar elementos de fundición simple y sobre todo que no requieren de extracción de materia nueva relacionándose con costo y tiempo

De esta manera nos llegamos a plantear la siguiente pregunta: ¿Las propiedades físico-mecánico de un ladrillo ecológico de polipropileno reciclado, cumplirán con las normativas establecida?

Por lo tanto, se concibió el propósito general del trabajo, el cual fue evaluar las propiedades mecánicas y mecánicas del ecoladrillo elaborado a partir de polipropileno reciclado. Asimismo, nos fijamos metas específicas que nos ayudan a lograr nuestro objetivo general de determinar las cantidades necesarias para producir ladrillos de polipropileno, determinar las propiedades físicas de los ladrillos de polipropileno, determinar las propiedades mecánicas de los ladrillos de polipropileno y llevar a cabo un análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de pandereta tradicionales y los ladrillos de polipropileno.

Finalmente, planteamos la hipótesis de que las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de polipropileno reciclado respetuosos con el medio ambiente cumplirían con los estándares establecidos.

## II. MARCO TEÓRICO

El proyecto de investigación hizo referencia a los siguientes investigadores internacionales según Orjuela, Paredes y Velasco (2018) en su artículo científico que tuvo como objetivo estudiar el efecto de la temperatura y el tiempo de calentamiento, y el tipo de plástico reciclado en la producción de ecoladrillos, en cuanto a resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, absorción de agua y densidad. El estudio utilizó dos tipos de plástico, a saber, polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (HDPE), y consideró las normas ASTM D 695 como base para las características fisicoquímicas. Los resultados mostraron que se requiere una temperatura de 170 grados centígrados y un tiempo de calentamiento de 150 minutos para obtener un ladrillo compacto y sin combustión, que tiene mayor resistencia a la compresión que los tradicionales, menor densidad y menor absorción. En particular, los ladrillos de Polipropileno Reciclado presentaron una resistencia a la compresión de 213,02 kg/cm<sup>2</sup>, una densidad de 0,982 Kg/L y una absorción de 0,18. (Orjuela, Paredes & Velasco, 2018, p. 27).

Del mismo modo Perico [Et. All] (2022) en su artículo denominado “Ladrillo de plástico comparado con el ladrillo tradicional” donde se planteó la fabricación de un ladrillo ecológico a base de polietileno reciclado obtenido de chapas de botellas, así como la fabricación de un molde metálico para la elaboración de un ladrillo tipo lego, el cual pueda ser de fácil colocación y sin necesidad de morteros para su adherencia se puede rescatar de la investigación es el cálculo de la masa para un volumen de 1200 cm<sup>3</sup> según el material seleccionado se tiene una densidad de 1.06 Kg para cada bloque del prototipo seleccionado, para el proceso de elaboración se removieron todo tipo de impurezas, luego se llevó a un proceso de fundición manual donde no se obtuvo un control exacto de la temperatura, sin embargo la temperatura necesaria para fundir es de 160 grados aproximadamente. En cuanto a resultados de ensayos se obtuvo que para la resistencia a la compresión el ladrillo de plástico obtuvo 2. 64 Mpa y un ladrillo de arcilla tradicional una resistencia de 2.05 Mpa, también se realizó el

ensayo de flexión y se obtuvo que para el ladrillo de plástico se tuvo una resistencia de 60.52 Mpa y para un ladrillo tradicional 37.18Mpa. Finalmente se concluyó que Se obtuvieron especímenes livianos y para su forma de manipulación, teniendo una temperatura controlada, en cuanto a las propiedades mecánicas tras ser sumergidos en agua durante 24 horas se obtuvieron mayor resistencia a la compresión y la flexión asumiendo deformaciones y evitando que el bloque se fracture. (Perico [Et. All], 2022, p.62)

Así mismo en el trabajo de investigación de Cardona (2020) cuyo objetivo fue la elaboración de un ladrillo ecológico a base de vidrio y plástico tipo PET y la evaluación de sus propiedades mecánicas, se puede rescatar de la investigación la fabricación de diversos ladrillos utilizando cantidades de plástico, vidrio y agregados en diferentes proporciones. Teniendo como base la masa del plástico la cual siempre fue constante. Así mismo las dimensiones del espécimen elaborado fue de 0.124 m x 0.070 m x 0.100 m, los cuales hacer referencia a una unidad de albañilería tradicional. Se empleo un horno eléctrico donde se llegó a una temperatura de 240 grados centígrados, durante un periodo de 1.5 horas, así mismo para el proceso de ensayo a la compresión se empleó una prensa hidráulica HM de compresión simple de 1500 KN, empleando una velocidad de carga de 0.6 Mpa/s. (p. 65). Entre los resultados obtenidos se destaca que la menor densidad la contiene el ladrillo fabricado simplemente con plástico, 774 Kg/m<sup>3</sup>, sin embargo, realizando los ensayos de compresión se tiene que el ladrillo fabricado completamente de plástico tipo PET obtiene la menor resistencia a la compresión comparándolos con los demás que contienen adición de vidrio y plástico, sin embargo, todos cumplen con la resistencia mínima normada. Tuvo como conclusión que existe una buena interacción entre los agregados y el plástico, y se observó que la mayor resistencia se debe a la correcta proporción entre ellos. (Cardona, 2020, p.70).

Además, se referenciaron estudios nacionales para conocer mejor el desarrollo de esta investigación en nuestro país. Ampuero (2020) fue seleccionado en su proyecto de investigación, que examina las propiedades físico-mecánicas de

ladrillos de material reciclado a base de PET, con el objetivo de resaltar artículos viables sobre las propiedades de los ecoladrillos. Se encontró que, para la resistencia a la compresión, un ladrillo con agregado PET obtiene un valor entre 28 a 41 Mpa, mientras que las probetas de ladrillo de concreto tipo IV alcanzan una resistencia de 12.7 Mpa. Se consideraron factores como la resistencia a la compresión, la densidad y el aislamiento térmico. Finalmente se llegó a la conclusión que la inclusión de material PET reciclado aumenta la resistencia de los ladrillos de concreto, siempre y cuando se agregue en una proporción del 5% al 15%.

En cuanto a la viabilidad Apaza, Portugal y Tirado (2021) en su artículo Viabilidad de implementación de un ladrillo ecológico compuesto de PET y cenizas, cuyo objetivo tuvo el determinar la resistencia a la compresión de ladrillos y realizar una comparativa con respecto a la normativa vigente de la E. 070, Se fabricaron ladrillos en medidas de 20 cm x 10 cm x 8 cm, de los cuales se obtuvieron 7 muestras con diversas proporciones de Cemento, Arena, Plástico y ceniza, se tuvo un proceso de mezcla de concreto, y mediante es uno de una prensa de deajo secar durante 12 horas, se rescata de la investigación las consideraciones de ensayos a los que fueron sometidos los especímenes, SE llevo a cabo las prueba de absorción, con un secado previo en horno a 105 C durante 5 horas, para la prueba de transferencia de calor, y finalmente se realizó los ensayos de compresión donde se observó que la incorporación de ceniza disminuye estrictamente la resistencia a la compresión (15 p.). Lo que indica que el plástico reciclado es un buen material no solo en adicción, sino también como material para la fabricación de ladrillos completamente elaborados con este material. y tras realizar un análisis de costos el costo por fabricación de estas unidades de albañilería seria de 0.081 \$. (Apaza, Portugal y Tirado, 2021, 21. p.)

Así mismo para sectorizar de una mejor manera nuestra propuesta nos basamos en investigaciones de ámbito local como Rojas y Sotelo (2019) en su tesis cuyo objetivo tuvo determinar las propiedades físicas y mecánicas de un

ladrillo de polipropileno y las de un ladrillo tradicional de arcilla, es cual nos apoya como base para nuestra investigación y donde podemos resaltar el proceso de fabricación en el cual se tuvo como base el reciclaje de polipropileno obtenido principalmente de chapas de botellas de plástico, se llevó un proceso de triturado y se colocó un molde sólido dentro de un horno, empleando una temperatura de 180 C durante una hora y media, Las muestras obtenidas fueron de 24 cm x 13 cm x 9 cm. Para el ensayo de compresión correspondiente se tuvieron en cuenta el corte de bloque en 3 cm x 3cm x 1cm, en donde se obtuvo una resistencia promedio de una resistencia mínima de 137.97 Kg/cm<sup>2</sup>, pudiéndose clasificar como un ladrillo tipo IV según la norma E. 070, a comparación de los 108 Kg/cm<sup>2</sup> que obtuvo el ladrillo de arcilla. Nos recomienda que para los ensayos de compresión las muestras sean los más uniformes posibles, es uso de plástico en buenas condiciones y el uso de mayor material para el proceso de fundición, debido a que se reduce.

Según Salinas y Vega (2019 en su tesis cuyo objetivo principal es determinar las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos elaborados con bolsas recicladas para techo, no s instruye en la fabricación de ladrillos con diversos materiales reciclados, como nos muestra en su investigación la fabricación de ladrillos que sean ligeros y resistentes como los ladrillos para techo, se concluye que el ladrillo elaborado a partir de plástico reciclado extraído de bolsas no cuenta con la resistencia a la compresión mínima, sin embargo tienden a ser mucho más livianos que los de arcilla.( 42 p.)

Finalmente se Presenta a Mejía y Salazar (2020) en su investigación titulada elaboración de un diseño de unidad de albañilería lego, el cual tuvo como objetivo la fabricación de ladrillos artesanales tipo LEGO usando material reciclado, se rescata el proceso de fabricación de lo ladrillos generando un diseño de dimensiones 26cm x 13 cm x 12 cm, los cuales se asemejan a un ladrillo estándar, empleando un sistema de conexiones simples y de fácil colocación. En cuanto a las resistencias obtenidas es de 40.37 Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual llevo a la conclusión de que el ladrillo no cumple con la normativa establecida

en la norma E. 070, por lo que es diseño y aplicación estaría basada en albañilería no portante.

En su artículo "Propiedades Termo-Mecánicas del Polipropileno: Efectos durante el Reprocesamiento", Caicedo et al. (2017) describen cómo el polipropileno (PP), por su ligereza y resistencia al impacto, tiene una excelente combinación de cualidades que lo hacen ampliamente utilizado en la fabricación de plásticos moldeados. La demanda mundial de este material se sitúa en torno a los 55 millones de toneladas anuales. Como resultado, los materiales metálicos y cerámicos han sido desplazados por el polipropileno. Las técnicas convencionales como la extrusión, la inyección y el termoformado también han permitido que el polipropileno se utilice ampliamente en la producción de una variedad de aplicaciones, que incluyen contenedores rígidos para embalsamamiento, dispositivos electrónicos, herramientas manuales, películas elastoméricas, textiles, autopartes y materiales para las industrias médica y farmacéutica, entre otras.

Así mismo Garzón y Guzmán (2019) en su proyecto determinan el que el procedimiento de inyección de material al molde es el más óptimo para la fabricación de este tipo de unidades de albañilería, así mismo también realiza el procedimiento de fundación del material sobre el molde para realizar una comparativa y dando como resultado 162% de resistencia comparada con ladrillos artesanales solidas de albañilería, así mismo determina que el plástico tipo Polipropileno es el más manejable para este tipo de elementos.

El polímero termoplástico parcialmente cristalizado conocido como polipropileno (PP) se crea cuando se polimeriza el propileno (o propeno). Pertenece a la clase de poliolefinas y se utiliza en una amplia gama de productos, como envases de alimentos, textiles, equipos de laboratorio, piezas de automóviles y películas transparentes. Tiene una fuerte resistencia a una variedad de solventes químicos, así como a ácidos y álcalis. El Polipropileno tiene buena rigidez, durabilidad y resistencia, pero poca resiliencia. Las temperaturas normales no

lo hacen propenso a las fracturas, pero las temperaturas bajo cero hacen que aparezca un debilitamiento. La temperatura de uso continuo oscila entre +5 y +100° C. (Elaplas, 2023)

Algunas de las principales características del polipropileno o PP son las siguientes: Tienen una alta resistencia mecánica, tanto al impacto como a la fatiga, y un alto punto de fusión (alrededor de 160 °C), lo que los hace aptos para trabajar a altas temperaturas. También tienen baja absorción de humedad, lo que evita daños por agua, alta resistencia química, lo que los hace compatibles con la mayoría de las técnicas de procesamiento y esto le da una amplia gama de aplicaciones. (Envaselia, 2023)

Gracias a sus excelentes propiedades y procesabilidad, el polipropileno es ideal para todo tipo de máquinas de moldeo por inyección. Los plásticos con una amplia gama de condiciones de moldeo, buena fluidez y buena soldabilidad en el estado terminado se pueden fabricar prácticamente con tolerancias estrictas con un control cuidadoso de la temperatura, la presión de cierre y la velocidad de inyección.

