



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Uso del plástico PET en la elaboración de ladrillos ecológicos
para tabiques, del distrito de Castilla, Piura 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Espinoza Medina, Eisten Hamed (orcid.org/0000-0002-9979-532X)

Peña Saavedra, Vicente Marcelo (orcid.org/0000-0002-4119-6332)

ASESORA:

Mg. Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima (orcid.org/0000-0002-0717-6370)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento.

PIURA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado a nuestros padres y familiares, que siempre nos brindaron su apoyo incondicional, nos acompañaron en cada momento de nuestra formación profesional, así como nuestros maestros que con su papel de mentores nos enseñaron valiosos aprendizajes, valores y gratos momentos; que definitivamente ayudaron a que seamos mejores profesionales y personas desde el inicio de la carrera.

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias por confiar y brindarnos el soporte emocional para así poder demostrar voluntad y esfuerzo en el logro de nuestras metas, a nuestros padres y madres en especial, por darnos comprensión y aliento cuando lo necesitamos.

a nuestros docentes universitarios por motivarnos en el estudio de la investigación de nuestro trabajo, por guiarnos académicamente en lo necesario para brindar calidad profesional y desempeñarnos en el rubro laboral demostrando ser mejores persona

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.	14
3.1.1. Tipo de investigación	14
3.1.2. Diseño de investigación	14
3.1.3. Enfoque.....	15
3.2. Variables y operacionalización.	15
3.3. Población, muestra y muestreo.	16
3.3.1. Población	16
3.3.2. Muestra.....	16
3.3.3. Muestreo	17
3.3.4. Unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01: CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES.....	13
TABLA 02: UNIDADES DE ENSAYOS PARA LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS.	17
TABLA 03: RECURSOS POR DOSIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS	21
TABLA 04: MATERIAL TOTAL PARA LA ELABORACIÓN DE 60 MUESTRAS.....	22
TABLA 05: RESULTADO DEL ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET. .	23
TABLA 06: RESULTADO DEL ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET. .	24
TABLA 07: RESULTADO DEL ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET. .	25
TABLA 08: RESULTADO DEL ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET.	26
TABLA 09: RESULTADO DEL ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET	27
TABLA 10: RESULTADO DEL ENSAYO DE ALABEO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET.	28
TABLA 11: RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET.....	29
TABLA 12: RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET.....	30
TABLA 13: RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET.....	31
TABLA 14: RESULTADO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET.....	32
TABLA 15: RESULTADO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET.....	33
TABLA 16: RESULTADO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET.....	33
TABLA 17: RESULTADO GENERAL DE LOS ENSAYOS EN LA ELABORACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO PARA TABIQUERÍA A BASE DE PET.....	34
TABLA 18: COSTO DE LA ELABORACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET.	35
TABLA 19: COSTO DE LA ELABORACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET.	35
TABLA 20: COSTO DE LA ELABORACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET.....	23
FIGURA 02: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET.	24
FIGURA 03: VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET.....	25
FIGURA 4: ALABEO PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET.....	26
FIGURA 05: ALABEO PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET.	27
FIGURA 06: ALABEO PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET	28
FIGURA 07: ABSORCIÓN PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET	29
FIGURA 08: ABSORCIÓN PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET	30
FIGURA 09: ABSORCIÓN PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET	31
FIGURA 10: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 10% DE PET	32
FIGURA 11: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 30% DE PET	33
FIGURA 12: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON 60% DE PET	34

RESUMEN

La investigación realizada tiene como objetivo general analizar la elaboración de los ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET como componente, en el distrito de Castilla, Piura 2022, este estudio es de tipo aplicada, diseño experimental y enfoque cuantitativo, partiendo con ladrillos ecológicos a base de plástico PET reciclado como población, con dimensiones de 25 x 12.5 x 7 cm, cuya muestra es de 60 ladrillos, 20 unidades por cada dosificación (10%, 30% y 60%), según la NTP E0.70 de albañilería, serán sometidos a ensayos para determinar la variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión, cuyo muestreo fue no probabilístico.

Resultando así, que el ladrillo de 10% de agregado PET cumplió con los parámetros establecidos por la norma, demostrando un perfil de: 1.05% de largo, 3.06% de ancho y 3.82% de altura de variación máxima, 2.4 mm en la cara A y 2.5 mm en la cara B de alabeo máximo, 9.90% de absorción máxima y 45.538 kg/cm² o 4.467 MPA de resistencia máxima. Además, se obtuvo que este producto de construcción se podría utilizar para la distribución comercial por tener un costo de elaboración de S/ 1.00 por unidad. De tal manera obtuvimos como conclusión que el ladrillo de 10% de agregado PET cumple con los requisitos y exigencias en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabique usando plástico PET en el distrito de Castilla, Piura 2022.

Palabras clave: Ladrillo ecológico, Plástico PET, Resistencia a la compresión, Innovación, Sostenibilidad.

ABSTRACT

The general objective of the research carried out is to analyze the elaboration of ecological bricks for partition walls using PET plastic as a component, in the district of Castilla, Piura 2022, this study is of applied type, experimental design and quantitative approach, starting with ecological bricks based on recycled PET plastic as population, with dimensions of 25 x 12.5 x 7 cm, whose sample is 60 bricks, 20 units for each dosage (10%, 30% and 60%), according to NTP E0.70 of masonry, will be tested to determine the dimensional variation, warping, absorption and compressive strength, whose sampling was non-probabilistic.

As a result, the 10% PET aggregate brick complied with the parameters established by the standard, showing a profile of: 1.05% length, 3.06% width and 3.82% height of maximum variation, 2.4 mm on face A and 2.5 mm on face B of maximum warpage, 9.90% of maximum absorption and 45.538 kg/cm² or 4.467 MPA of maximum resistance. In addition, it was obtained that this construction product could be used for commercial distribution because of its production cost of S/ 1.00 per unit. Thus, we concluded that the brick with 10% PET aggregate meets the requirements and demands for the production of ecological bricks for partition walls using PET plastic in the district of Castilla, Piura 2022.

Keywords: Ecological Brick, PET Plastic, Compressive Strength, Innovation, Sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

Los desechos inorgánicos como lo es el plástico PET se han convertido en uno de los mayores problemas ambientales que existen a nivel mundial, según (VALDEZ, 2020), en sus estudios realizados indica, este problema se refleja con mayor magnitud debido a que se produce alrededor de 7.5 millones de toneladas anuales, identificando que el 45% es producido por cada hogar y el 25% desarrollada en las zonas urbanas, posicionando en el puesto 42 al Perú con un aproximado de 7.2 toneladas de desechos al día, por otro lado la Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2018), manifiesta que la degradación del plástico tarda entre 100 a 500 años y sólo hasta el 2020 hubo una producción mundial de plástico de 500 millones de toneladas, afectando así al medio ambiente y a los seres vivos que existen en el planeta.

La comercialización de residuos sólidos inorgánicos como el plástico se ha convertido en un consumo masivo. Según Wijnand y Bigaud (2019) realizó un estudio por el Fondo Mundial para la Naturaleza en las siglas inglesas (WWF) en colaboración con la Universidad de Newcastle – Australia acerca del consumo de plástico una persona puede ingerir a través del agua, el aire y en sus alimentos 5 gramos de plástico semanalmente, esto equivale a comerse una tarjeta de crédito, siendo esta la principal causa en la ingesta de plástico encontradas en el agua potable tanto del grifo como embotellada, citado por (ATOROMA , y otros, 2021).

Según Diaz, Alegre y Salvador (2020) citado por (DÍAZ, y otros, 2021), sustentan que en el Perú durante el año 2018 se generó un total de 806 mil toneladas en residuos de plásticos, del cual se reciclo solo el 15%; además se encontró 190 mil toneladas de residuos de plástico PET, reciclándose solo el 22% de este. Se denotó que se comercializa formalmente el 80 % y 85% de residuos plásticos y de tipo PET, respectivamente.

De igual forma, en el departamento de Piura, se produce un estimado de 1177.03 toneladas de residuos inorgánicos al día, de los cuales el 31.45% es emitido por los habitantes, provocando el deterioro del espacios urbanos y la contaminación

ambiental, siendo un problema complejo para la ciudad; esto corresponde a la incompetencia de la dirección y administración del municipio local; es así como se pueden reingresar e incorporar al desarrollo de nuevos productos como lo es el ecoladrillo permitiendo tener una buena gestión ambiental (GUTIÉRREZ, 2018).

Por otro lado, (MERINO, y otros, 2022), indica que los estudios realizados por el Ministerio Ambiental, sustenta que los residuos sólidos en 2020 generados en el distrito de Castilla son de 3.49 kg de PET por persona, multiplicado por el total de población (183,759) del distrito según el INEI CENSO 2017, se genera un total de 641,318.91 kg de botellas PET.

Esta tesis se orienta en la implementación de una alternativa constructiva en muros confinados que proyecta en beneficios ambientales y sociales a partir de la materia prima obtenida de material plástico tipo PET reciclado y siendo este terminado como ladrillo PET. Este tipo de aplicación está siendo desarrollado actualmente por varias empresas como lo son; Conceptos Plásticos, Ficidadet y Casas de Plástico, que impulsan esta propuesta a nivel internacional y son punto de partida de esta disertación para abordar el problema aquí abordado.