Las máquinas de pistón de uso común, las máquinas de pistón con preplastificadores y las máquinas de tornillo alternativo pueden usarse para procesar polipropileno. Las condiciones para el moldeo pueden variar mucho y existen resinas con buenas características de fluidez y soldadura. Como no absorbe la humedad, no es necesaria una profanación previa. (Roymaplast, 2023)

Iberoplast (2021) en su Blog de nombre “Como se fabrica el Polipropileno” nos comenta que, este tipo de plástico fue desarrollado por primera vez por la corporación estadounidense Phillips Petroleum en 1951. Cuando los científicos Robert Banks y J. Paul Hogan intentaron hacer gasolina a partir de propileno, sin querer crearon polipropileno. Aunque este experimento se consideró un fracaso, rápidamente se dio cuenta de que este nuevo compuesto tiene el potencial de estar a la par con el poliéster en muchas aplicaciones. Sin

embargo, no fue hasta 1957 cuando el polipropileno se transformó en una sustancia apta para la producción en serie. Giulio Natta, un químico italiano, y su colega de Alemania lograron convertir esta sustancia en un polímero isostático en 1954, y la empresa italiana Montecatini rápidamente comenzó a fabricar esta sustancia para uso comercial y de consumo.

Aunque el uso de materiales de construcción sostenibles como el polipropileno es extenso, se basa en tres principios fundamentales: Fibras de polipropileno: La rigidez del material, un producto especialmente creado para atenuar fisuras y gruñidos, es la razón por la que las fibras se utilizan con tanta frecuencia en la construcción. Sirve como capa adicional de refuerzo para pisos industriales, pavimentos, premoldeados, playones, hormigón-pilotes, superficies impresas y grabadas, losas, postes, etc.

Polipropileno en planchas: Debido a su baja rugosidad, el polipropileno en este caso suele adoptar la forma de una celda y se utiliza, por ejemplo, como agente de recuperación. Esta característica también facilita la adherencia de sidegrafas y vinilos.

Tuberías: Los mejores tubos para estructuras resistentes al fuego son los de polipropileno por su alta resistencia térmica. Los tubos son un componente crucial de la construcción. El polipropileno es la mejor opción también para las redes de saneamiento y evacuación porque, según la ONU, es el único plástico que se aconseja para su uso en contacto con alimentos. Como resultado, las hortalizas producidas con este componente son las mejores tanto para la salud como para el medio ambiente. (Arquitectura Sostenible, 2022)

La norma E – 070 nos muestra en su artículo N.º 5 “Unidad de Albañilería” que Ladrillo se refiere a un objeto cuyo tamaño y peso permiten su manipulación con una sola mano. Bloque se refiere a una unidad que requiere dos manos para manipular debido a su tamaño y peso. Las unidades albañilerías a las que se refiere esta Norma son los ladrillos y blocks, siendo los materiales primarios utilizados en su construcción la arcilla, el sílice-cal o el hormigón. . Estas

unidades pueden fabricarse de forma industrial o artesanal, y pueden ser macizas, hexagonales o tubulares Una vez que las unidades de hormigón albañilería alcancen la resistencia y estabilidad volumétrica deseadas, se procederá a su uso. El tiempo mínimo de uso de las unidades que se mantienen en agua será de 28 días.

**Tabla 1. Clasificación de albañilería.**

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

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E 070 (2019)

### III. METODOLOGÍA

En enfoque para la presente investigación será de tipo cuantitativo, según Martínez y Ávila (2018) indica que está asociado a la cantidad o magnitud con la que ocurren fenómenos y representa procesos secuenciales y probatorios, es por ello que se realizara un análisis de los datos obtenidos de manera básica. Así mismo, tiene como objetivo construir y demostrar teorías mientras se buscan patrones y relaciones causales entre los elementos para explicar y predecir fenómenos. (Hernández, Fernández y Baptista,2007, 5p.)

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### **Tipo de Investigación:**

El presente proyecto de investigación de acuerdo con su finalidad, será de tipo aplicada, Martínez y Ávila (2018) se llevará a cabo en campo debido a que es encontraran definidos el lugar, la población y la muestra, teniendo como finalidad la obtención de soluciones para un problema en específico (p. 90).

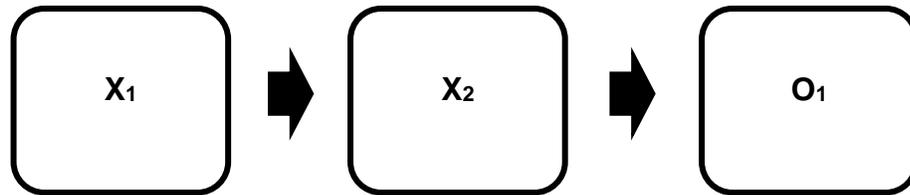
Siendo también de manera necesaria la búsqueda y recolección de datos in situ, siendo la más indicada para las investigaciones de fenómenos donde se cuenta con un lugar y un momento definido, (Martínez y Ávila 2018, p. 11).

(Hernández, Fernández y Baptista,2007, p. 5). Indica que es necesario un proceso sistemático que busca resolver problemas poco atendidos. Es por ello que es en esta investigación es necesario el conocimiento previo, un conocimiento teórico y un conocimiento empírico obtenido de la práctica, Por lo que a través de las definiciones mencionadas anteriormente se llega a determinar que la investigación será de tipo aplicada, debido a que el problema planteado se enfoca en la sociedad, debido a la constante contaminación generada por desechos inorgánicos, en nuestro caso el plástico de tipo polipropileno, por lo que se plantea el reciclaje para la elaboración de ladrillos ecológicos, en los cuales se realizara un análisis para determinar si cumplen con las normativas establecidas para un correcto desempeño en la construcción.

#### **Diseño de investigación:**

Este proyecto de investigación se aplicará de acuerdo con su finalidad prevista, es decir, será de tipo aplicada, Martínez (2018) explica que la aplicación de este tipo de diseño se considera cuando se tienen en cuenta la manipulación de las variables, pretendiendo el estudio de los fenómenos como se presentan en la realidad, pudiéndose clasificar en transversales y longitudinales. (p. 56) Del mismo modo se menciona que en un estudio experimental existen variables independientes y es posible manipularlas, a su vez se opta por un diseño descriptivo de esta forma los datos se recogerán en un solo momento con el

objetivo de describir las variables, analizando su interrelación y al momento de establecer la hipótesis también será de manera descriptiva. (Hernández, Fernández y Baptista, 2007, p. 211)



X1 = Var. Independiente 1: Ladrillo ecológico de polipropileno.

X2 = Var. Independiente 2: Propiedades físicas y mecánicas.

O1 = Los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de polipropileno.

### **3.2. Variables y operacionalización**

En la presente investigación el problema se formula como conceptos, para Namakforoosh (2014) estos son abstracciones de fenómenos empíricos, es necesario pasar de una fase conceptual a una fase empírica es en ese momento donde los conceptos se convierten en variables siendo presentadas dentro de la hipótesis. (p. 66)

Ferreira y Lonhi (2014) indican que la variable corresponde a la propiedad de un sujeto u objeto el cual puede ser observado y medido. (49.) En la investigación se plantea la realización de ensayos los cuales permitan la recolección de datos de las diferentes muestras de estudio, cumpliendo con las normativas que garanticen la calidad de los resultados y la viabilidad del proyecto.

Así mismo el proceso de operacionalización para Ferreira y Lonhi (2014) es necesario debido a que a través de este se reformulan los objetivos, reformular las preguntas, hipótesis e incluso buscar los indicadores los cuales permitan

medir las variables. En el problema planteado en este proyecto se ha identificado una variable la cual es independiente siendo las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de polietileno. (41 p).

### **Variable independiente: Ladrillo ecológico de polipropileno**

Las variables independientes Para Ferreyra y Lonhi (2014) son las causas del problema, estas las cuales al ser modificadas alteran a las otras variables relacionadas. (54 p).

- **Definición conceptual:**

En cuenta las propiedades mecánicas se definen como

El ladrillo de Polietileno según Berreta Et. All (2011) “Es un elemento prefabricado de hormigón ligero diseñado para su uso en espacios cerrados tanto en interior como en exterior.” (p. 21)

- **Definición operacional:** Se procede a la recolección, el triturado del material, el tamizaje del mismo, posteriormente se coloca en un molde y se coloca en un horno a temperatura de 170 grados centígrados, finalmente se procede al desmolde.
- **Dimensiones:** Las dimensiones consideradas para la variable independiente serán el polipropileno y reciclaje, las cuales a su vez tendrán sub dimensiones para polipropileno serán Densidad y composición Química; para reciclaje serán Triturado y Tamizaje.
- **Indicadores:** Los indicadores para medir la variable independiente será para el Polipropileno: Geometría, Densidad y ensayo químico, en cuanto a la dimensión Reciclaje será resistencia a la Geometría y Análisis granulométrico.
- **Escala de Medición:** Se opta por llevar a cabo una escala de medición de tipo razón.

### **Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas**

Las variables dependientes Para Ferreyra y Lonhi (2014) son el efecto o resultado de las variables independientes problema, es por ello que no tienen ningún tipo de influencia en las otras variables relacionadas. (p. 54).

- **Definición conceptual:**

Según Rojas y Sotelo (2019) Las propiedades físicas son las cantidades y características físicas definen la naturaleza de la materia o de los materiales que forman. Siendo la superficie, volumen, masa, peso, densidad y gravedad específica las básicas. (Addleson y Company, 1983, p. 47).

- **Definición operacional:** Se tomará registro de las variaciones dimensionales de la muestra, posteriormente se procederá a realizar un ensayo de absorción. Finalmente será sometido a una prueba de resistencia a la compresión, evaluando los datos con respecto a las normativas vigentes en la E 070.

- **Dimensiones:** Las dimensiones consideradas para la variable independiente serán Propiedades físicas y propiedades mecánicas, las cuales a su vez tendrán sub dimensiones para propiedades físicas serán Variación Dimensional, Alabeo y Absorción; para propiedades mecánicas serán Resistencia a la Compresión.

- **Indicadores:** Los indicadores para medir la variable independiente será para las propiedades físicas serán: Geometría, Permeabilidad; en cuanto a la dimensión propiedades mecánicas será resistencia a la Compresión.

- **Escala de Medición:** Se opta por llevar a cabo una escala de medición de tipo razón.

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

#### **Población:**

Para la población es el conjunto total a estudiar el cual está clasificado según un tipo especial de condición según el interés del estudio (Ferreyra y Lonhi, 2014, p.84).

La población estará conformada por unidades de ladrillos ecológicos de polipropileno tipo pandereta, estos deben tener las dimensiones de una unidad de albañilería estándar de dimensiones 23cm x 13cm x 9cm.

### **Criterios de Inclusión**

Nos indica que los criterios para incluir o excluir deben de estar alineados con los objetivos propuestos en la investigación. (Hernández, Fernández y Baptista,2007, p. 253).

Es por ello que para que las muestras sean sometidas a ensayos estas deben de cumplir con ciertas características, de modo que representen especímenes ideales contando con las dimensiones establecidas, considerando un porcentaje de tolerancia permisible en la variación de alguna de ellas

### **Criterios de Exclusión**

De manera que las muestras elaboradas para ensayos serán excluidas de determinarse las siguientes características, exista una variación dimensional mayor al margen de tolerancia permisible establecido en la investigación, así mismo no se tomarán en cuenta las muestras que presenten fisuras y/o agrietamientos, como también presencia de quemaduras o sustancias extrañas.

### **Muestra**

Debido a que la población determinada es muy amplia para evaluar a cada uno de los individuos se debe llevar a cabo la elección de una muestra la cual será representativa y tendrá alineación con los objetivos. (Hernández, Fernández y Baptista,2007, p. 260)

Es por ello que el estudio constara de 10 ladrillos ecológicos de polipropileno de tipo pandereta debido a que se deben ensayar como mínimo 3 muestras para obtener un valor promedio, las 5 muestras seleccionadas serán sometidas a ensayo de compresión, ensayos de densidad, ensayos de absorción, así como también ensayos de variación dimensional y alabeo.

**Tabla 2.** *Tabla identificación de muestra*

Muestras	Ladrillo de polipropileno tipo pandereta
----------	--

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), se indica que para ser realizados el muestreo se tendrá que extraer por cada lote compuesto de 50 millares un total de 10 muestras al azar, a las cuales se llevarán a cabo los ensayos de resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción, en los cuales cinco serán sometidos al ensayo de resistencia a la compresión y las cinco restantes serán sometidas al ensayo de absorción (p.4).

**Tabla 3.** *Matriz de muestra*

Item	Ensayo	Muestra
Ladrillo de polipropileno tipo pandereta	Resistencia a la compresión	5
	Variación dimensional	5
	Alabeo	5
	Absorción	5
Total		10

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Muestreo:**

Para el considerar un muestreo no probabilístico significa que la selección de la muestra solo depende de la conveniencia del investigador, por eso es importante la definición de criterios de selección. (Ferreyra y Lonhi, 2014, p.92).

Para el proyecto planteado se optó por considerar un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que el proceso se dará de manera selectiva según el investigador, siempre y cuando las muestras sean representativas, y cumplan

con los criterios antes mencionados y a su vez cumpla con las normativas vigentes.

#### **Unidad de Análisis:**

La unidad a analizar en este proyecto serán los ladrillos de polipropileno de tipo pandereta los cuales hayan sido seleccionados cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión.

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

Para Martínez y Ávila (2018) Los instrumentos de recolección de datos son de suma importancia debido a que presentan una manera sistemática y controlada de extraer información relevante. (p. 92).

De este modo se plantea para la presente investigación se optará por fichas técnicas las cuales serán entregadas por el laboratorio donde se llevarán a cabo los ensayos, Es así que para la técnica a emplearse será la observación, mientras que los instrumentos a utilizarse serán los indicados a continuación:

**Tabla 4. Instrumentos utilizados**

<b>Ensayos</b>	<b>Normativa</b>	<b>Protocolos</b>
<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>NTP 399.613 y NTP 339.604</b>	<b>Anexo 03</b>
<b>Variación dimensional</b>	<b>NTP 399.613 y NTP 339.604</b>	<b>Anexo 04</b>
<b>Alabeo</b>	<b>NTP 399.613</b>	<b>Anexo 05</b>

<b>Absorción</b>	<b>NTP 399.613 y NTP 339.604</b>	<b>Anexo 06</b>
------------------	--------------------------------------	-----------------

**Fuente:** Elaboración Propia

**Validez y Confiabilidad:**

La presente investigación no requiere de validaciones externas debido a la existencia de formatos estandarizados en la Norma técnica Peruana E 070 “Albañilería” y la Norma Técnica Peruana 399.613 y 339.604.

**3.5. Procedimientos**

**a) Materiales**

Para el procedimiento que se llevará a cabo en la variable independiente ladrillo de polipropileno, en primer lugar, se realizará la recolección de la materia prima constituido por chapas de plástico, se tendrá como criterio de inclusión, todo tipo de chapas de plástico de tipo PP, excluyendo las de cualquier otro material. Así mismo se realizará la agrupación y almacenamiento para la posterior limpieza de las mismas, eliminando cualquier tipo de material extraño. Una vez realizado este paso se llevará a cabo la molienda o triturado de las chapas de manera manual, lo que permitirá obtener partículas mucho más trabajables denominadas “pelet”, de ser necesario un triturado con partículas de menor tamaño, se recurrirá a continuar con el triturado manual, finalmente se llevará a cabo el tamizaje de la materia prima.

Así mismo se detalla el procedimiento para el tamizaje, es cual se realizaría en laboratorio con apoyo de los implementos y herramientas necesarias, una vez obtenida la materia prima triturada limpia y seca, se procede a realizar un tamizaje con un tamaño de malla de 3/8” para la separación de las partículas, las que pasen por la malla serán guardadas, pesadas y almacenadas, mientras que las que son retenidas, se procederá al triturado

manual o en maquinaria para obtener partículas de un solo tamaño máximo nominal.

En cuanto al procedimiento para la elaboración de las muestras será necesario el uso de molde metálico el cual será de elaboración propia Planos adjuntos se pueden apreciar en el Anexo 06 para obtener una muestra con las dimensiones que se asemejen a un ladrillo pandereta tradicional, así mismo el proceso de elaboración se realizara en un laboratorio es cual cuenta con una metálica las cuales tiene las dimensiones de 30cm x 30cm x 20cm, la cual presenta una tapa que permita alcanzar los 170° C, se procederá a el armado del molde metálico, así mismo se tendrá en consideración el uso de aceite para motores conjuntamente para evitar la adherencia del plástico a las superficies de la olla como desmoldante.

Se procederá a colocar el pelet en un recipiente para su pesaje y acorde a ello se incorpora un porcentaje de aceite a la mezcla, se emplearon 1380 Kg de polipropileno picado y se incorporó un total de 30% del peso como aceite el cual dio un total de 2100ml.

Una vez terminado este proceso se lleva a cabo la fundición del plástico en la olla, en este proceso se emplea la temperatura necesaria para fundir el plástico el cual se tomó registro empleando un termómetro con capacidad de hasta 200 °C, se realiza una mezcla homogénea y se emplea un vástago mezclador y un taladro para lograr una mezcla uniforme. Tras el tiempo requerido, se realiza el vertido dentro del molde y se deja enfriar durante un lapso de 24 horas, y se dejará enfriar, Finalmente se procederá al desmoldaje de la muestra con apoyo de llaves, cinceles y martillos.

Así mismo es molde contendrá 1 ladrillo tipo pandereta debido a la reducción que tendrá luego de las compactaciones, se consideraran cortes en caso se obtengan imperfecciones en las muestras para obtener las longitudes requeridas.

### **Ensayo de resistencia a la compresión:**

Los aparatos necesarios para la realización del ensayo será Prensa hidráulica para rotura de probetas la cual será manual y las cargas estarán dadas en Kg, planchas de acero las cuales permitan colocar el ladrillo en toda su longitud y ancho, así mismo las muestras deberán contar con las condiciones óptimas establecidas en la NTP 399.613 las cuales serán que su altura y ancho serán las mismas, mientras que la longitud será de la mitad  $\pm$  25mm. Así mismo el área de la sección transversal no debe ser menor a 90 cm<sup>2</sup>.

Se Colocarán las muestras realizando ensayos individuales, estas serán colocadas entre las planchas de acero, así mismo serán ajustadas de tal manera que no queden fuera de la placa, y se procederá a la aplicación de fuerza mediante palanca aplicando una fuerza constante hasta la rotura de la muestra, finalmente se tomara registro y se procederá con el ensayo de la siguiente muestra.

### **Ensayo de Variación dimensional:**

Para el ensayo será necesario el uso de una regla metálica y un vernier, en este caso se llevará a cabo el procedimiento, con las 10 muestras elaboradas, se procederá a realizar mediciones de longitud, largo y ancho de cada una de las muestras, la cuales serán en la zona central de cada una de sus longitudes, de esta manera de tomar registro y las muestras podrán ser empleadas en los otros ensayos.

### **Ensayo de Albeo:**

Para la realización de este ensayo se considerarán las 10 muestras elaboradas, de este modo también será necesario el uso de una regla metálica o una cuña de acero, para el caso de superficies cóncavas se colocará sobre una superficie recta, lo que logrará una apreciación de la curva se tomará registro con aproximación de 1 mm y para los lados

convexos del mismo modo se realizará la medición, apoyando un lado recto sobre una de las caras.

### **Ensayo de Absorción:**

Para este ensayo se requerirá de una balanza con capacidad no menor a 2000g y una aproximación de 0.5 g. así mismo el tipo de sumergimiento será de 5 y 24 horas, así mismo se sumergirá el espécimen secado y enfriado, sin inmersiones previas, se empleará agua potable, posteriormente al tiempo controlado se retirará, seca y deberán ser pesados dentro de los 5 min siguientes. Posteriormente se tomará registro y los cálculos de acorde a las fórmulas planteadas en la NTP 399.613.

### **3.6. Método de análisis**

En el proyecto se realizó una recolección de datos obtenidos de los diferentes ensayos realizados a los ladrillos de polipropileno tipo pandereta, es por ello que se estableció un análisis descriptivo, nos indica que a través de este análisis se llega a la caracterización de un hecho o fenómeno, sabiéndose definir su comportamiento. Se empleo métodos estadísticos los cuales nos permitirán realizar un promedio de los resultados y de este modo compararlos.

Asimismo, para generar un orden se utilizan hojas de cálculo y gráficos los cuales nos permitirán apreciar los datos más resaltantes, del mismo modo se realizará un análisis comparativo con las normativas vigentes, en este proceso se lleva a cabo en el programa Microsoft Excel.

### **3.7. Aspectos Éticos**

En este punto los autores asumiremos la responsabilidad de presentar con veracidad los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. Del mismo modo se garantiza la autenticidad y originalidad de la recolección de información, donde no se presentarán informaciones falsas, ni duplicadas.

## IV. RESULTADOS

### a. Objetivo Específico 01:

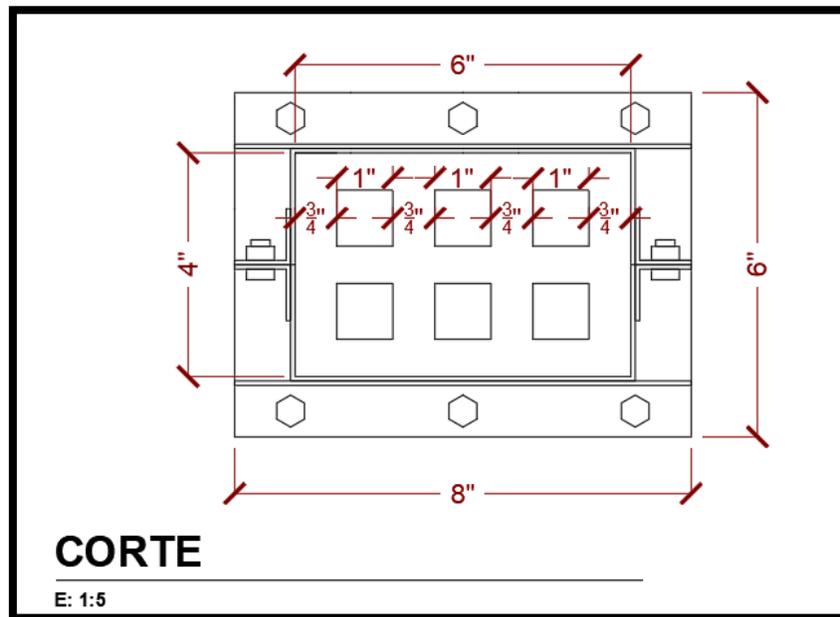
- Determinar la cantidad necesaria de material para la fabricación de ladrillos ecológicos de polipropileno.

### Determinación del volumen del molde

### Diseño de Molde

### Vista en Planta:

*Figura 1.* Plano vista en planta de molde metálico



Fuente: Elaboración Propia

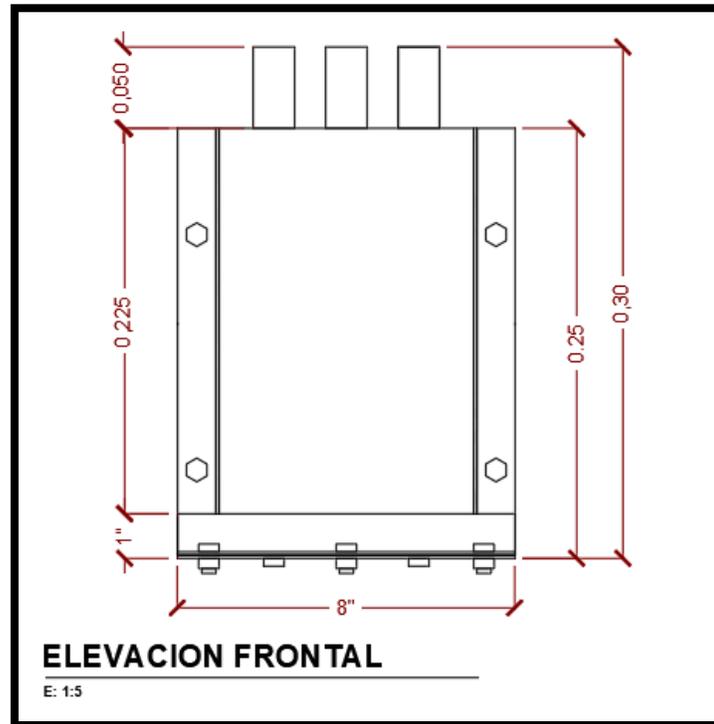
### **Interpretación:**

Se puede apreciar la vista en planta del molde el cual nos ayudó a elaborar las muestras de polipropileno, se acotaron las dimensiones las cuales son de 6" que son 15 cm aproximadamente x 4" los cuales equivalen a 10cm, se empleó plancha metálica de espesor 3mm, así mismo para generar los vacíos internos se empleó

tubos de hierro galvanizado de 1"x1" los cuales generan los vacíos en la muestra, se cuenta con un sistema de 3 partes el cual facilito el desmoldaje.