Tratando de dar una forma de como reciclar este material inorgánico, formulamos las siguiente pregunta: ¿Es posible usar el plástico PET en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques, en el distrito de Castillas, Piura 2022?, teniendo como preguntas específicos, ¿Cuál será el diseño de mezcla que se debe aplicar en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022?, ¿Qué propiedades y características resultarán de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022? y ¿Cuál es el costo - beneficio de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022?.

A la vez se justifica la investigación a nivel social, pues le brinda a la población un plan estratégico de la utilización del plástico PET para desarrollar ladrillos ecológicos que permiten mejorar la categoría ambiental, se justifica de manera

práctica porque evalúa el tratamiento y las características del plástico PET en el desarrollo de un elemento constructivo-sostenible, lo cual es conveniente para contrarrestar la contaminación ambiental que produce este material a nivel global, y se justifica de manera teórica porque permite conocer un plan económico en la que evalúa el uso de este tipo de plástico para la elaboración de eco ladrillos.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo general: Analizar la elaboración de los ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET como componente, en el distrito de Castillas, Piura 2022, y como objetivos específicos: Determinar el diseño de mezcla que se debe aplicar en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022, Analizar las propiedades y características que resultaran de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022 y Determinar el costo - beneficio de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022, así mismo se plantearon las siguientes hipótesis: La elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET como uno de sus componentes, si cumple con los requisitos y exigencias, en el distrito de Castillas, Piura 2022, El diseño de mezcla que se aplicó si cumple con los requisitos y exigencias en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022, Las propiedades y características que resultaron si cumplen con los requisitos y exigencias de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022 y El costo - beneficio que se determinó cumple con los requisitos y exigencias de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, (ANGUMBA, 2016) de la universidad de Cuenca, Ecuador; tuvo como objetivo principal “Fabricar ladrillos a base de plástico reciclado para la aplicación de estos en muros no portantes” se obtuvo como resultado que, la tecnología de este diseño se puede utilizar en capas exteriores como interiores no estructurales con menos espesor de lo habitual, y ofrece un mayor nivel de confort térmico. Concluyendo que la adición de polímero en varios porcentajes permitió tener una idea del efecto de este material en la resistencia terminal del elemento, siendo así una buena alternativa para la construcción de mamposterías para edificaciones con uso de material sostenible en beneficio al medio ambiente.

(ZUÑIGA, 2015) en su estudio en la Universidad de La Salle, Colombia; su objetivo principal tuvo como propósito “Evaluar las propiedades físico-mecánicas al desarrollar una mezcla de concreto y mortero reutilizando material PET reciclado”. La conclusión encontrada se basó en que el porcentaje de agregado de PET que aporta un comportamiento físico-mecánico óptimo para el uso en construcción es el de 15%, porque sus resultados implicaron la eficacia en mayor resistencia a la compresión y tracción, cumpliendo con los objetivos.

(CEVALLOS , y otros, 2018) en su investigación, determinó como principal objetivo “Mejorar los principios de diseño para la construcción ecosostenible con ladrillos a base de PET reciclado” puesto que se consideró como una alternativa de construcción económica y sustentable con el medio ambiente; se obtuvo que el uso de ladrillos con agregado PET son factibles para la construcción contribuyendo a un bien común social y económico, dando luces de esperanza al impacto positivo que genera el reciclaje y reutilización de este material altamente contaminante.

(CABALLERO, y otros, 2017) de la Universidad de Cartagena, Colombia, tuvo como objetivo principal “Probar mediante pruebas estandarizadas, si los bloques de concretos fabricados con diferentes porcentajes de agregado PET reutilizable, son viables en la construcción y que cumplan el papel de contribuir en un ambiente sostenible; en respuesta a dicha hipótesis a partir del análisis de las propiedades

físico-mecánicas de los bloques, se infirió su operabilidad en la construcción de muros no portantes.

(PIÑERO, y otros, 2018) en su investigación en la Universidad Católica de Colombia; realizó un análisis técnico y financiero de los bloques con polímeros de plástico PET reciclado para muros no estructurales en la construcción de viviendas para los centros urbanos de Colombia; por esta razón elaboró una muestra de ladrillos con diferentes dosificaciones de agregado PET triturado. A manera de conclusión obtuvieron lo siguiente que al comparar el costo del ladrillo PET con el ladrillo tradicional, resultó de menor valor el ladrillo PET, solo para las edificaciones que requieran o implementen una mampostería no estructural.

A nivel nacional: (PÉREZ, 2021) de la Universidad Cesar Vallejo sede Lima; investigó “Determinar el efecto que genera la aplicación del plástico PET en ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares” sus resultados fueron beneficiosos porque al reemplazar el agregado fino con agregado reciclado PET triturado, el efecto que generó fue el que se esperaba, reduciendo la variabilidad dimensional, a la vez incrementando su resistencia a la compresión de cada ladrillo y resistencia a la compresión diagonal en murete de ladrillos, cumpliendo con los parámetros establecidos por la norma E070.

(CAMBELL, 2021) en su tesis realizada en la Universidad Cesar Vallejo, Trujillo; presento como principal objetivo “Determinar el impacto generado por ladrillos elaborados con agregado PET reciclado” con la finalidad de mejorar viviendas vulnerables; en consecuencia, resultó beneficioso para comunidades de escasos recursos, porque brinda una facilidad de instalación, generando una economía accesible y mejor calidad de vida a los pobladores.

(ESPIRITU, 2021) Realizó un estudio de enfoque cuantitativo, con diseño experimental, la aplicó a una muestra con proporción de fibras de plástico PET de 0, 3.25, 4.30 y 6.50 gr; para la recolección de datos utilizó ensayos de laboratorio a la resistencia a la compresión, absorción y densidad; se buscaba determinar que dosificación de agregado PET reciclado es óptimo para la elaboración de ladrillos

ecológicos; resultó que las 4 dosificaciones cumplen con los parámetros mínimos establecidos, siendo el de 6.50 gr que mayor diferencia tuvo a comparación de los otros ensayos.

(BAILÓN, y otros, 2021) En su investigación tuvo como objetivo principal establecer el efecto que genera el plástico PET reciclado como material para la producción de ladrillos en la implementación de muros perimetrales. Realizó 30 probetas por cada dosificación en porcentajes (0, 25, 50, 75 y 100) designó 10 probetas de cada dosificación para cada edad de curado de 7,14 y 28 días.

De acuerdo con los resultados estos fueron óptimos al tener elevados porcentajes de resistencia del 65%, 90% y 99% respectivamente; por ende, el agregado PET triturado influye significativamente en la producción de eco ladrillos, porque son una alternativa viable para utilizarlos en la elaboración de muros perimetrales.

(CCOSCCO, y otros, 2020) En su tesis de investigación elaboró 150 ladrillos adicionando plástico PET reciclado como agregado, con diferentes dosificaciones 3, 6 y 9 porcentajes; no obstante, los ladrillos de 6% y 9% no cumplen con los parámetros establecidos, mientras que el ladrillo de 3% sí; siendo 130 kg/cm² el parámetro mínimo; esto implica que el agregado menor a 3% de PET es factible para la producción, y es conveniente cuando esta sea en construcciones en la alta demanda de eco ladrillos.

A nivel local, (AVILÉS, y otros, 2020) en su investigación realizó técnicas de observación, ensayos y fichas de registro; tomó una muestra de 80 ladrillos, con el propósito de comprobar los beneficios de la fabricación de ladrillos con mortero agregando material PET triturado reciclado para contrastar con el ladrillo artesanal tradicional.

Se analizó la cantidad de materiales para la elaboración de los eco ladrillos con diferentes dosificaciones de 0% (ladrillo artesanal tradicional), 15, 25 y 50%.

Fue consecuente que los ladrillos con agregado PET resultaron de menor costo en producción a comparación del ladrillo del tradicional con 0% de PET, es decir que el ladrillo con agregado PET es óptimo y más económico.

(MERINO, y otros, 2022) En su estudio buscó establecer una dosificación adecuada para la elaboración de un prototipo de ladrillo a base de plástico PET reciclado, agrego 10%, 20% y 30% respectivamente en cada prototipo, cabe rescatar que se encontró que, los porcentajes utilizados son óptimos para la producción de eco ladrillos a base de PET reciclado y cumplen con los parámetros establecidos por la norma E070 de albañilería.

(CHIRA, 2018) En su estudio de indagación producción de bloques de concreto reutilizando plástico PET triturado como alternativa para el uso en construcción de tabiques y cercos perimétricos; implementando diferentes dosificaciones de 10, 20 y 30%, consumando que la dosificación de 20% de agregado PET triturado, cumple con los parámetros mínimos requeridos, siendo apto para la construcción de tabiques, cercos perimetrales, columnetas, entre otros.

(FLORES, y otros, 2020) en su estudio investigativo tuvo como finalidad determinar y analizar las investigaciones previas de las propiedades físico-mecánicas de un ladrillo agregando plástico PET reciclado, obteniendo como resultado, que los ladrillos elaborados con agregado grueso, agua y material PET triturado se encuentran en el rango de clasificación de ladrillos tipo IV; resultandos óptimos por los parámetros establecidos de la NTP E-070.

(HUAMAN, y otros, 2019) Buscó manifestar las propiedades físico-mecánicas de los envases de plástico tipo PET reciclados rellenos con agregado fino para la elaboración de muros portantes en viviendas A.H Micaela Bastidas IV etapa, distrito 26 de octubre, Piura; llegando a la conclusión que ambas no son aptas para muros estructurales, pero si para muros no portantes.