### Elevación Frontal:

**Figura 2.** Plano vista en planta de molde metálico

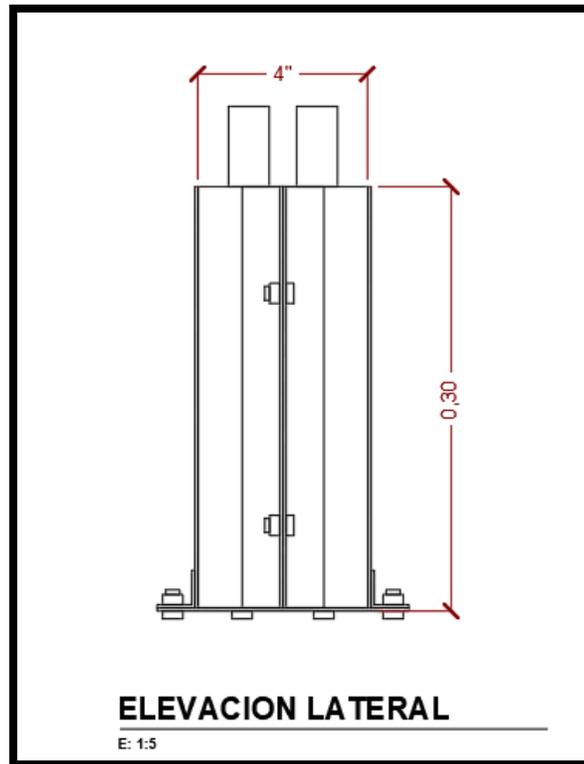


Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación:

Se puede apreciar la vista frontal del molde donde se aprecia el sistema de placas metálicas conectadas por pernos a la base, así mismo se acotaron las medidas de las alturas siendo de 25cm de altura, dando un margen debido a la reducción que presenta el material al enfriar.

**Figura 3.** Plano vista en planta de molde metálico



Fuente: Elaboración Propia

### **Interpretación:**

Se puede apreciar la vista lateral donde se puede apreciar el sistema de palcas en C las cuales están empernadas a los laterales y hacia la base del mismo modo se acota la altura de 0.3cm de las barras para una mejor extracción de las mismas.

### **Volumen del molde**

$$A = A \text{ total} - (6 \times \text{Area de vacio})$$

$$A = 0.1\text{m} \times 0.15\text{m} - (6 \times 0,0254\text{m} \times 0,0254\text{m})$$

$$A = 0.05\text{m}^2 - (6 \times 0,0254\text{m} \times 0,0254\text{m})$$

$$A = 0.05\text{m}^2 - (6 \times 0,0254\text{m} \times 0,0254\text{m})$$

$$A = 0.05\text{m}^2 - 0.0039\text{m}^2$$

$$A = 0.0461\text{m}^2$$

$$V = A \times h$$

$$V = 0.0461\text{m}^2 \times 0.20\text{m}$$

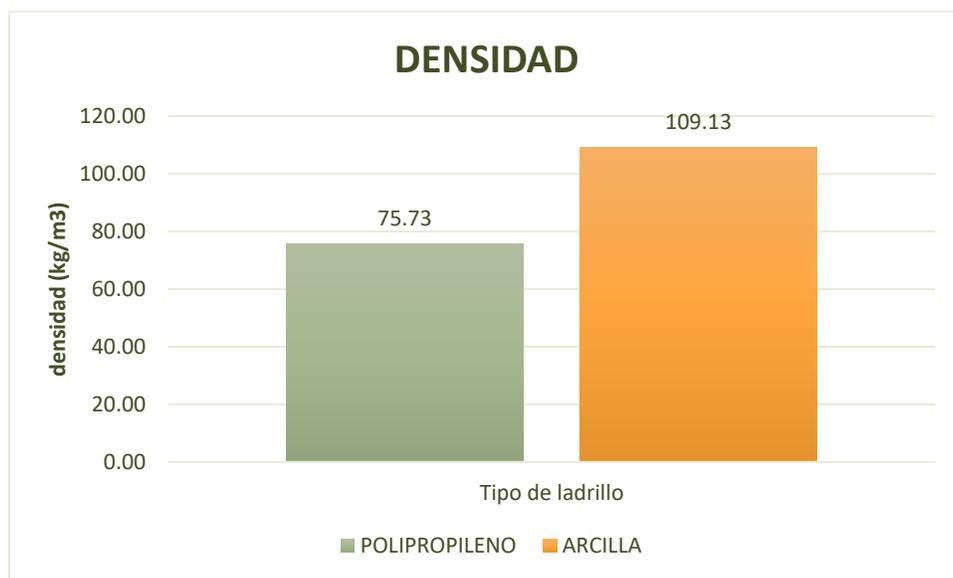
$$V = 0.009\text{m}^3$$

Cantidad de material necesario para la mezcla:

-a conde a lo medido se requiere de aproximadamente 6 tazones de 230gramos de plástico triturado, así mismo en cuanto a aceite se emplearon 700 ml por taza en un total de 3 tazas, dando un total de 1.38 Kg de plástico y 2.1 L de aceite para la elaboración de 1 muestra, en relación de volumen el aceite interviene un 23% del volumen del molde

### Determinación de Densidad

**Figura 4.** Densidad de materiales



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el grafico presentado se puede apreciar como el material de plástico tipo Polipropileno tiene una densidad de 75.73 kg/m<sup>3</sup> aproximadamente siendo menor

con respecto a los tradicionales ladrillos de arcilla tipo pandereta los cuales tienen 109.13 Kg/m<sup>3</sup> teniendo una ventaja al disminuir la carga que generan.

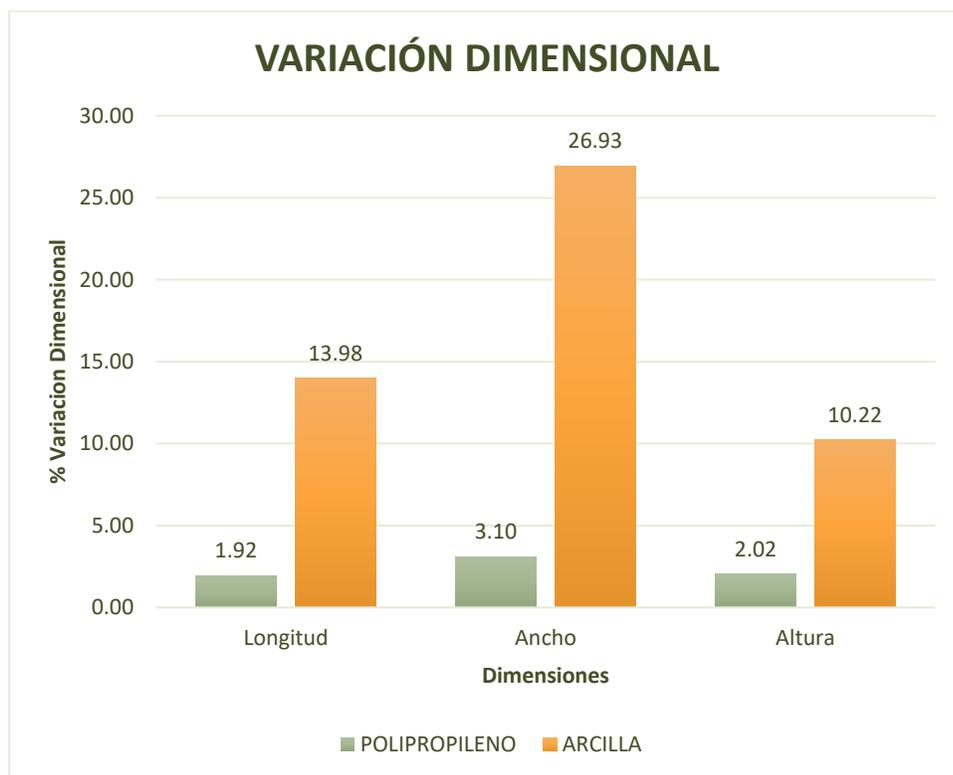
**b. Objetivo Específico 02:**

- con los de MUÑOZ (2019), identifica los 4 ensayos básicos para unidades de albañilería, así mismo para evaluar las propiedades físicas del ladrillo de polipropileno se comparó con los parámetros mínimos establecidos en la norma

**Propiedades físicas del ladrillo de arcilla**

**Ensayo de variación dimensional**

**Figura 5. Ensayo de Variación Dimensional**



Fuente: Elaboración propia

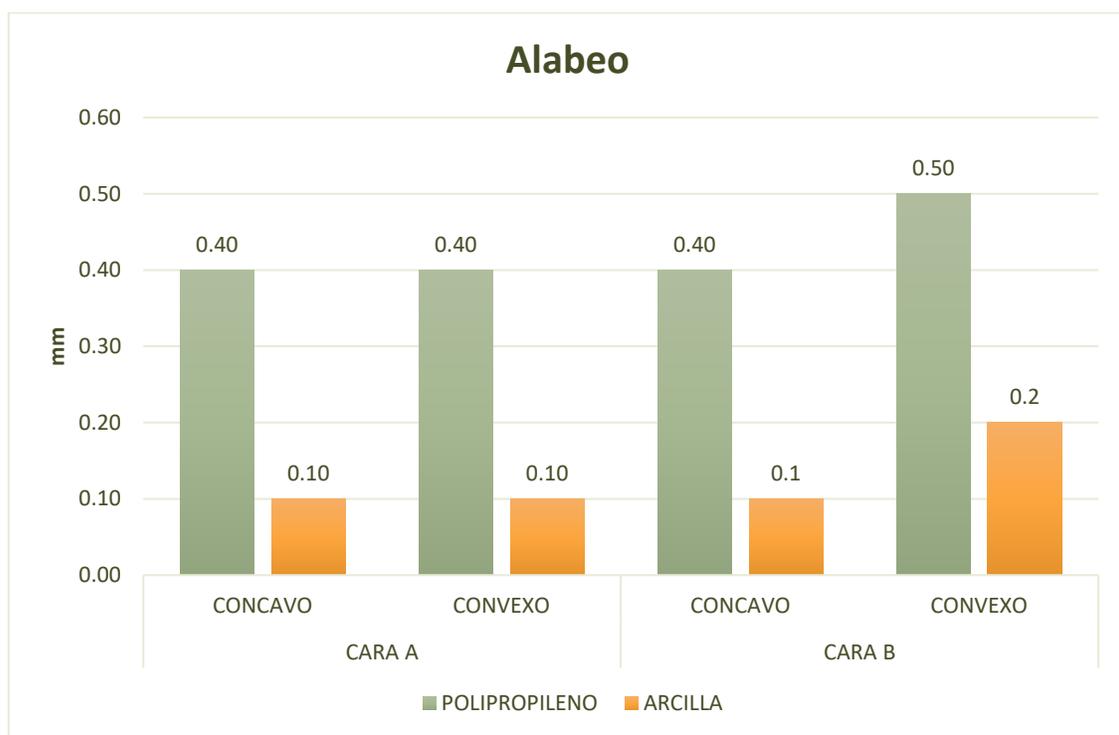
Interpretación:

A través del siguiente gráfico se presentan los resultados obtenidos de variación dimensional para el ladrillo de polipropileno teniendo como mínimo de variación de

1.92% siendo  $\pm 3.8\text{mm}$  apropiadamente en longitud y como máximo 3.10% siendo  $\pm 4.6\text{mm}$  en el ancho esto debido al uso del molde metálico así mismo se encuentra dentro de lo reglamentado en el capítulo 3 de la norma E.070 , del mismo modo se llevó a cabo un análisis de variación dimensional en ladrillos tradicionales los cuales tienen como mínimo 10.22% siendo  $\pm 10\text{mm}$  en la altura y como máximo un 26.93% siendo  $\pm 50\text{mm}$  en el ancho. Con respecto a la muestra seleccionada.

**Ensayo de Alabeo**

**Figura 6. Ensayo de Alabeo**



Fuente: Resultado de ensayo de variación dimensional

**Interpretación:**

Se identifica en el grafico que el ladrillo de polipropileno presenta un mayor alabeo teniendo un promedio de 0.425mm promedio lo que según la norma E.070 en su capítulo 3 se encuentra dentro de los límites permisibles siendo un máximo de 8mm de alabeo. Así mismo se determina que en las muestras ensayadas de

ladrillos de arcilla que presentan un alabeo de 0.1mm lo que también cumple con lo establecido en la normativa

### Ensayo de Absorción

Figura 7. Ensayo de Absorción



#### Interpretación:

En el presente grafico se puede destacar una de las propiedades de la elaboración de unidades con materiales de tipo polipropileno, teniendo un 0.84% de absorción lo cual representa un porcentaje muy bajo con respecto a lo obtenido por ladrillos de arcilla que obtuvieron un 10.97% promedio, debido al tipo de material y al proceso de fundición se logró evitar vacíos internos en las unidades fabricadas

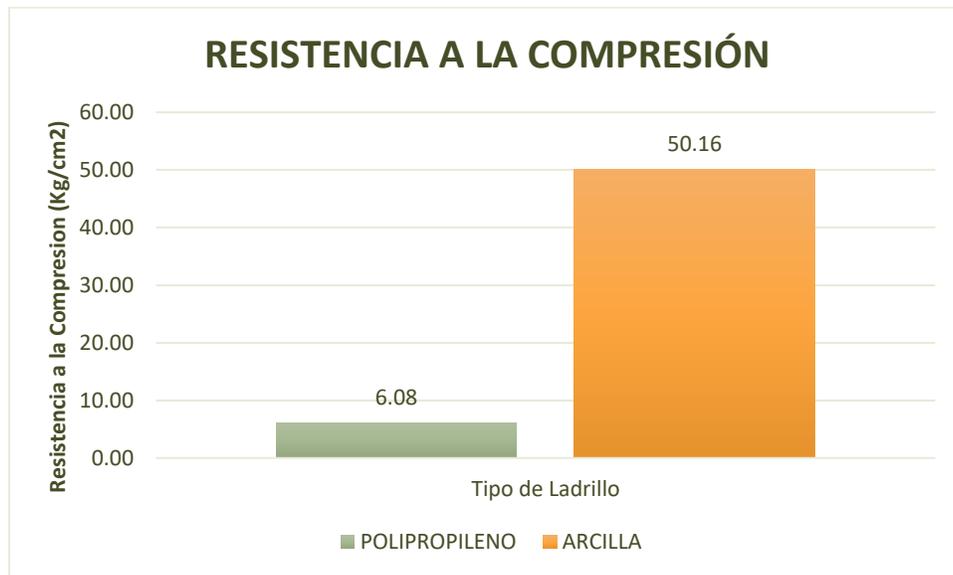
#### c. Objetivo específico 03 y 04:

- Evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo de polipropileno comparando con los parámetros mínimos establecidos en la norma y Determinar la resistencia a la compresión promedio del ladrillo de polipropileno supera lo mínimos establecido para ser considerado portante.

## Propiedades mecánicas

### Ensayo de resistencia a la compresión:

**Figura 8.** *Ensayo de Resistencia a la Compresión*



Fuente: Ensayo de resistencia a la compresión

### **Interpretación:**

El siguiente grafico se puede apreciar las resistencias a las compresión obtenidas por el ladrillo de plástico tipo polipropileno el cual tanto en el ensayo de unidades solas como la de pilas se obtuvo un promedio de 6Kg/cm<sup>2</sup> debajo del promedio mínimo establecido por la norma E 070 el cual indica para bloques NP debe de ser de 20Kg/cm<sup>2</sup>, así mismo se realizaron ensayos a muestras de ladrillos pandereta de arcilla los cuales superaron el mínimo y se clasifican como ladrillos tipo I según la norma E 070.

## V. DISCUSIÓN

Sintetizando los resultados obtenidos en los ensayos en cuanto a las propiedades físicas podemos destacar la densidad obtenida por el ladrillo de polipropileno el cual fue de 75.73 kg/m<sup>3</sup> lo que genera ladrillos de 1.90 kg con dimensiones 20cm x 15cm x 10cm aproximadamente siendo menor con respecto a los tradicionales ladrillos de arcilla tipo pandereta los cuales tienen 109.13 Kg/m<sup>3</sup> los cuales generan ladrillos de aproximadamente esto se corrobora con las investigaciones de Perico [Et. All] (2022) donde sus muestras de 1200cm<sup>3</sup> obtuvieron un peso de 1.06Kg por lo que se obtiene una densidad aproximada de 90Kg/m<sup>3</sup>, de mismo modo se compara con los obtenido por Garzón y Guzmán (2019) en una unidad e albañilería de 1200cm<sup>3</sup> el cual tiene 59 Kg/cm<sup>3</sup> por lo tanto nuestra densidad se encuentra en el rango promedio de ambos de esta manera se comprueba que las muestras generadas son más ligeras que las tradicionales de arcilla por lo que generan menores cargas muertas en edificaciones.

Del mismo modo se pueden destacar las propiedades de variación dimensional donde se obtuvo mínimo de variación de 1.92% siendo  $\pm 3.8$ mm apropiadamente en longitud, 2.02% siendo  $\pm 3.03$ mm y como máximo 3.10% siendo  $\pm 4.6$ mm en el ancho esto debido al uso del molde metálico así mismo se encuentra dentro de lo reglamentado en el capítulo 3 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019) los cuales para un bloque no portante estable para más de 150mm como máximo  $\pm 4\%$  contrastado con los resultado se da conformidad al proceso de moldeado, del mismo modo según Garzón y Guzmán (2019) ) así como Arbulú y Delgado (2019), da conformidad al proceso de moldeado a través de la generación de un molde metálico el cual es previamente diseñado, del mismo modo se realiza el proceso de fundación e introducción dentro del molde tanto de manera manual como por inyección, en ambos casos se obtuvo resultados de variación dimensional mínimos debido al llenado completo del molde.

Al comparar nuestros resultados de los ensayos de alabeo con los de Rojas y Sotelo (2019), encontramos diferencias significativas. A diferencia de su muestra de polipropileno, que no presentó alabeo, nuestro ladrillo de polipropileno mostró un alabeo en sus caras, con un promedio de (0.40mm/0.45mm) en términos de concavidad y convexidad. Según el Capítulo 3 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019), esto está dentro de los límites permitidos, que establecen un máximo de 8mm de alabeo. Asimismo, determinamos que las muestras de ladrillos de arcilla presentan un alabeo de (0.10mm/0.15mm) en términos de concavidad y convexidad, lo cual también cumple con la normativa. Al contrastar estos resultados, identificamos que el alabeo puede ser causado por el molde utilizado, que, al ser de fierro, puede deformarse debido a la temperatura y al sistema de desmoldeo.

Presentando los resultados de absorción se la elaboración de unidades con materiales de tipo polipropileno, teniendo un 0.84% de absorción lo cual representa un porcentaje muy bajo con respecto a lo obtenido por ladrillos de arcilla que obtuvieron un 10.97% promedio, debido al tipo de material y al proceso de fundición se logró evitar vacíos internos en las unidades fabricadas

Rojas y Sotelo (2019) se comprueba que las unidades de albañilería fabricadas con polipropileno en donde a través de 5 muestras ensayadas con resultados de 7.89, 6.33%, 10.67, 10.53 y 9.33 se obtiene un promedio de absorción de 8.95 teniendo un gran porcentaje de absorción similar al de los ladrillos de arcilla, teniendo en cuenta que los métodos de fabricación cumplen con las mismas condiciones, la incorporación de aceite en proporción a volumen de material de polipropileno podría ser uno de los factores que mejorar la impermeabilidad de nuestras muestras generando vacíos menores evitando un porcentaje de absorción mayor.

Los resultados de resistencia a la compresión son importantes para determinar el uso de nuestras muestras generadas, por ello se verifica el proceso de ejecución de los ensayos comparándolos con (Envaselia, 2023) donde emplearon que la temperatura necesaria para la fundación de plástico tipo polipropileno de alrededor

de las compresión obtenidas por el ladrillo de plástico tipo polipropileno el cual tanto en el ensayo de unidades solas como la de pilas se obtuvo un promedio de 6Kg/cm<sup>2</sup> debajo del promedio mínimo establecido por la norma E 070 el cual indica para bloques NP debe de ser de 20Kg/cm<sup>2</sup>, así mismo se realizaron ensayos a muestras de ladrillos pandereta de arcilla los cuales superaron el mínimo y se clasifican como ladrillos tipo I según la norma E 070.

Comparamos con lo obtenido por Cardona (2020) emplean unidades de 12.4cm x 10cm x 7cm sometiéndolos a ensayo de compresión mediante una prensa uniaxial con capacidad de 1500KN donde obtiene como resultado la resistencia los cuales superan al mínimo establecido por la norma E 070 en los cuales se emplea materiales de vidrio y polipropileno, en cuanto a Mejía y Salazar (2020) donde al someter a ensayos unas muestras de ladrillos con incorporación de PET, el cual obtuvo como resultado una resistencia a la compresión de 40.37 Kg/cm<sup>2</sup> para un ladrillo tipo LEGO, con dimensiones de 26cm x 13 m x 12 cm, lo que lo determino como un ladrillo no portante según el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E 070 (2019), de este modo podemos ver como la geometría del bloque es completamente sólido, Rojas y Sotelo (2019) el ensayo de compresión correspondiente se tuvo en cuenta el corte de bloque de polipropileno en 3 cm x 3cm x 1cm, en donde se obtuvo una resistencia promedio de una resistencia mínima de 137.97 Kg/cm<sup>2</sup>, a pesar de obtener una gran resistencia a la compresión se empleó un bloque solido el cual no presenta dimensiones similares a las planteadas en nuestras muestras.

Analizando con nuestros resultados existe gran variación en cuanto a la resistencia a la compresión obtenida por nuestras muestras, factores posibles de la falla de las muestras seria la presencia de alvéolos o vacíos laterales los cuales fueron considerados para asemejarse a los tradicionales ladrillos pandereta, otro factor que reduce la resistencia seria la incorporación de aceite al 30% del volumen de la mezcla lo que, se explicó durante el procedimiento fue añadido como medio para evitar la adherencia y mejorar la trabajabilidad del compuesto. Por lo que se denota

en la presente discusión disminuir la proporción de aceite o emplear otro medio para evitar adherencia.

Centrando la discusión en el proceso y método para lograr la obtención de muestras se compara con lo planteado por Garzón y Guzmán (2019) las metodologías de obtención van acorde a lo requerido, sin embargo, el método de fundación de plástico a través de olla requiere de consumo de gas y de una manipulación directa del material fundido, por lo que resulta peligro, es por ello que se plantea el uso de una inyectora de plástico, de este modo la fabricación será más rápida y de manera más eficiente y segura como indica Apaza, Portugal y Tirado (2021) viabilidad de implementación de un ladrillo ecológico compuesto de PET en donde explica un procedimiento artesanal de fabricación de este tipo de ladrillos pero que al aprovechar los recursos no degradables tiene potencial al fabricarse para la construcción de muros no portantes.

A pesar de los resultados de resistencia a la compresión a través de la presente discusión se busca destacar los beneficios de emplear plástico no solo como adición, si no generar unidades de albañilería completamente hechas de polipropileno, como se observó en los resultados destacar la baja densidad que tienen este tipo de polímeros los cuales reducen 0.2 Kg aproximadamente por cada unidad de albañilería remplazada por uno de polipropileno, esto quiere decir que en cuanto a tabiquerías no portantes o parapetos ayudan a reducir las cargas, así mismo se destaca la absorción obtenido de 0.84% con respecto al peso seco, es otro de los puntos a tomar en cuenta, debido a que el polímero es impermeable este no se satura y no requiere de agua adicional para evitar que la unidad absorba agua de algún tipo de mortero, otra de las ventajas a destacar es el fácil manejo de las unidades, así mismo comparando con lo indicado por (Envaselia, 2023) su resistencia al impacto, también la resistencia química que posee, por lo que a comparación de las unidades tradicionales no requiere de morteros a base de cemento, tampoco sufre daño debido a los sulfatos.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye:

1. Que para la elaboración de un ladrillo de polipropileno tipo pandereta a conde al molde presentado se necesitan aproximadamente 1380 gramos de plástico triturado y un 30% del peso se requiere 2100 ml de aceite, por lo que en cuanto a relación de volúmenes se obtuvo 77% de plástico y 23% de aceite, consecuentemente se obtienen unidades albañilería con densidades aproximadas de 75.73 kg/m<sup>3</sup> comparativamente menor que 109.13 Kg/m<sup>3</sup> obtenidos por los ladrillos de arcilla.
2. Así mismo se obtuvo en el ensayo de variación dimensional, se obtuvieron resultados de 1.92% en longitud, que es aproximadamente  $\pm 3.8\text{mm}$ , 2.02% en altura, que es aproximadamente  $\pm 3.03\text{mm}$ , y un máximo de 3.10% en ancho, que es aproximadamente  $\pm 4.6\text{mm}$ . Esto se debe al uso del molde metálico. Estos resultados están dentro de lo estipulado en el capítulo 3 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019) por lo que cumple con los requisitos mínimos.
3. Luego de realizar el ensayo de alabeo se obtuvo un promedio de (0.40mm/0.45mm) en términos de concavidad y convexidad. Según el Capítulo 3 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019).
4. Así mismo se realizó el ensayo de absorción en donde a comparación del ladrillo de arcilla que obtuvo 10.97% y el ladrillo de polipropileno un 0.84% concluyendo que el tipo de ladrillo no requiere de saturación previa a su uso, si mismo el resistente al efecto de sulfatos que contenga el agua.
5. Finalmente se obtuvieron los resultados de resistencia a la compresión para el ladrillo de polipropileno un promedio de 6 Kg/cm<sup>2</sup> incluyendo la resistencia a la compresión obtenida en el ensayo a pilas de 3 unidades, comparando con una muestra similar de arcilla tipo pandereta, obtuvo 50Kg/cm<sup>2</sup> promedio, por lo que

se concluye que la muestra generada no es apta para la construcción de muros portantes, dando como nula la hipótesis planteada en la presente investigación.