BASES CONCEPTUALES

Teniendo como conceptos las siguientes teorías obtenidas de distintos proyectos de investigación los cuales acreditan nuestro estudio:

Según (SORDO, 2014), el plástico es un material obtenido por la polimerización que, ante un esfuerzo intenso, tiende a deformarse irreversiblemente. Por lo tanto, esto se aplica a materiales estructuralmente similares que no tienen un punto de ebullición y tienen, en un rango de temperaturas, propiedades elásticas y flexibles que les permiten ser moldeados y adaptados a formas y tamaños. Varias aplicaciones.

Según (LABEAGA, 2018), la polimerización se define como una macromolécula, siendo una reacción química, la cual compuestos de bajo peso molecular (monómeros) se forma a través de enlaces químicos entre sí, dando así un lugar a una molecular de gran peso (macromolécula), denominada polímero.

Según (KACHUR, 2005), El término plástico se deriva de la palabra griega "plastikos" que significa que se le puede moldear. Los plásticos tienen diferentes propiedades que les permiten ser moldeados y adaptados a una variedad de formas y aplicaciones. Si nos fijamos bien, vemos artículos de plástico en todos los ámbitos: envases, ropa, menaje, material médico, electrodomésticos.

(ESTACIO , 2019), Los plásticos se dividen en dos clases en función a como se encuentren enlazadas químicamente, tomado de Dondal (2012), en termoplásticos y termoestables.

Termoplásticos: Son un cúmulo de materiales formados por la unión de polímeros enlazados químicamente adoptando una estructura final altamente reticulada; esto indica que se derriten cuando se calientan; por consiguiente, pueden moldearse repetidas veces sin causar alteraciones en sus propiedades; además son fáciles de reciclar.

Los más conocidos son: PEBD, PEAD, PP, PET, PVC, PS, EPS y PC.

Termoestables: Es la unión de materiales formados por la agrupación de polímeros a través de fuerzas intermoleculares, de tal manera, que se adquieren estructuras lineales o ramificadas; se infiere que, están compuestos por polímeros con cadenas unidas químicamente, sin embargo, se destruyen en su estructura molecular para así poder fundirlos con el propósito de alterar sus propiedades; empero son de difícil reciclaje.

Existen distintos termoestables como, por ejemplo: resinas fenólicas, resinas ureicas, entre otros.

Para esta investigación, nos enfocaremos en los termoplásticos, por ser parte de las variables el plástico tipo PET.

(CAMPOS , y otros, 2019), según Vitkauskiene, I (2011) Indica que el plástico tomándolo como un poliéster termoplástico con propiedades térmicas y mecánicas optimas, puede generar confianza de empleabilidad al utilizarlo como material industrial en la producción de textiles y botellas, así como embalajes, películas filmográficas, cintas de audio y video.

Según (ELGEGREN, 2012) el PET se sintetizó en 1941 por J. R. Whinfield y J. T. Dickinson, ya en el año 1953 empezó su comercialización en la industria textil en la compañía DuPont, bajo la marca comercial Mylar. En los años 80 recién se implementó en la producción de envases desechables, debido que tiene como características el ser liviano y transparente, además posee una gran resistencia mecánica, baja permeabilidad de gases, CO₂ principalmente, y no es toxico ni presenta efectos secundarios en el organismo humano.

(SARAVIA , 2016), dice que el plástico tipo PET se produce a partir de ácido tereftálico y etilenglicol, a través del proceso de policondensación, y puede ser extruido, prensado, soplado o termoformado.

(ELGEGREN, 2012), agrega que el plástico PET, en cuanto a propiedades químicas, es resistente al agua y a ácidos minerales diluidos; además, muestra una gran resistencia a la degradación química, no obstante, presenta sensibilidad a

bases y es degradado por ácido nítrico y sulfúrico concentrado. Al presentar excelentes propiedades hace que este material sea muy utilizado, de modo que se debe considerar el manejo de sus residuos, siendo importante su reciclaje.

(PAZ , 2016) describe las propiedades del plástico tipo PET; presentando una alta resistencia, no se estira, su resistencia química hace que no sea afectado por ácidos ni gases atmosféricos, resistencia térmica al calor (80 – 120°C) debido a su alto punto de fusión (244 – 254°C), su absorción de agua es baja, apto para ser utilizado con contacto alimenticio, al tener una densidad de entre 1,34 – 1,39 g/cm³ lo hace liviano, y lo más importante, reciclable.

(HACHI, y otros, 2010) presenta como principales ventajas del reciclaje del plástico PET, la disminución de cantidad de residuos, ayuda a que no se saturen los rellenos sanitarios, ahorrando recursos naturales, energía, materia prima y financiamientos, reduce el efecto invernadero.

(CAMPOS , y otros, 2019) nos dice que actualmente el método mecánico es la forma que más se emplea en el reciclaje del PET, pasando por un proceso de lavado, triturado y secado, luego si se desea se puede fundir y moldear en cualquier forma; teniendo en cuenta que en el presente trabajo se llevara a cabo la elaboración de ladrillos ecológicos a base de PET, no se deberían fundir, sino reutilizarse como componente de mezclas, ya que, al aplicar el método de fundición, ocasiona una reducción de peso molecular, generando una disminución de la calidad del material cada vez que sea procesado.

(PAZ , 2016) sustenta que el método químico, siendo un proceso de mayor calidad y sofisticación, siendo así más caro al requerir una mayor inversión, se emplea cuando el plástico está muy degradado, no se necesita separa los tipos de plástico, ni realizar una limpieza. El proceso consiste en aplicar calor y catalizar el PET, con la finalidad de alterar las cadenas moleculares (monómeros) del cual están compuestos; volviendo a su estado básico, obteniendo moléculas más cortas, para así, producir otros tipos de plásticos o combustibles, como: Pirólisis, Hidrogenación, Gasificación y Metanólisis.

Según (MUÑOZ, y otros, 2021), el ladrillo es uno de los materiales de construcción que más se ha utilizado a lo largo de la historia, tiene distintos usos facilitando la protección, aislamiento térmico y acústica de las construcciones; así mismo en la NTP E-070, los ladrillos tienen como materia prima la arcilla, sílice-cal o concreto, pueden ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

(BARRANZUELA, 2014) menciona que “Los ladrillos son usados principalmente para muros, tabiques y suelos; por eso deben ser invulnerables a los efectos de intemperie y tener suficiente resistencia a la compresión”

(SALDAÑA, 2020) citando a (GALLEGOS, 2015) en su investigación nos da a conocer que los ladrillos son un componente esencial de la construcción, son unidades prismáticas de 6 caras, creados y lijados con arcilla, colados y cocidos a altas temperaturas, pueden ser utilizados en cualquier tipo de construcción, por su forma regular, son fáciles de manejar y transportar.

Según (SALDAÑA, 2020), “la elaboración de ladrillos se inicia con la preparación de la mezcla, hasta lograr que el producto tenga una resistencia y buen aspecto”, luego para que tenga uniformidad y una consistencia óptima, se debe homogenizar y dejar reposar en acopio, teniendo que se le debe agregar un 25% de agua a la mezcla; luego se moldean de manera manual o por máquina, dándole la forma adecuada al ladrillo, luego se seca hasta eliminar todo el contenido de humedad del ladrillo, para así, finalmente se someta a altas temperaturas en un tiempo determinado, para que adquiera sus propiedades físico mecánicas.

Según la Norma Técnica Peruana E-070 (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO , 2019) los ladrillos se clasifican en 5 clases, teniendo: Tipo I y Tipo II, teniendo una resistencia y durabilidad de exigencias mínimas para la construcción de (50 Kg/cm²) y (70 Kg/cm²) respectivamente; Tipo III, teniendo una resistencia y durabilidad de exigencia moderada para la construcción de (75 Kg/cm²); Tipo IV y Tipo V, teniendo una resistencia y durabilidad de exigencias máxima para la construcción en uso general de (130

Kg/cm²) y (180 Kg/cm²) respectivamente.

Tabla 01: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

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

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070, 2019

Según la Norma Técnica Peruana E-070 (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO , 2019) los ladrillos pasan por diferentes pruebas para determinar las propiedades mecánicas; tenemos:

- **Muestreo:** será efectuado a pie de obra, por cada lote se seleccionan 20 unidades, de los cuales 5 son para pruebas de compresión, 10 para alabeo y variación dimensional y 5 para absorción (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO , 2019).
- **Prueba de medida de resistencia a la compresión:** propiedad mecánica que le permite al ladrillo soportar a compresión para determinar el esfuerzo de compresión máximo, de acuerdo con lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604. (AFANADOR, y otros, 2012).
- **Prueba de medida de variación dimensional:** se hace mediciones individuales de ancho, longitud y altura, las cuales nos permitirán conocer la variación de las muestras respecto a las dimensiones de la unidad nominal, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604 (BARRANZUELA, 2014).
- **Prueba de medida de alabeo:** este ensayo se trata de determinar si las superficies presentaban alabeos ya sea cóncavos o convexos, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613 (PAZ, 2014).

- **Prueba de medida de absorción:** Sirve para determinar la medición de permeabilidad, los ensayos de absorción se harán de acuerdo con lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613 (DÁVILA, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo de investigación

El presente proyecto contempla un tipo de investigación aplicada, según (VARGAS, 2009) “Se llama también empírica o práctica, se caracteriza porque busca la aplicación de conocimientos tecnológicos, y a la misma vez se adquieren otros después de implementación y sistematización de la práctica para obtener un producto”, es decir, durante la práctica de la investigación a realizar se generan resultados que son rigurosamente organizados y sistematizados para conocer la realidad.