6. Finalmente se concluye que los factores a intervenir en la reducción de resistencia podrían asociarse a la incorporación de aceite y la generación de vacíos laterales en la muestra los cuales se asemejan a un ladrillo pandereta tradicional.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda las entidades institucionales y entidades privadas generar investigaciones relacionadas y mejorar los métodos de producción de las muestras, al ser artesanales los errores dentro de las muestras pueden afectar los resultados finales.
- Para la selección de muestras se debe de optar por muestras que no presenten quemaduras o porosidades propias de la fundición y el enfriamiento del material
- Para evitar gran variación dimensional se recomienda emplear moldes con mejoras en el diseño, en donde se pueda comprimir el material para una mejor obtención caras uniformes, así mismo se recomienda emplear material acero para el molde el cual evitara el pegado del polipropileno en sus paredes.
- Así mismo se recomienda durante el proceso de fundición un control de la temperatura empleando termómetros, y en caso de realizarse en hornos o extrusoras un control digital a temperatura promedio de 170 grados centígrados.
- De acorde al método empleado y su relación con la resistencia obtenida en las muestras se recomienda a los investigadores quienes estén involucrados en el desarrollo de temas similares, mejorar el método de producción de las muestras reduciendo la cantidad de aceite incorporado a la muestra y a su vez optar por métodos de inyección de plástico en los moldes a través de extrusoras.
- Se recomienda llevar a cabo ensayos de corte en muro y también ensayos de flexión, debido a que la muestra durante el ensayo de comprensión presento gran ductilidad hasta su falla, mientras que la muestra de arcilla presento una falla frágil por el tipo de material.

- Del mismo modo también se plantea la realización de ensayos para determinar la capacidad térmica y la capacidad acústica de los bloques mejorados.
- Finalmente se recomienda a los investigadores relacionados con el tema el desarrollo de investigaciones sobre morteros o pegamentos para la aplicación en las muestras.

## REFERENCIAS

1. ADDLESON, Lyall y COMPANY, José . *Materiales para la construcción : Aspectos físicos y Químicos de la materia y estructura de los materiales*. Barcelona, España: Editorial Reverté, 1983.  
ISBN 84-291-9252-2.
2. AMPUERO, Alessandra y ROMERO, Patricia. Parámetros físicos y mecánicos de ladrillos ecológicos hechos a base de material reciclado (plástico pet) para construcción: una revisión. Universidad Peruana Unión. [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2023].  
Disponible en:  
[https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3740/Alessandra\\_Trabajo\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3740/Alessandra_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. APAZA, José; PORTUGAL, María. y TIRADO, Leo. (2021) Viabilidad de implementación de un ladrillo ecológico compuesto de PET y cenizas de pollerías en el contexto de Tacna – Perú, Arquitek [en línea]. 2021, vol 19. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2023].  
Disponible en:  
doi: 10.47796/ra.2021i19.489.
4. ARBULÚ, Diego y DELGADO, Jeniffer.2019. Elaboración de ecoladrillos para promover la reutilización de residuos inorgánicos en la institución educativa san martín de thours. Universidad de Lambayeque. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 17 de abril de 2023].  
Disponible en:  
<https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/237/1/ELABORACION%20DE%20ECOLADRILLOS%20PARA%20PROMOVER%20LA%20REUTILIZACION%20DE%20RESIDUOS%20INORGANICOS%20EN%20LA%20INSTITUCION.pdf>
5. ARQUITECTURA SOSTENIBLE.2022. El polipropileno, una alternativa al plástico tradicional [en línea]. Arquitectura Sostenible. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]

Disponible en:

<https://arquitectura-sostenible.es/polipropileno-alternativa-plastico-tradicional/>

6. BERRETTA, Horacio [et al]. *Ladrillos de plástico reciclado: una propuesta ecológica para la vivienda social*. Buenos Aires, Argentina: AVE (Asociación de Vivienda Económica), 2011.

ISBN 9875841374.

7. CAICEDO, Carolina [et al]. Propiedades termo-mecánicas del Polipropileno: Efectos durante la reprocesamiento. SCIELO: Ingeniería, investigación y tecnología [en línea]. 2017, vol.18 n.º 3. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]

Disponible en:

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432017000300245](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000300245)

ISSN: 2594-0732

8. CARDONA, Faber [et al.] Evaluación de las propiedades mecánicas de ladrillos elaborados con residuos de vidrio y plástico. Análisis de las emisiones de dióxido de carbono. Lámpsakos [en línea]. 2020, vol 24. [fecha de Consulta 17 de abril de 2023].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=613966750005>

ISSN: 2145-4086

9. GARCÍA, José y VIGO, Robin. Revisión sistemática sobre la utilización de plástico reciclado (PET) en la elaboración de ladrillo de concreto armado. Universidad Privada del Norte. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2023].

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/15028/Garc%c3%ada%20Rojas%20Jos%c3%a9%20Marcial%20%20Vigo%20Rojas%20Robin%20Alfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

10. IBEROPLAST. 2021. Conoce cómo se fabrica el polipropileno [en línea]. Iberoplast. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]

Disponible en:

<https://www.iberoplast.pe/blog/metodo-fabricacion-polipropileno/>

11. ELAPLAS.2023. Polipropileno (PP) - Plásticos técnico [en línea]. Elaplas. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]

Disponible en:

<https://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/polipropileno-pp/>

12. ENVASELIA.2023. Polipropileno ¿Qué es? Ventajas y usos [en línea]. Envaselia. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]

Disponible en:

<https://www.ensavelia.com/blog/que-es-el-polipropileno-id13.htm>

13. ESCOBAR, Edward [et al]. Impacto de la ingesta de residuos plásticos en peces. Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente, (2020). N.º 4. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2023]

Disponible en:

<https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.201902.004>

14. FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar y Hernández, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6a ed. México, D.F: Mcgraw Hill Interamericana, 2014. ISBN 9781456223960.

15. FERREYRA, Adriana y DE LONGHI, Ana Lía. *Metodología de la investigación*. Córdoba, Argentina: Encuentro Grupo Editor, 2014. ISBN 9789871432486.

16. MARTÍNEZ, Héctor y ÁVILA, Elizabeth. *Metodología de la investigación*. 1a ed. México D.F: Cengage Learning, 2010. ISBN 9786074810240.

17. MAURE, José [et al]. Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas. Revista De Iniciación Científica, (2018). Vol 4. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2023]

Disponible en:

<https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1816>

ISSN: 2412-0464



ISSN 0122-056X.

24. PERICO, Néstor. [et al]. Ladrillo de plástico comparado con el ladrillo tradicional. Ingenierías USBMed, [en línea]. 2022, vol 13, n.º 1. [Fecha de consulta: 17 de abril del 2023].  
Disponible en:  
<https://doi.org/10.21500/20275846.5107>
25. QUIROS, Jorge; NISPERUZA, Carlos y YEPES, Juan. Los microplásticos, una amenaza desconocida para los ecosistemas marinos de Colombia: perspectivas y desafíos a enfrentar. Gestión y Ambiente [et al]. (2021). Vol 4, N.º 1, [Fecha de consulta: 27 de abril del 2023]  
Disponible en:  
<https://doi.org/10.15446/ga.v24n1.91615>
26. REINOSO, Erika [et al]. Elaboración de Ladrillos Ecológicos a base de Polietileno. *Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas*, 2017 vol 1, n.º 1. [Fecha de consulta: 25 de abril del 2023].  
Disponible en:  
<http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/ciya/article/view/74>.
27. ROJAS, Ingrid y SOTELO, Marlon (2019). Propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de polipropileno frente a las de un ladrillo tradicional de arcilla, Nuevo Chimbote -2019. Tesis. Universidad Cesar Vallejo. Perú.  
Disponible en:  
[Propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de polipropileno frente a las de un ladrillo tradicional de arcilla, Nuevo Chimbote -2019 \(ucv.edu.pe\)](http://ucv.edu.pe)
28. ROYMAPLAST.2023. Características del Polipropileno [en línea]. Roymaplast. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]  
Disponible en:  
<http://roymaplast.com/caracteristicas-del-polipropileno/>
29. SÁNCHEZ, Ruth [et al]. Análisis De Mezclas De Residuos Sólidos Orgánicos Empleadas En La Fabricación De Ladrillos Ecológicos No Estructurales. *Revista De Ciencias Ambientales* [en línea] 2019, vol 53, n.º 1. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2023].

Disponible en:

<https://doi.org/10.15359/rca.53-1.2>.

30. VALDERA, Walter. (2019). Evaluación de los niveles de contaminación del material macro particulado generado en la producción de ladrillo artesanal de arcilla en el sector Chacupe Alto carretera Chiclayo a Monsefú. Tesis: Maestría. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Chiclayo.

Disponible en:

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6045>

# **ANEXO N° 01:**

## ANEXO N°01.01: MATRIZ OPERACIONAL

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	SUB DIMENSIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE 01: Propiedades Físicas y Mecánicas	Propiedades Físicas y Mecánicas: Son cantidades y características físicas que definen la naturaleza de la materia o de los materiales que forman. Siendo la superficie, volumen, masa, peso, densidad y gravedad específicas las básicas. (Addleson y Company, 1983, 47 pp.), así mismo indica también que las propiedades mecánicas son propias de las resistencias alcanzadas por los esfuerzos hacia los materiales.	Se tomará registro de las variaciones dimensionales de la muestra, posteriormente se procederá a realizar un ensayo de absorción. Finalmente será sometido a una prueba de resistencia a la compresión, evaluando los datos respecto a las normativas vigentes en la E-070.	Propiedades físicas	Variación dimensional	%	Geometría	Razón
				Alabeo	mm		Razón
				Absorción	%	Permeabilidad	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la Compresión	Razón
VARIABLE INDEPENDIENTE 02: Ladrillo ecológico de polipropileno	Ladrillo de Plástico: Según Barrera Et. All (2011) "Se trata de un elemento constructivo prefabricado del tipo liviano para la utilización en envoltorios, exteriores e interiores, no portantes" (21p.)	Se procede a la recolección, el triturado del material, el tamizado del mismo, así mismo se realiza la limpieza, en una olla de fundición se coloca el material y se funde a 170 grados centígrados, se coloca en el molde y finalmente se procede al enfriamiento y desmoldaje	Polipropileno	Densidad	%	Densidad	Razón
				Composición Química	%	Ensayos Químicos	Razón
			Reciclaje	Triturado	mm	Geometría	Razón

## ANEXO N°01.02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Evaluacion del comportamiento fisico - mecanico de un ladrillo de polipropileno reciclado, Nuevo Chimbote, Ancash - 2023																																									
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA																																			
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis:	Variable 1	Dimensión	Indicadores	Tipo de Estudio																																			
¿En que medida las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado cumplen con las normas vigentes en nuestro país?	Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes	Las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado si cumplen respecto a las normativas vigentes	Variable Independiente: Propiedades Físicas y Mecánicas	Propiedades Físicas	Geometría	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th colspan="7">Investigacion Aplicada</th> </tr> <tr> <th>TEMA</th> <th>OBJETIVO</th> <th>INDICADORES</th> <th>TIPO DE ESTUDIO</th> <th>TIPO DE INVESTIGACION</th> <th>TIPO DE METODOLOGIA</th> <th>TIPO DE INSTRUMENTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Geometría</td> <td>Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes</td> <td>Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas</td> <td>Descriptivo</td> <td>Experimental</td> <td>Documental</td> <td>Encuestas, Entrevistas, Observación</td> </tr> <tr> <td>Permeabilidad</td> <td>Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes</td> <td>Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas</td> <td>Descriptivo</td> <td>Experimental</td> <td>Documental</td> <td>Encuestas, Entrevistas, Observación</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la compresión</td> <td>Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes</td> <td>Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas</td> <td>Descriptivo</td> <td>Experimental</td> <td>Documental</td> <td>Encuestas, Entrevistas, Observación</td> </tr> </tbody> </table>	Investigacion Aplicada							TEMA	OBJETIVO	INDICADORES	TIPO DE ESTUDIO	TIPO DE INVESTIGACION	TIPO DE METODOLOGIA	TIPO DE INSTRUMENTOS	Geometría	Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes	Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas	Descriptivo	Experimental	Documental	Encuestas, Entrevistas, Observación	Permeabilidad	Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes	Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas	Descriptivo	Experimental	Documental	Encuestas, Entrevistas, Observación	Resistencia a la compresión	Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes	Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas	Descriptivo	Experimental	Documental	Encuestas, Entrevistas, Observación
					Investigacion Aplicada																																				
				TEMA	OBJETIVO	INDICADORES	TIPO DE ESTUDIO	TIPO DE INVESTIGACION	TIPO DE METODOLOGIA	TIPO DE INSTRUMENTOS																															
Geometría	Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes	Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas	Descriptivo	Experimental	Documental	Encuestas, Entrevistas, Observación																																			
Permeabilidad	Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes	Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas	Descriptivo	Experimental	Documental	Encuestas, Entrevistas, Observación																																			
Resistencia a la compresión	Evaluar el cumplimiento de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de polipropileno reciclado respecto a las normativas vigentes	Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Propiedades Mecánicas	Descriptivo	Experimental	Documental	Encuestas, Entrevistas, Observación																																			
Permeabilidad	Diseño de investigación: Descriptivo																																								
Propiedades Mecánicas		Resistencia a la compresión																																							
Problema Específico:	Objetivo Específico:	Hipotesis Especifica	Variable 2	Dimensión	Indicadores																																				
¿Qué cantidad de material de polipropileno reciclado sera necesario para la fabricacion de ladrillos de polipropileno tipo pandereta	Determinar la cantidad necesaria de material para la fabricacion de ladrillos ecologicos de polipropileno	La cantidad necesaria para la para la fabricacion de una muestra de ladrillo no sopera los 700 gr de polipropileno	Variable dependiente: Ladrillo de polipropileno	Polipropileno	Geometría	<p><b>Población:</b> La Poblacion de estudio esta conformada por ladrillos ecologicos de polipropileno de tipo pandereta los cuales tendran caracteristicas similares</p>																																			
¿Las propiedades físicas de un ladrillo de polipropileno cumplen con los parametros establecidos en la normativa vigente?	Evaluar las propiedades físicas del ladrillo de polipropileno comparando con los parametros minimos establecidos en la norma	Las propiedades físicas del ladrillo de polipropileno csi cumplen los parametros minimos establecidos en la norma			Composición Química	<p><b>Muestra:</b> La muestra extraida consistira de 5 ladrillos tipo pandereta de polipropileno</p>																																			
¿Las propiedades mecánicas de un ladrillo de polipropileno cumplen con los parametros establecidos en la normativa vigente?	Evaluar las propiedades mecánicas del ladrillo de polipropileno comparando con los parametros minimos establecidos en la norma	Las propiedades mecánicas del ladrillo de polipropileno csi cumplen los parametros minimos establecidos en la norma		Reciclaje	Geometría	<p><b>Muestra:</b> el muestreo fue de tipo por conveniencia</p>																																			
¿La resistencia a la compresion obtenida por el ladrillos de polipropileno supera el parametro minimo para ser considerado portante?	Determinar la resistencia a la compresion promedio del ladrillo de polipropileno supera lo minimos establecido para ser considerado portante	La resistencia a la compresion promedio del ladrillo de polipropileno supera lo minimos establecido para ser considerado portante																																							

**ANEXO N° 02:  
INSTRUMENTOS DE  
RECOLECCIÓN DE  
DATOS**



## ANEXO N°02.02: FORMATO ENSAYO DE ALABEO



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TÍTULO :	REGISTRO N° :
SOLICITA :	PÁGINA N° :
UBICACIÓN :	FECHA :

### ALABEO (NTP 399.613)

Muestra:

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01				
M-02				
M-03				
M-04				
M-05				
Promedio				

Concavo: mm

Convexo: mm

Observación:

## ANEXO N°02.03: FORMATO ENSAYO DE ABSORCION



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :

REGISTRO N° :

SOLICITA :

PÁGINA N° :

UBICACIÓN :

FECHA :

### ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra:

Descripción	Porcentaje de Absorción			Absorción Promedio (%)
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	
M-1				
M-2				
M-3				
M-4				
M-5				

Observación:

# ANEXO N°02.04: FORMATO ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	REGISTRO:
SOLICITA :	PÁGINA N°:
UBICACIÓN :	FECHA:

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39)

TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA (cm2)	
	L	A	H	BRUTA	NETA
1					
2					
3					
4					
5					
PROMEDIO					

TABLA N°02 AREA DE VACIOS

IDENTIFICACION ESPECIMEN	VOLUMEN (cm3)		AREA DE VACIOS
	VACIOS	UNIDAD	(%)
1			
2			
3			
4			
5			
PROMEDIO			

TABLA N°03 COMPRESION DE UNIDADES

IDENTIFICACION ESPECIMEN	P max (Kg)	f'b (kg/cm2)	
		BRUTA	NETA
1			
2			
3			
4			
5			
PROMEDIO			

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm2

Observacion:

# **ANEXO N°03: TABLAS, FOTOS Y RESULTADOS**

# **ANEXO N°03.01: TABLAS**

**Tabla 5. Tipos de Ladrillos Segun Norma E-070**

<b>Tipo</b>	<b>Utilidad</b>	<b>Aptos para la construccion de</b>
<b>I</b>	Resistencia y durabilidad muy baja	Albañileria en modalidad de servicio con poca exigencia
<b>II</b>	Resistencia y durabilidad baja	Alabañileria en modalidad de servicio moderado
<b>III</b>	Resistencia y durabilidad media	Albañileria de uso general
<b>IV</b>	Resistencia y durabilidad alta	Albañileria en condiciones de servicio riguroso
<b>V</b>	Resistencia y durabilidad muy altas	Albañileria en modalidad de servicio particularmente rigurosas

**Funte:** (Norma E-070, 2006)

**Tabla 6. Tipos de Ladrillos Según Norma E-070**

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

**Funte:** (Norma E-070, 2006)

**Tabla 7. Propiedades Físicas del Polipropileno**

<b>Propiedades Físicas</b>	
Absorción de Agua - Equilibrio (%)	0,03
Densidad ( g cm-3 )	0,9
Índice de Oxígeno Límite (%)	18
Índice Refractivo	1,49
Inflamabilidad	HB
Resistencia a la Radiación	Aceptable
Resistencia a los Ultravioletas	Mala
Absorción de Agua - Equilibrio (%)	0,03

**Fuente:** (Goodfellow, 2008)

**Tabla 8. Propiedades Físicas del Polipropileno**

<b>PROPOIEDADES</b>	<b>METODOS DE ENSAYOS ISO/(IEC)</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALORES</b>
Color	-	-	Marrón claro
Densidad	DIN 53479	g/cm3	0.91
<b>PROPIEDADES TERMICAS</b>			
Temperatura de Fusión	DIN 53 736	°C	165
Conductividad térmica a (23°C)	-	W/(K-m)	0.22
Temperatura de transición vitria	-	10 <sup>AS</sup> . (1K)	-18
Capacidad calórica (23° C)	-	5(g.k)	1.7
Temperatura máxima del servicio:	-	-	-
- en periodos cortos	-	°C	130
- en periodos largos	-	°C	100
- Coeficiente de dilatación lineal (23°C)	-	10 <sup>AS</sup> . (1K)	11
<b>PROPIEDADES MECANICAS A 23°C</b>			
- Ensayo de Tracción	-	-	-
- Esfuerzo en el punto de fluencia	DIN 53 455	Mpa	35

- Elongación a la rotura	DIN 53 455	%	650
Módulo de elasticidad a tensión	DIN 53 457	-	1
Resistencia al impacto	DIN 53 457	Kj/m <sup>2</sup>	No rompe
- Coeficiente dinámico de fricción	-	N/mm <sup>2</sup>	0.3
- Dureza de la bola (30s)	DIN 53 457	Mpa	80
<b>PROPIEDADES ELÉCTRICAS A 23° C</b>			
Resistencia dieléctrica	60 243	Ohm	>10 <sup>13</sup>
Factor de disipación	DIN 53 483	-	0.0002
Resistencia específica de paso	DIN 53 483	-	>10 <sup>17</sup>
Resistencia superficial	DIN 53 483	Ohm.cm	100
Coeficiente dielectrico	60 250	-	2.25

**Fuente:** (Goodfellow, 2008)

# **ANEXO N°03.02: RESULTADOS**

# ANEXO N° 03.02.01: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO DE POLIPROPILENO



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS :</b>	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE UN LADRILLO ECOLÓGICO DE POLIPROPILENO RECICLADO, NUEVO CHIMBOTE - ANCASH - 2023"	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-LEP-VD-01
		<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 01
<b>SOLICITA :</b>	DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN - LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR	<b>FECHA :</b>	21/10/2023
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		

## VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo de Polipropileno      Largo: 200mm      Ancho: 150mm      Alto: 100mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	200.0	203.0	203.5	203.4	202.47	144.3	145.7	145.5	146.3	145.46	98.0	98.5	97.8	97.9	98.09
M-2	202.1	204.6	203.2	204.3	203.54	145.5	145.4	146.3	144.8	145.50	98.3	96.8	97.8	97.6	97.62
M-3	202.5	204.0	204.3	204.8	203.92	144.7	143.8	144.5	144.3	144.33	97.5	96.2	97.2	96.6	96.89
M-4	206.6	204.9	203.3	206.9	205.42	145.9	145.3	145.2	146.1	145.62	97.9	98.7	97.6	98.1	98.05
M-5	202.1	205.6	203.1	204.5	203.83	145.4	146.0	146.0	146.1	145.88	100.0	97.8	101.3	97.9	99.25
				Dp	203.83				Dp	145.36				Dp	97.98
				De	200.00				De	150.00				De	100.00
				V (%)	-1.92				V (%)	3.10				V (%)	2.02

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
**KAE Ingeniería**  
 Victor Alfonso Cordero Lázaro  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com

# ANEXO N° 03.02.02: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO DE ARCILLA TIPO PANDERETA



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS :</b>	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE UN LADRILLO ECOLÓGICO DE POLIPROPILENO RECICLADO, NUEVO CHIMBOTE - ANCASH - 2023"	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-LEP-VD-02
<b>SOLICITA :</b>	DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN - LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	21/10/2023

## VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo de Arcilla      Largo: 200mm      Ancho: 150mm      Alto: 100mm

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	227.7	227.3	228.7	227.5	227.78	110.1	110.4	109.7	109.8	109.98	89.9	89.8	89.9	89.3	89.72
M-2	227.3	227.8	227.9	229.0	227.97	109.1	110.1	108.2	109.8	109.28	90.1	89.0	90.0	89.7	89.72
M-3	228.6	227.2	228.9	228.0	228.16	110.5	109.1	110.2	108.2	109.48	90.3	90.2	89.4	89.8	89.93
				Dp	227.97				Dp	109.58				Dp	89.79
				De	200.00				De	150.00				De	100.00
				V (%)	-13.99				V (%)	26.95				V (%)	10.21

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante

  
KAE Ingeniería  
Victor Alfonso Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 116087



# ANEXO No 03.02.03: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO DE POLIPROPILENO



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE UN LADRILLO ECOLÓGICO DE POLIPROPILENO RECICLADO, NUEVO CHIMBOTE - ANCASH - 2023"	REGISTRO N° :	CC-LEP-ALB-01
SOLICITA :	DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN - LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	FECHA :	22/10/2023

## ALABEO (NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo de Polipropileno

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	0	1	1	2
M-02	1	1	0	1
M-03	2	0	1	1
M-04	1	2	0	1
M-05	0	0	2	0
Promedio	0.40	0.40	0.40	0.50

Concavo: 0.40 mm

Convexo: 0.45 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
KAE Ingeniería  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
D.F. N.º 216087



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote  
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com

# ANEXO No 03.02.04: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO DE ARCILLA TIPO PANDERETA



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE UN LADRILLO ECOLÓGICO DE POLIPROPILENO RECICLADO, NUEVO CHIMBOTE - ANCASH - 2023"	REGISTRO N° : CC-LEP-ALB-02
SOLICITA :	DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN - LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR	PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	FECHA : 22/10/2023

## ALABEO (NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo de Arcilla

Descripción	Cara A		Cara B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
M-01	0	1	0	1
M-02	0	0	1	0
M-03	1	0	0	1
Promedio	0.10	0.10	0.10	0.20

Concavo: 0.10 mm

Convexo: 0.15 mm

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
KAE Ingeniería  
VICTOR ALVARADO HERRERA LÁZARO  
INGENIERO CIVIL  
N.º 12572





# ANEXO No 03.02.05: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCION DEL LADRILLO DE POLIPROPILENO



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS :</b>	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE UN LADRILLO ECOLÓGICO RECICLADO, NUEVO CHIMBOTE - ANCASH - 2023"	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-LEP-ABS-02
<b>SOLICITA :</b>	DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN - LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR	<b>PÁGINA N° :</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA :</b>	19/10/2023

## ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Muestra: Ladrillo de Arcilla

Descripción	Porcentaje de Absorción			Absorción Promedio (%)
	Peso Saturado (kg)	Peso Seco (kg)	Absorción (%)	
M-1	2.388	2.142	11.48	10.97
M-2	2.369	2.140	10.70	
M-3	2.364	2.135	10.73	

**Observación:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
KAE Ingeniería  
Victor Hugo Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 216287



# ANEXO No 03.02.06: RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE POLIPROPILENO



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>PROYECTO</b>	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE UN LADRILLO ECOLÓGICO DE POLIPROPILENO RECICLADO, NUEVO CHIMBOTE - ANCASH - 2023"	<b>REGISTRO N°:</b> 'CC-LEP-RC-01
<b>SOLICITA</b>	DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN - LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR	<b>PÁGINA N°:</b> 01 de 01
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	<b>MUESTRA:</b> LADRILLO POLIPROPILENO
		<b>FECHA:</b> 22/10/2023