Asimismo, (HERNÁNDEZ, y otros, 2014) manifiestan que una investigación aplicada tiene como finalidad resolver problemas basadas en hipótesis que garantizan una vida productiva a la sociedad, este tipo de investigación implica a mejorar, perfeccionar u optimizar procedimientos; por ende, no responde a la calificación de lo probable, de lo falso o verdadero; sino más bien se presta para el calificativo de lo eficiente, deficiente, eficaz o ineficaz.

Es por ello, que nuestra investigación “Uso del plástico PET en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques” se caracteriza por ser un estudio o investigación tipo aplicada, puesto que; denotaremos la eficiencia o eficacia de estos ladrillos ecológicos a base de plástico PET para elaborar construcciones en el apoyo de tabiquería, ideal para dividir espacios, generando beneficios sustentable ambiental y rentable para la sociedad.

3.1.2. Diseño de investigación

Este estudio presenta un diseño experimental. Según (AGUDELO, y otros, 2008) el diseño experimental opera y controla una o más variables independientes y monitores la(s) variable(s) dependiente(s) para medir los cambios de estilo concomitante, además funciona como una técnica apropiada para estudiar relaciones de causa - efecto, no obstante, es artificial

y restrictiva.

3.1.3. Enfoque

Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo, según (TORRES, 2014) es un conjunto de procesos que son de secuencia y a la vez probados; por lo que mantiene un orden establecido y no se pueden eludir etapas; no obstante, es posible redefinir alguna de sus fases. Una vez fijada y concretada la idea se derivan preguntas de investigación y sus respectivos objetivos, se consideran las investigaciones teóricas como posiciones argumentativas, para construir una inclinación teórica. A sí mismo se realiza el planteamiento de las hipótesis para demostrar su eficiencia o no; y variables se miden mediante un contexto específico; por lo que se consideran datos estadísticos para hacer su respectivo análisis y extraer objetivas conclusiones.

3.2. Variables y operacionalización.

Variables

- **Plástico PET. (Variable independiente)**

Definición conceptual: Vitkauskienė, I (2011), “Define el PET como un poliéster termoplástico con excelentes propiedades térmicas y mecánicas” citado por (CAMPOS , y otros, 2019)

Definición operacional: EL uso del plástico PET con diferentes dosificaciones con porcentaje 10%, 30% y 60%, sustituyendo el agregado fino, para la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiquería.

Indicadores: Tiene como variable independiente al plástico PET; por lo tanto, el indicador responde a la dosificación del plástico PET con un valor porcentual de 10% 30% y 60%.

Escala de medición: La Razón.

- **Ladrillo ecológico. (Variable dependiente)**

Definición conceptual: “El ladrillo ecológico además de una buena apariencia responde a criterios ecológicos y sostenibles ya que requiere un

bajo nivel de energía para su fabricación y se elimina la emisión de CO₂ a la atmósfera al ser ladrillos que no requieren de cocción”, según (CABO, 2011)

Definición operacional: Para lograr la elaboración del ladrillo ecológico a base de plástico PET es necesario realizar un diseño de mezcla teniendo en cuenta las dosificaciones de PET que se empleara (10%, 30% y 60%), para así después, indicar sus propiedades y características en función al resultado, obtenido así, el costo por ejecución y el beneficio sostenible, ambiental y económico.

Indicadores: El presente estudio denota la incorporación del plástico PET para la elaboración de ladrillos ecológicos; es así como los indicadores principales que se han tomado en cuenta son la resistencia a la comprensión, variación dimensional, alabeo y absorción a través de un valor porcentual de 10% 30% y 60%.

Escala de medición: Se tiene como escala de medición la Razón.

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población

(ARIAS, y otros, 2016) nos indican la importancia de especificar la población de estudio, ya que, al concluir una investigación a partir de una muestra, es posible generalizar los resultados obtenidos hacia el resto de la población.

Siendo así, en este estudio de investigación se está considerando como población a los ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reciclado, con dimensiones de 10 cm x 12 cm x 23 cm, que serán elaborados por los autores.

3.3.2. Muestra

Según (CAMACHO, 2008) la muestra está compuesta por unidades seleccionas de una determinada población, siendo así los sujetos sobre los que se realizara dicho estudio de investigación.

Según la norma Itintec 331.019, indica que por cada lote de 50000 ladrillos se realizará una secuencia “A” de ensayos, que se determinan en los ensayos el

número de muestra, siendo así la variación dimensional y alabeo 10 muestras, la resistencia de compresión 5 muestras y la absorción 5 muestras.

En relación con la norma, la muestra se simplifica a 20 ladrillos por cada dosificación (10%, 30% y 60%), dando un total de 60 ladrillos ecológicos a base de plástico PET reciclado. Esto se demuestra en la siguiente tabla:

Tabla 02: Unidades de ensayos para los ladrillos ecológicos.

Porcentaje de plástico PET	Resistencia a la compresión.	Variación dimensional y alabeo.	Absorción	Total de ladrillos
10%	5	10	5	20
30%	5	10	5	20
60%	5	10	5	20
Total	15	30	15	60

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

3.3.3. Muestreo

Según (HERNÁNDEZ, y otros, 2014) nos indican que el procedimiento no se basa en fórmulas de probabilidad, más bien dependen de un proceso de toma de decisiones por parte de los investigadores a cargo, obedeciendo un criterio de investigación.

En el presente proyecto de investigación se realizará un muestreo no probabilístico, ya que depende de las pruebas que nos indica la norma técnica peruana.

3.3.4. Unidad de análisis

(HERNÁNDEZ, y otros, 2014) explican que la unidad de análisis se refiere a los participantes o casos, siendo estos, a quienes se les aplicara el instrumento de medición.

La unidad de análisis del presente trabajo de investigación es el ladrillo ecológico a base de plástico PET reciclado, a los cuales se le realizaran distintos ensayos, para así determinar su resistencia a la compresión, permeabilidad y temperatura.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

En el presente estudio de investigación, para la elaboración de los ladrillos ecológicos a base de PET reciclado, se utilizarán las siguientes técnicas, normas y ensayos para la recolección de datos:

- Observación.
- Ensayo de resistencia a la compresión.
- Ensayo de variación dimensional.
- Ensayo de alabeo.
- Ensayo de absorción.
- Reglamento Nacional de Edificaciones – E 070: Albañilería

Instrumentos

De acuerdo con las técnicas, este estudio de investigación tendrá como instrumento las fichas de registro de observación y fichas recolección de datos de cada ensayo, los cuales se obtendrán a mediante equipos de laboratorio; así también herramientas de medición. Los cuales tenemos:

- Ficha de observación.
- Ficha de ensayo de resistencia a la compresión.
- Ficha de ensayo de variación dimensional.
- Ficha de ensayo de alabeo.
- Ficha de ensayo de absorción.
- Herramientas de medición.

3.5. Procedimientos

En está presente investigación, el procedimiento que se llevó a cabo es la incorporación del plástico PET reciclado a 60 ladrillos distribuidos en porcentajes 10% 30% y 60%, con dimensiones de 7 cm x 12.5 cm x 25 cm (alto, ancho y largo);

teniendo en cuenta la normativa se realizaron diferentes tipos de ensayos, para así determinar su resistencia a la compresión, absorción, alabeo y variabilidad dimensional. Así mismo se utilizó un diseño de mezcla de acuerdo a los agregados que se obtuvieron de los estudios (cemento, arena, agua y plástico PET), el plástico PET es uno de los agregados que forma de gran variedad de residuos de fábrica que definitivamente mantiene un impacto en el medio ambiente, este impacto es positivo cuando los residuos como el PET son reutilizados con fines de mantener una naturaleza sostenible, y es por ello que los ladrillos ecológicos a base de este residuo plástico brindan una organización sostenible para el medio ambiente y brinda beneficios económicos en el uso de construcción de albañilería.

3.6. Método de análisis de datos

Está investigación se ampara en las normas técnicas peruanas y su reglamento nacional de edificaciones:

- NTP 399.613 y NTP 339.604 Resistencia a la compresión
- NTP 399.613 y NTP 399.604 Variación dimensional
- NTP 399.613 Alabeo
- NTP 399.613 y NTP 399.613 Absorción
- Reglamento Nacional de Edificaciones – E 070: Albañilería

De tal manera que los datos que serán extraídos para el estudio de la investigación no procederán a hacerse ninguna modificación, debido a que los datos son ya establecidos y que por ello van a reflejar la verdad correspondiente de acuerdo con la hipótesis planteada “La influencia del plástico PET genera ladrillos ecológicos”.

3.7. Aspectos éticos

Definitivamente la ética hace referencia a la disciplina que abarca las leyes o normas que se deben cumplir en cualquier tipo de actividad o comportamiento de la humanidad en la sociedad.

Como estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Civil garantizamos que

este proyecto de investigación se dará con valores propios de honestidad, respeto y confianza; las cuales se representan en nuestra casa de estudios. Es así como se ha citado a cada autor durante la recopilación, extracción de datos y bases conceptuales que le corresponden a cada autor mencionado con sus respectivos antecedentes; de tal manera que se demuestra en el análisis de sus conceptos de origen con la mención en sus antecedentes, respetando su integridad de intelecto para que puedan ser sometidas a distintas comparaciones por la herramienta web conocida como Turnitin.

Cabe mencionar que las páginas web que se tomaron en cuenta para la bibliografía de nuestros estudios son Google académico, Scielo, Dialnet y el repositorio de nuestra casa de estudios; así como también se tomó en cuenta las reglas ISO, que sirven de guía para la presentación correcta del proyecto, junto al manual de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

De acuerdo con nuestro primer objetivo específico “Determinar el diseño de mezcla que se debe aplicar en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022”, se obtuvo que:

Los materiales que se utilizaron para dicho diseño fueron: cemento Pacasmayo tipo Ms, arena fina y plástico PET reciclado de la zona.

Además, se tuvo en cuenta las dimensiones del ladrillo (25 cm de largo x 12.5 cm de ancho x 7 cm de altura) y la cantidad de muestras a elaborar (60 muestras según la norma Itintec 331.019).

Para determinar el diseño de mezcla; primero, se dedujo el volumen del ladrillo multiplicando las 3 medidas (largo, ancho y altura); posteriormente, se calculó la cantidad de plástico PET reciclado triturado, multiplicando el volumen total del ladrillo con las 3 dosificaciones (10%, 30% y 60%). Una vez con la cantidad de PET obtenida, se calcula el volumen de Cemento y Arena con una dosificación de 1:2.

Con las cantidades ya establecidas de cada material (cemento, arena, plástico PET y agua) se halló la cantidad en kilogramos y/o gramos de cada uno según el porcentaje que corresponde, tal y como se demuestra en la siguiente tabla:

Tabla 03: Recursos por dosificación de los ladrillos ecológicos

LADRILLOS CON 10% DE PLÁSTICO PET	
Material	Cantidad
Cemento (g)	1050
Arena fina (g)	2100
PET (g)	350
Agua (m3)	521.78
LADRILLOS CON 30% DE PLÁSTICO PET	
Material	Cantidad
Cemento (g)	816.44
Arena fina (g)	1633.55
PET (g)	1050
Agua (m3)	561.68
LADRILLOS CON 60% DE PLÁSTICO PET	
Material	Cantidad
Cemento (g)	466.66
Arena fina (g)	933.33
PET (g)	2100
Agua (m3)	592.71

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Tabla 04: Material total para la elaboración de 60 muestras

Material	Cantidad
Cemento (kg)	46.662
Arena fina (kg)	93.338
PET (kg)	70.00
Agua (m3)	33522.8

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Para obtener nuestro segundo objetivo específico “Analizar las propiedades y características que resultaran de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022”, se considero la NTP E 0.70 de albañilería; de tal manera que, para lograr los resultados requeridos por la investigación, se ejecutó la elaboración de 4 ensayos: variabilidad dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión; además, se tuvo presente la norma Itentec 331.019 que determinó el número de muestras; indicando 10 muestras para variación dimensional y alabeo, 5 para resistencia de compresión y 5 para absorción; resultando 20 muestras por cada dosificación (60 muestras en total).

Teniendo como referencia los ensayos de se determinó que:

ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL:

Para este ensayo se elaboraron 30 muestras, 10 de cada dosificación (10%, 30% y 60% de PET).

Para su desarrollo se utilizaron dos reglas metálicas; se tomaron las medidas de las aristas, obteniendo 4 medidas de largo, 4 de ancho y 4 de altura por cada muestra; del cual se obtuvo una medida promedio (LF). Esto implicó que el resultado de la medida promedio junto a una medida propuesta por la normativa para tabiquería (25 cm de largo x 12.5 cm de ancho x 7 cm de altura), nos permitieran hallar el porcentaje de variación dimensional, aplicando la siguiente formula:

$$\%VD = \frac{DN - LF}{DN} * 100$$

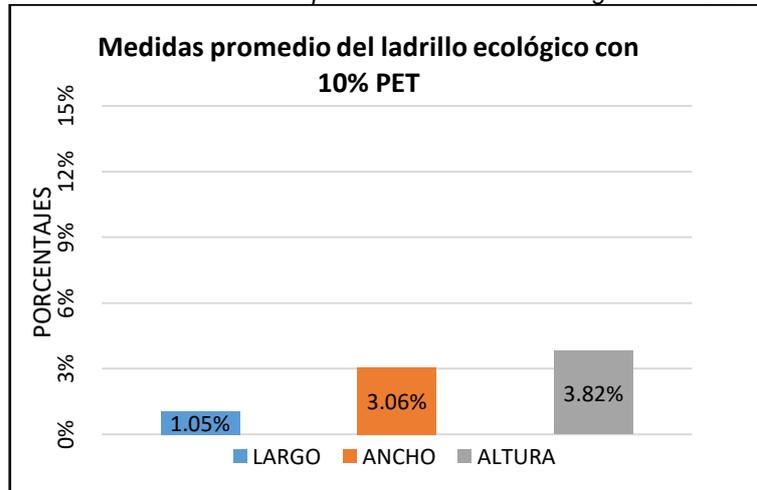
- Ladrillo ecológico con 10% de PET:

Tabla 05: Resultado del ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo ecológico con 10% de PET.

MUESTRA	10%																				
	LARGO (L) mm.						ANCHO (A) mm.						ALTURA (H) mm.								
	1	2	3	4	PROM	%VD	1	2	3	4	PROM	%VD	1	2	3	4	PROM	%VD			
11	246	254	256	259	248.75	0.50%	120	124	124	122	122	2.40%	65	65	67	66	65.75	6.07%			
12	244	248	246	246	246	1.60%	117	120	119	115	117.75	5.80%	67	69	69	67	68	2.86%			
13	245	251	252	249	249.25	0.30%	121	121	120	123	121.25	3.00%	65	69	67	69	67.5	3.57%			
14	247	243	246	245	245.25	1.90%	117	118	115	121	117.75	5.80%	64	70	67	69	67.5	3.57%			
15	251	247	243	246	246.75	1.30%	123	123	125	121	123	1.60%	64	67	68	65	66	5.71%			
16	253	248	245	242	247	1.20%	121	122	121	121	121.25	3.00%	70	68	70	65	68.25	2.50%			
17	246	245	252	243	246.5	1.40%	123	124	117	121	121.25	3.00%	65	65	66	69	66.25	5.36%			
18	246	251	250	242	247.25	1.10%	121	123	121	124	122.25	2.20%	70	69	70	68	69.25	1.07%			
19	249	247	249	243	247	1.20%	120	124	125	127	124	0.80%	66	70	66	68	67.5	3.57%			
20	254	246	251	249	250	0.00%	121	122	119	123	121.25	3.00%	69	65	67	68	67.25	3.93%			
	PROMEDIO						1.05%	PROMEDIO						3.06%	PROMEDIO						3.82%

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería.

Figura 01: Variación Dimensional promedio del ladrillo ecológico con 10% de PET.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la variabilidad dimensional permitida, en más de 15 cm, es de $\pm 4\%$ para bloques o ladrillos de concreto no portantes, obteniendo así la variabilidad dimensional promedio de 1.05% de largo, 3.06% de ancho y 3.82% de altura como resultado del promedio de 10 ladrillos con dosificación de 10% de plástico PET, cumpliendo así con la variabilidad dimensional requerida por la norma solo el largo, mientras el ancho y la altura no.

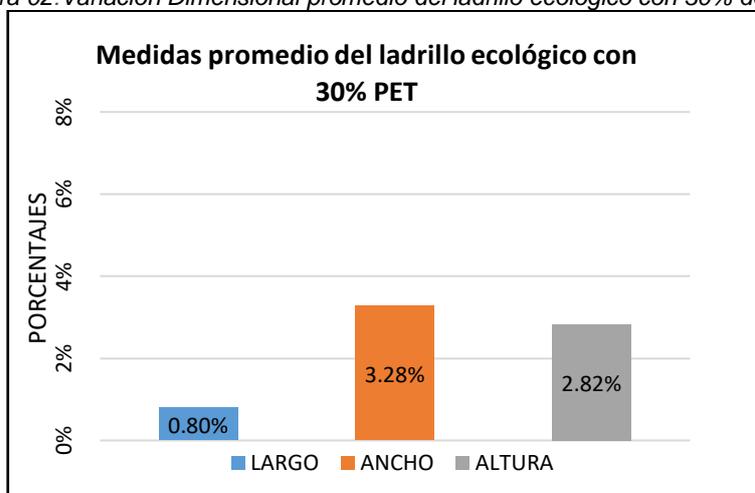
- Ladrillo ecológico con 30% de PET:

Tabla 06: Resultado del ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo ecológico con 30% de PET.

MUESTRA	30%																			
	LARGO (L) mm.						ANCHO (A) mm.						ALTURA (H) mm.							
	1	2	3	4	PROM	%VD	1	2	3	4	PROM	%VD	1	2	3	4	PROM	%VD		
11	248	249	243	244	246	1.60%	122	116	115	117	117.5	6.00%	66	63	66	66	65.25	6.79%		
12	251	251	248	246	249	0.40%	122	122	125	124	123.25	1.40%	67	69	66	69	67.75	3.21%		
13	253	249	246	247	248.75	0.50%	120	126	119	123	122	2.40%	69	71	70	68	69.5	0.71%		
14	249	249	245	246	247.25	1.10%	118	113	122	115	117	6.40%	68	68	68	67	67.75	3.21%		
15	251	248	245	249	248.25	0.70%	123	126	119	121	122.25	2.20%	69	68	67	68	68	2.86%		
16	248	249	246	249	248	0.80%	124	120	123	121	122	2.40%	68	70	70	69	69.25	1.07%		
17	251	249	248	248	249	0.40%	119	118	119	123	119.75	4.20%	70	70	68	70	69.5	0.71%		
18	248	243	249	247	246.75	1.30%	126	123	119	123	122.75	1.80%	68	69	69	67	68.25	2.50%		
19	251	249	247	247	248.5	0.60%	124	119	121	118	120.5	3.60%	65	68	68	69	67.5	3.57%		
20	248	247	248	251	248.5	0.60%	122	122	123	121	122	2.40%	66	68	67	69	67.5	3.57%		
PROMEDIO						0.80%	PROMEDIO						3.28%	PROMEDIO						2.82%

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería.

Figura 02: Variación Dimensional promedio del ladrillo ecológico con 30% de PET.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la variabilidad dimensional, en más de 15 cm, permitido es de $\pm 4\%$ para bloques o ladrillos de concreto no portantes, obteniendo así la variabilidad dimensional promedio de 0.80% de largo, 3.28% de ancho y 2.82% de altura como resultado del promedio de 10 ladrillos con dosificación de 30% de plástico PET, cumpliendo así con la variabilidad dimensional requerida por la norma el largo, el ancho y la altura.

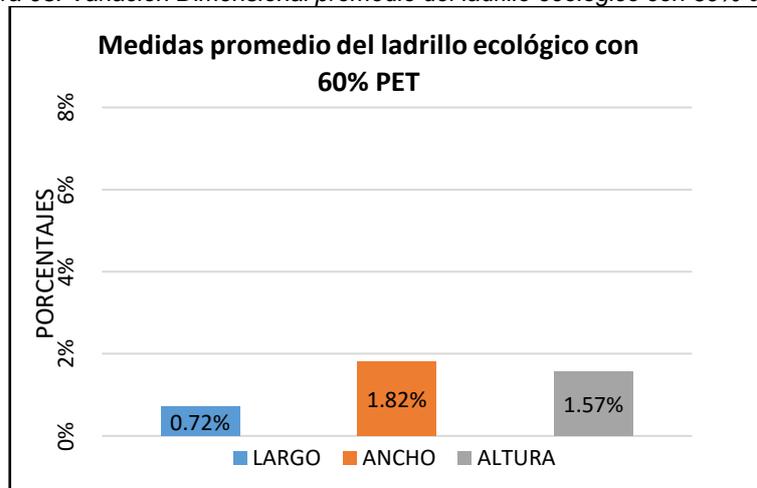
- Ladrillo ecológico con 60% de PET:

Tabla 07: Resultado del ensayo de variabilidad dimensional del ladrillo ecológico con 60% de PET.

MUESTRA	60%																	
	LARGO (L) mm.						ANCHO (A) mm.						ALTURA (H) mm.					
	1	2	3	4	PROM	%VD	1	2	3	4	PROM	%VD	1	2	3	4	PROM	%VD
11	247	248	248	251	248.5	0.60%	124	123	123	122	123	1.60%	69	70	68	67	68.5	2.14%
12	251	248	249	250	249.5	0.20%	126	121	119	123	122.25	2.20%	72	69	71	68	70	0.00%
13	248	249	250	248	248.75	0.50%	123	124	123	121	122.75	1.80%	69	68	70	71	69.5	0.71%
14	247	249	246	246	247	1.20%	123	123	121	119	121.5	2.80%	71	69	69	66	68.75	1.79%
15	248	247	247	249	247.75	0.90%	124	119	125	125	123.25	1.40%	69	69	67	66	67.75	3.21%
16	249	246	247	246	247	1.20%	126	124	124	121	123.75	1.00%	68	67	73	67	68.75	1.79%
17	249	251	252	248	250	0.00%	119	120	123	123	121.25	3.00%	72	70	67	69	69.5	0.71%
18	249	249	249	248	248.75	0.50%	124	126	126	122	124.5	0.40%	69	69	70	66	68.5	2.14%
19	246	248	245	248	246.75	1.30%	123	122	121	126	123	1.60%	68	69	68	67	68	2.86%
20	248	250	247	247	248	0.80%	124	122	121	121	122	2.40%	69	69	71	70	69.75	0.36%
	PROMEDIO					0.72%	PROMEDIO					1.82%	PROMEDIO					1.57%

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería.

Figura 03: Variación Dimensional promedio del ladrillo ecológico con 60% de PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la variabilidad dimensional, en más de 15 cm, permitido es de $\pm 4\%$ para bloques o ladrillos de concreto no portantes, obteniendo así la variabilidad dimensional promedio de 0.72% de largo, 1.82% de ancho y 1.57% de altura como resultado del promedio de 10 ladrillos con dosificación de 60% de plástico PET, cumpliendo así con la variabilidad dimensional requerida por la norma el largo, el ancho y la altura.

ENSAYO DE ALABEO:

Para este ensayo se elaboraron 30 muestras, 10 de cada dosificación (10%, 30% y 60% de PET).

Para la elaboración de este ensayo se utilizaron dos reglas metálicas milimetradas, con las cuales se midió el alabeo cóncavo y convexo; que consiste en la deformación o curvatura que posee un ladrillo en medio y en las esquinas.

Se ubicaron los ladrillos sobre una superficie plana, después colocamos una de las reglas diagonalmente en la cara A del ladrillo, y con la otra regla metálica tomamos la altura de las curvas cóncavas y convexas que presentó cada muestra; realizamos el mismo procedimiento en la cara B. Finalmente se obtuvieron los datos necesarios para la medida promedio cóncava y convexa de cada dosificación.

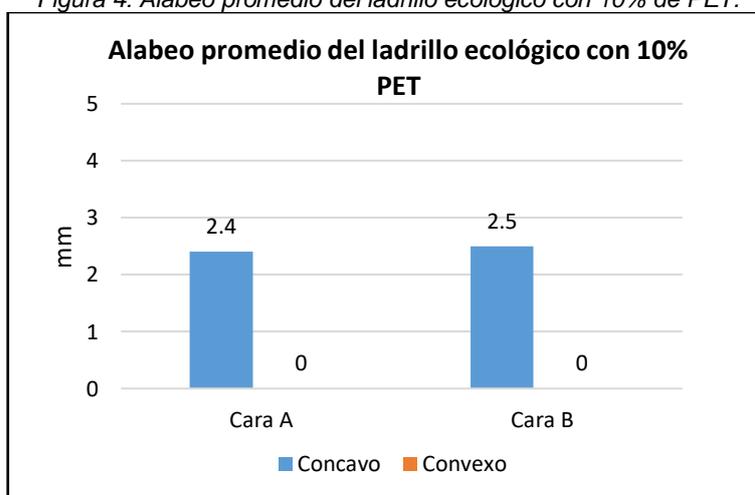
- Ladrillo ecológico con 10% de PET:

Tabla 08: Resultado del ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 10% de PET.

MUESTRA	10%			
	CARA "A"		CARA "B"	
	Cóncavo mm	Convexo mm	Cóncavo mm	Convexo mm
11	1	0	3	0
12	5	0	2	0
13	4	0	1	0
14	4	0	3	0
15	2	0	3	0
16	3	0	4	0
17	1	0	2	0
18	1	0	2	0
19	2	0	3	0
20	1	0	2	0
PROMEDIO	2.4	0	2.5	0

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería.

Figura 4: Alabeo promedio del ladrillo ecológico con 10% de PET.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que el alabeo cóncavo máximo permitido es de 8 mm para bloques o ladrillos de concreto no portantes,

obteniendo así el alabeo cóncavo promedio máximo de 2.4 mm en cara A y 2.5 mm en cara B como resultado del promedio de 10 ladrillos con dosificación de 10% de plástico PET, cumpliendo así con el alabeo máximo requerido por la norma. No se obtuvo resultados de alabeo convexo en las muestras.

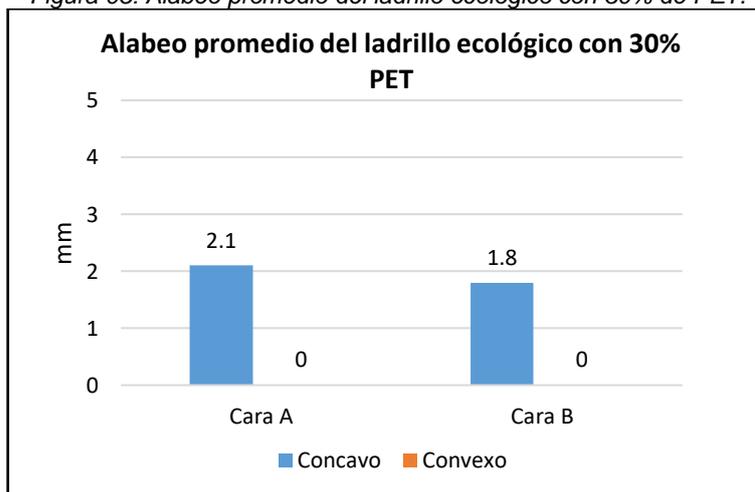
- Ladrillo ecológico con 30% de PET:

Tabla 09: Resultado del ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 30% de PET

MUESTRA	30%			
	CARA "A"		CARA "B"	
	Cóncavo mm	Convexo mm	Cóncavo mm	Convexo mm
11	2	0	3	0
12	3	0	1	0
13	2	0	2	0
14	1	0	1	0
15	2	0	2	0
16	1	0	2	0
17	2	0	3	0
18	2	0	1	0
19	4	0	2	0
20	2	0	1	0
PROMEDIO	2.1	0	1.8	0

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería.

Figura 05: Alabeo promedio del ladrillo ecológico con 30% de PET.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que el alabeo cóncavo máximo permitido es de 8 mm para bloques o ladrillos de concreto no portantes, obteniendo así el alabeo cóncavo promedio máximo de 2.1 mm en cara A y 1.8 mm en cara B como resultado del promedio de 10 ladrillos con dosificación de 30% de plástico PET, cumpliendo así con el alabeo máximo requerido por la norma.

No se obtuvo resultados de alabeo convexo en las muestras.

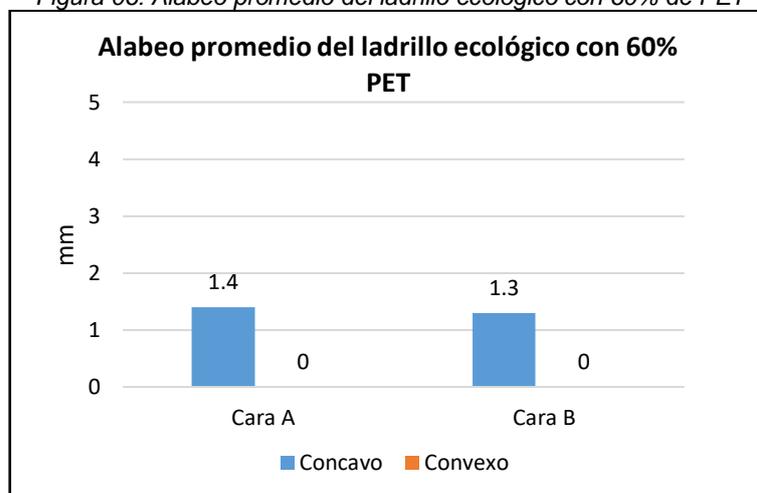
- Ladrillo ecológico con 60% de PET:

Tabla 10: Resultado del ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 60% de PET.

MUESTRA	60%			
	CARA "A"		CARA "B"	
	Cóncavo mm	Convexo mm	Cóncavo mm	Convexo mm
11	2	0	1	0
12	1	0	1	0
13	1	0	1	0
14	1	0	1	0
15	2	0	1	0
16	1	0	2	0
17	3	0	1	0
18	1	0	1	0
19	1	0	2	0
20	1	0	2	0
PROMEDIO	1.4	0	1.3	0

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería.

Figura 06: Alabeo promedio del ladrillo ecológico con 60% de PET



Fuente: Investigación propia de los investigadores.

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que el alabeo cóncavo máximo permitido es de 8 mm para bloques o ladrillos de concreto no portantes, obteniendo así el alabeo cóncavo promedio máximo de 1.4 mm en cara A y 1.3 mm en cara B como resultado del promedio de 10 ladrillos con dosificación de 60% de plástico PET, cumpliendo así con el alabeo máximo requerido por la norma.

No se obtuvo resultados de alabeo convexo en las muestras.

ENSAYO DE ABSORCIÓN:

Para este ensayo se elaboraron 15 muestras, 5 de cada dosificación (10%, 30% y 60% de PET).

Como primer paso se tomó el peso seco de cada muestra, seguidamente se sumergieron en un recipiente con agua totalmente cubierto durante 24 horas; una vez retirados pasado el tiempo exacto se pesaron, y se obtuvo el peso húmedo de cada uno; dichos resultados permitieron conocer el porcentaje de agua que absorbió cada ladrillo, al aplicar la siguiente fórmula:

$$\%A = \frac{P_{\text{mojado}} - P_{\text{seco}}}{P_{\text{seco}}} * 100$$

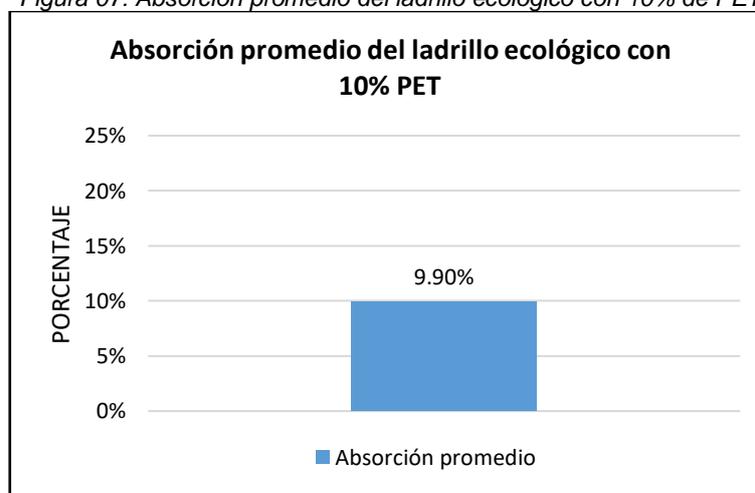
- Ladrillo ecológico con 10% de PET:

Tabla 11: Resultado del ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 10% de PET.

MUESTRA	10%		
	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% ABSORCIÓN
1	3450	3825	10.87%
2	3355	3705	10.43%
3	3350	3725	11.19%
4	3520	3825	8.66%
5	3480	3770	8.33%
	PROMEDIO		9.90%

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería.

Figura 07: Absorción promedio del ladrillo ecológico con 10% de PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la absorción máxima

permitida es de 12% para bloques o ladrillos de concreto, obteniendo la absorción promedio máxima de 9.90% como resultado del promedio de 5 ladrillos con dosificación de 10% de plástico PET, cumpliendo así con la absorción máxima requerida por la norma.

- Ladrillo ecológico con 30% de PET:

Tabla 12: Resultado del ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 30% de PET.

MUESTRA	30%		
	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% ABSORCIÓN
1	3145	3580	13.83%
2	3070	3570	16.29%
3	3125	3525	12.80%
4	3030	3520	16.17%
5	3040	3430	12.83%
	PROMEDIO		14.38%

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería.

Figura 08: Absorción promedio del ladrillo ecológico con 30% de PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la absorción máxima permitida es de 12% para bloques o ladrillos de concreto; obteniendo la absorción promedio máxima de 14.38% como resultado del promedio de 5 ladrillos con dosificación de 30% de plástico PET. Por ende, no cumplieron con la absorción máxima requerida por la norma.

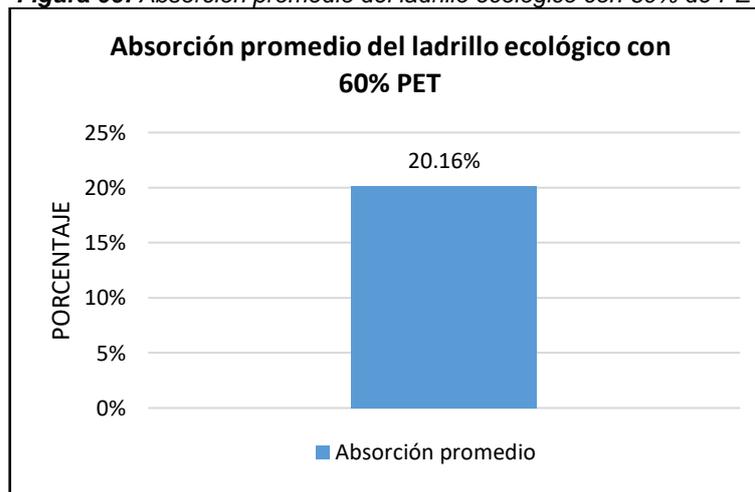
- Ladrillo ecológico con 60% de PET:

Tabla 13: Resultado del ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 60% de PET.

MUESTRA	60%		
	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% ABSORCIÓN
1	2630	3175	20.72%
2	2510	3230	28.69%
3	2650	3010	13.58%
4	2655	3190	20.15%
5	2575	3030	17.67%
	PROMEDIO		20.16%

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería

Figura 09: Absorción promedio del ladrillo ecológico con 60% de PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la absorción máxima permitida es de 12% para bloques o ladrillos de concreto, obteniendo la absorción promedio máxima de 20.16% como resultado del promedio de 5 ladrillos con dosificación de 60% de plástico PET, no cumpliendo con la absorción máxima requerida por la norma.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

Para este ensayo se elaboraron 15 muestras, 5 de cada dosificación (10%, 30% y 60% de PET).

En la ejecución de este ensayo se utilizó una prensa de compresión, gracias a eso pudimos determinar el esfuerzo de compresión máximo que puede soportar un ladrillo bajo una carga de rotura en el área de contacto.

Se tomaron los ladrillos y con la ayuda de una regla metálica se obtuvieron las

medidas (largo, ancho y altura) de cada uno, luego se procedió con la colocación de una capa de diablo (cemento, yeso y agua) en ambas caras horizontales; con la ayuda de un nivel se verificó que las superficies hayan quedado totalmente regulares; estos se dejaron secar por un lapso de 24 horas al aire libre. Posteriormente se colocaron uno por uno en la máquina de compresión hasta que pudimos observar su esfuerzo máximo.

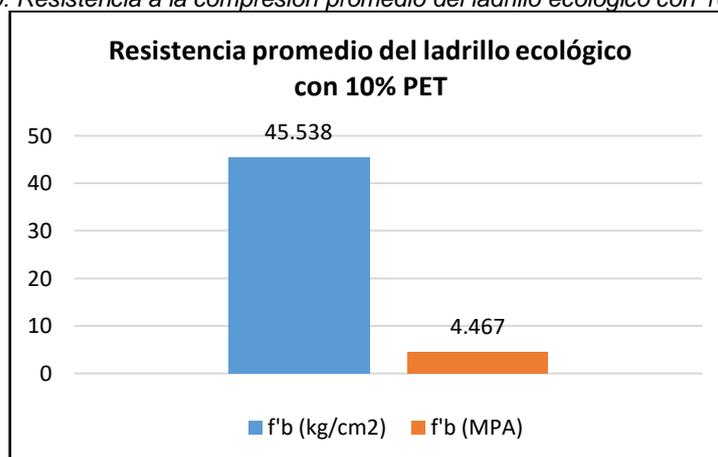
- Ladrillo ecológico con 10% de PET:

Tabla 14: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo ecológico con 10% de PET.

MUESTRA	10%						
	DIMENSIONES			AREA (cm ²)	P max (Kg - f)	f 'b (Kg/cm ²)	f 'b (MPA)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)	BRUTA		BRUTA	
6	25	13.14	6.9	328.5	14277.84	43.464	4.264
7	25.4	12.6	6.7	320.04	14107.55	44.081	4.324
8	25.1	12.1	7.1	303.71	14488.92	47.706	4.680
9	25.6	11.9	6.7	304.64	14559.28	47.792	4.688
10	25.3	12.6	6.3	318.78	14232.97	44.648	4.380
PROM.	25.28	12.47	6.74	315.19	14333.3111	45.538	4.467

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería

Figura 10: Resistencia a la compresión promedio del ladrillo ecológico con 10% de PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la resistencia mínima permitida es de 20 Kg/cm² para bloques o ladrillos de concreto no portantes, obteniendo la resistencia máxima de 45.538 Kg/cm² como resultado del promedio de 5 ladrillos con dosificación de 10% de plástico PET, cumpliendo así con la resistencia mínima requerida por la norma.

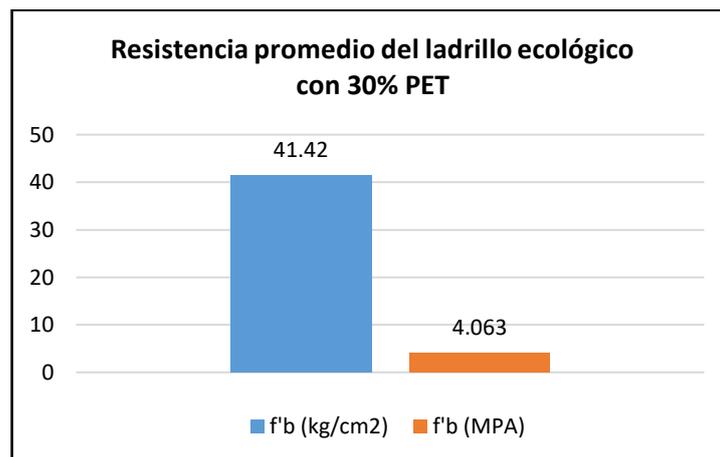
- Ladrillo ecológico con 30% de PET:

Tabla 15: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo ecológico con 30% de PET.

MUESTRA	30%						
	DIMENSIONES			AREA (cm ²) BRUTA	P max (Kg - f)	f' b (Kg/cm ²)	f' b (MPA)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)			BRUTA	
6	25.2	12.2	7.1	307.44	12572.901	40.895	4.012
7	25.1	11.9	7.1	298.69	12304.7199	41.196	4.041
8	24.7	12.6	7	311.22	12868.614	41.349	4.056
9	24.7	12.1	7.1	298.87	12841.0821	42.965	4.215
10	24.8	12.2	7.2	302.56	12312.8775	40.696	3.992
PROM.	24.9	12.2	7.1	303.78	12580.0389	41.420	4.063

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería

Figura 11: Resistencia a la compresión promedio del ladrillo ecológico con 30% de PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la resistencia mínima permitida es de 20 Kg/cm² para bloques o ladrillos de concreto no portantes, obteniendo la resistencia máxima de 41.42 Kg/cm² como resultado del promedio de 5 ladrillos con dosificación de 30% de plástico PET, cumpliendo así con la resistencia mínima requerida por la norma.

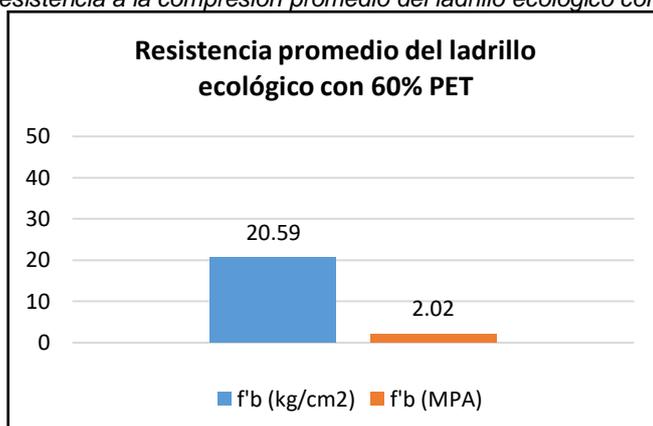
- Ladrillo ecológico con 60% de PET:

Tabla 16: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo ecológico con 60% de PET.

MUESTRA	60%						
	DIMENSIONES			AREA (cm ²) BRUTA	P max (Kg - f)	f' b (Kg/cm ²)	f' b (MPA)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)			BRUTA	
6	24.7	12.2	7.2	301.34	6077.412	20.168	1.978
7	24.8	12.1	7	300.08	5965.245	19.879	1.950
8	24.8	12.3	7.1	305.04	6108.003	20.024	1.964
9	24.9	12.1	7.1	301.29	6373.125	21.153	2.075
10	25.1	11.8	6.9	296.18	6434.307	21.724	2.131
PROM.	24.86	12.1	7.06	300.81	6191.6184	20.590	2.020

Fuente: Elaboración propia de los investigadores con la NTP E 0.70 de albañilería

Figura 12: Resistencia a la compresión promedio del ladrillo ecológico con 60% de PET



Fuente: Elaboración propia de los investigadores

Interpretación:

Según la norma técnica E 0.70 de albañilería, nos indica que la resistencia mínima permitida es de 20 Kg/cm² para bloques o ladrillos de concreto no portantes, obteniendo la resistencia máxima de 20.59 Kg/cm² como resultado del promedio de 5 ladrillos con dosificación de 60% de plástico PET, cumpliendo así con la resistencia mínima requerida por la norma.

RESULTADO GENERAL:

Tabla 17: Resultado general de los ensayos en la elaboración del ladrillo ecológico para tabiquería a base de PET.

Dosificación	Ensayos			
	Variabilidad dimensional	Alabeo	Absorción	Resistencia a la compresión
10%	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
30%	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
60%	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Según los resultados obtenidos de los ensayos realizados, los ladrillos de 10% de dosificación obtuvieron en el ensayo de variabilidad dimensional 1.05% de largo, 3.06% de ancho y 3.82% de altura; en alabeo 2.4 mm en cara A y 2.5 mm en cara B; en absorción 9.90% y en resistencia a la compresión 45.538 Kg/cm² cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma técnica E 0.70 de albañilería; mientras en los ladrillos de 30% se obtuvo en el ensayo de variabilidad dimensional 0.80% de largo, 3.28% de ancho y 2.82% de altura; en alabeo 2.1 mm en cara A y 1.8 mm en cara B; en absorción 14.38% y en resistencia a la

compresión 41.42 Kg/cm², y en los ladrillos de 60% se obtuvo en el ensayo de variabilidad dimensional 0.72% de largo, 1.82% de ancho y 1.57% de altura; en alabeo 1.4 mm en cara A y 1.3 mm en cara B; en absorción 20.16% y en resistencia a la compresión 20.59 Kg/cm², ambos cumpliendo en todos los ensayos excepto en el de absorción.

En cuanto a nuestro tercer objetivo, determinar el costo - beneficio de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022, obtuvimos los siguientes resultados:

- **Ladrillo ecológico con 10% de PET:**

Tabla 18: Costo de la elaboración del ladrillo ecológico con 10% de PET.

Materiales	Unidad	Precio por kg	Cantidad x unidad	Total por unidad	Total de 20 unidades
Cemento	Kg	S/ 0.61	1.05	S/ 0.64	S/ 12.80
Arena	Kg	S/ 0.17	2.1	S/ 0.36	S/ 7.25
Agua	m ³	S/ 0.00	521.78	S/ 0.00	S/ 0.00
Plástico	Kg	S/ 0.00	0.35	S/ 0.00	S/ 0.00
TOTAL				S/ 1.00	S/ 20.04

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

- **Ladrillo ecológico con 30% de PET:**

Tabla 19: Costo de la elaboración del ladrillo ecológico con 30% de PET.

Materiales	Unidad	Precio por kg	Cantidad x unidad	Total por unidad	Total de 20 unidades
Cemento	Kg	S/ 0.61	0.81644	S/ 0.50	S/ 9.95
Arena	Kg	S/ 0.17	1.63355	S/ 0.28	S/ 5.64
Agua	m ³	S/ 0.00	561.68	S/ 0.00	S/ 0.00
Plástico	Kg	S/ 0.00	1.05	S/ 0.00	S/ 0.00
TOTAL				S/ 0.78	S/ 15.59

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

- **Ladrillo ecológico con 60% de PET:**

Tabla 20: Costo de la elaboración del ladrillo ecológico con 60% de PET.

Materiales	Unidad	Precio por kg	Cantidad x unidad	Total por unidad	Total de 20 unidades
Cemento	Kg	S/ 0.61	0.46666	S/ 0.28	S/ 5.69
Arena	