## ENSAYOS EN LADRILLOS A RESISTENCIA A LA COMPRESION ASTM C-67

**TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	DIMENSIONES (mm)			AREA (cm2)	
	L	A	H	BRUTA	NETA
1 Muestra 1	200.0	144.3	98.0	289	258
2 Muestra 2	202.5	144.7	97.5	293	261
<b>PROMEDIO</b>	<b>201.3</b>	<b>144.5</b>	<b>97.8</b>	<b>291</b>	<b>260</b>

**TABLA N°02 AREA DE VACIOS**

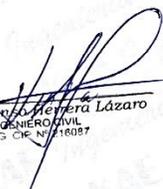
IDENTIFICACION ESPECIMEN	VOLUMEN (cm3)			AREA DE VACIOS
	VACIOS		UNIDAD	(%)
1 Muestra 1	301		2830	11
2 Muestra 2	313		2859	11
<b>PROMEDIO</b>	<b>307</b>		<b>2845</b>	<b>11</b>

**TABLA N°03 COMPRESION DE UNIDADES**

IDENTIFICACION ESPECIMEN	P max (Kg)	fb (kg/cm2)	
		BRUTA	NETA
1 Muestra 1	1665	6	6
2 Muestra 2	3023	10	12
<b>PROMEDIO</b>	<b>2344</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

fb: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm2

**Observacion:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
 KAE Ingeniería  
 Victor Alfonso Herrera Lázaro  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIE N° 18097



# ANEXO No 03.02.07: RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PILAS DEL LADRILLO DE POLIPROPILENO



**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS :</b>	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE UN LADRILLO ECOLÓGICO DE POLIPROPILENO RECICLADO, NUEVO CHIMBOTE - ANCASH - 2023"	<b>REGISTRO N° :</b>	CC-LEP-RCP-01
<b>SOLICITA :</b>	DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN - LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR	<b>PAGINA N° :</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN :</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA ROTURA :</b>	22/10/2023

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS (ASTM - C39 ; E070)

Muestra : Ladrillo Patrón

Item	Identificación y Características del Ladrillo					Ensayo de Rotura				
	Estructura Vacuada	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Lectura Corregida (Kgf)	f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Coef. Corrección Esbeltez	f <sub>m</sub> Corregido (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	MUESTRA N° 01	20.2	14.6	29.5	296	1637.7	5.5	2.02	0.733	4.1

**Observación:**

Las muestras fueron proporcionada por el solicitante.



**KAE Ingeniería**  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
R.O.S.-CIP 215067



# ANEXO No 03.02.08: RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO DE ARCILLA



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO	"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO - MECÁNICO DE UN LADRILLO ECOLÓGICO DE POLIPROPILENO RECICLADO, NUEVO CHIMBOTE - ANCASH - 2023"	REGISTRO N°: 'CC-LEP-RC-02 PÁGINA N°: 01 de 01 MUESTRA: LADRILLO DE ARCILLA
SOLICITA	DAVILA DE LA CRUZ DARLING JOAQUIN - LLANTO ESPINOZA GERMAN GIOMAR	FECHA: 22/10/2023
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	

## ENSAYOS EN LADRILLOS A RESISTENCIA A LA COMPRESION ASTM C-67

TABLA N°01 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

IDENTIFICACION ESPECIMEN		DIMENSIONES (mm)			AREA (cm <sup>2</sup> )	
		L	A	H	BRUTA	NETA
1	Muestra 1	227.7	110.1	89.9	251	224
2	Muestra 2	228.5	110.5	90.3	252	227
3	Muestra 3	227.8	110.1	89.0	251	223
PROMEDIO		228.0	110.2	89.8	251	225

TABLA N°02 AREA DE VACIOS

IDENTIFICACION ESPECIMEN		VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )		AREA DE VACIOS
		VACIOS	UNIDAD	(%)
1	Muestra 1	242	2253	11
2	Muestra 2	229	2280	10
3	Muestra 3	246	2232	11
PROMEDIO		239	2255	11

TABLA N°03 COMPRESION DE UNIDADES

IDENTIFICACION ESPECIMEN		P max (Kg)	f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	
			BRUTA	NETA
1	Muestra 1	11388	45	51
2	Muestra 2	10913	43	48
3	Muestra 3	11498	46	52
PROMEDIO		11266	45	50

f'b: Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area bruta y neta, en kg/cm<sup>2</sup>

**Observacion:** Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
Victor Alfonso Herrera Lázaro  
INGENIERO CIVIL  
REG. COM. N° 210027



# **ANEXO N°03.03: FOTOS**

**ANEXO N°03.03.01:  
FOTOS DE LOS ENSAYOS  
APLICADOS EN EL  
LADRILLO DE  
POLIPROPILENO**

## Ensayo de variación dimensional



**Foto 01 y 02:** En la fotografía de la identificación de muestra para la realización del ensayo de variación dimensional de las cuales se realizarán a 5 muestra de ladrillos de polipropileno, empleando un calibrador/vernier digital toma nota el ancho, largo y alto en sus 4 esquinas para luego ser procesadas (INTINTEC 331.018).

## Ensayo de alabeo



**Foto 03, 04, 05 y 06:** En la fotografía de la identificación de muestra para la realización del ensayo de alabeo empleando las herramientas de regla metálica y cuña, y tomaremos medidas en diagonal para luego buscar la convexidad y concavidad en ambas caras del ladrillo para luego (INTINTEC 331.018).

## Ensayo de absorción



**FOTO 05 y 06:** Escogemos 5 muestras a ensayar estas unidades se toma registro su peso en estado en seco las cuales serán sumergidas en el agua por 24 horas para posteriormente sacarlas de la zona de reposo y pesar la unidad húmeda.

## Ensayo de resistencia a la compresion



**Foto 07, 08, 09 y 10:** Realización de ensayo de compresión a muestras de ladrillo de polipropileno empleando máquina de compresión axial.

## Ensayo de resistencia a la compresion en pilas



**Foto 11 y 12:** Realización de ensayo de compresión a muestras de ladrillo de polipropileno empleando máquina de compresión axial. Se realizó el ensayo en pilas con 3 unidades de albañilería las cuales están unidas por medio de pegamento instantáneo para que la falla se presente en el ladrillo y no en el mortero

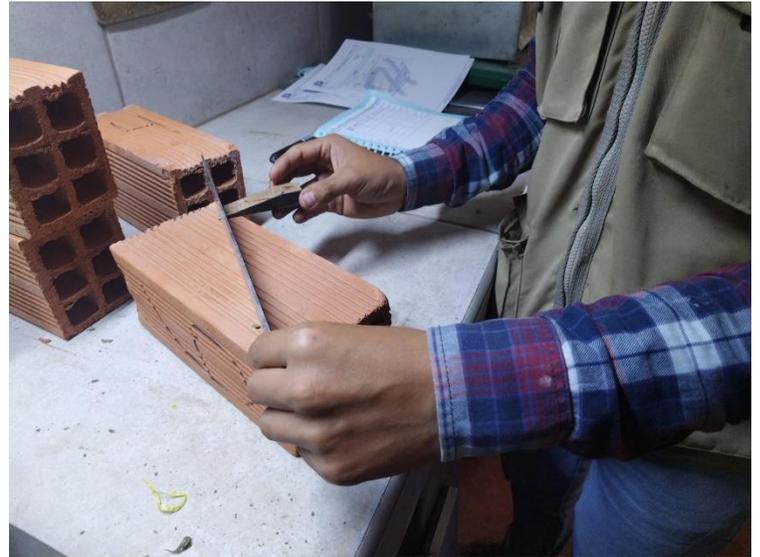
**ANEXO N°03.03.02:  
FOTOS DE LOS ENSAYOS  
APLICADOS EN EL  
LADRILLO DE ARCILLA**

## Ensayo de variación dimensional



**Foto 13:** En la fotografía de la identificación de muestra para la realización del ensayo de variación dimensional de las cuales se realizarán a 3 muestra de ladrillos de polipropileno, empleando un calibrador/vernier digital toma nota el ancho, largo y alto en sus 4 esquinas para luego ser procesadas (INTINTEC 331.018).

## Ensayo de alabeo



**Foto 14 y 15:** En la fotografía de la identificación de muestra para la realización del ensayo de alabeo empleando las herramientas de regla metálica y cuña, y tomaremos medidas en diagonal para luego buscar la convexidad y concavidad en ambas caras del ladrillo para luego (INTINTEC 331.018).

## Ensayo de absorción



**Foto 16:** Escogemos 5 muestras a ensayar estas unidades se toma registro su peso en estado en seco las cuales serán sumergidas en el agua por 24 horas para posteriormente sacarlas de la zona de reposo y pesar la unidad húmeda.

## Ensayo de resistencia a la compresión



Foto 17, 18, 19 y 20: Realización de ensayo de compresión a muestras de ladrillo de polipropileno empleando máquina de compresión axial.

**ANEXO N°03.03.02:  
FOTOS DE LOS ENSAYOS  
APLICADOS EN EL  
LADRILLO DE ARCILLA**

## REALIZACION DEL LADRILLO DE POLIPROPILENO TIPO PANDERETA



**Foto 21, 22, 23 y 24:** se toma registro de las herramientas empleadas para la fabricación de las muestras, tenemos jarra con medidas para el aceite, balanza con capacidad hasta 10 Kg, martillo de goma para vibrar el molde y termómetro para controlar temperatura de fundición.



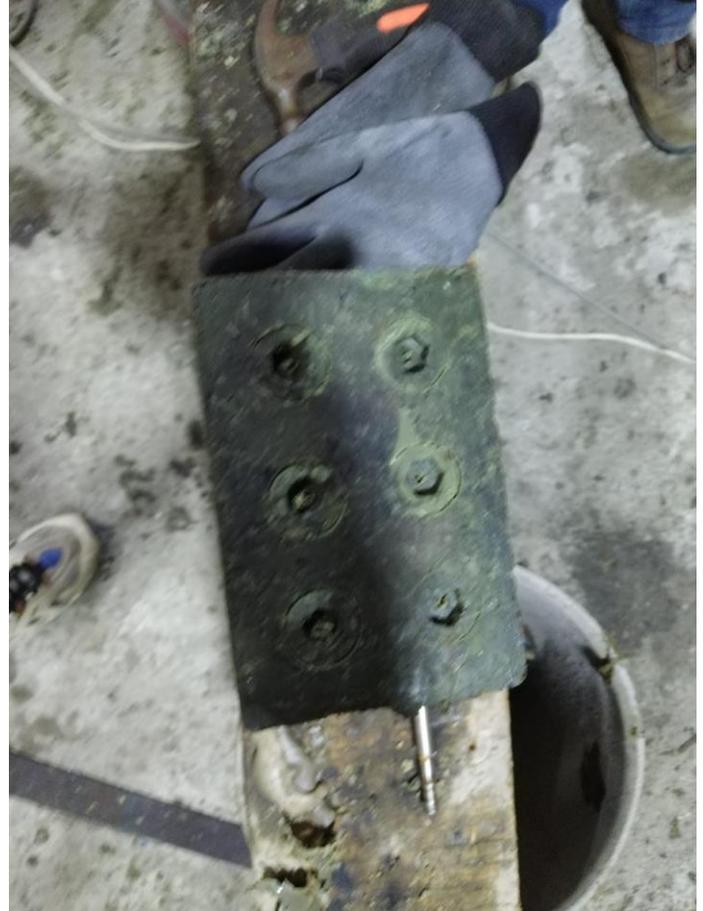
**Foto 25, 26 y 27:** se observa el uso de EPPs mandil de carnaza, guantes de carnaza resistentes a altas temperaturas, botas de seguridad, jeans, mascarillas y lentes de seguridad para el trabajo de fabricación, así mismo se observa los embaces para medidas empleando un tazón con capacidad de 230 gramos de plástico picado y la taza medidora para verter el aceite.



**Foto 28, 29 y 30:** se observa el proceso de armado de los moldes para fundir, así mismo vertimiento de aceite dentro de la olla para la mezcla, también con apoyo del termómetro se controla la temperatura alrededor de 170 a 200 grados para fundir el plástico.



**Foto 31 y 32:** se observa el proceso de fundición con fuego constante y controlando la temperatura, así mismo también se observa el proceso de batido con un vástago mezclador y taladro, obteniendo



**Foto 33 y 34:** se observa de vertido de material dentro del molde y se deja enfriar durante 24 horas, posteriormente se procede al desmoldaje y la extracción de las barras de fierro galvanizado de 1"x1".



**Foto 35:** se observa a los autores dentro del laboratorio donde se realizaran los ensayo de variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión.

# **ANEXO N°04: Flujograma de proceso de fabricación de ladrillos**

# FLUJOGRAMA

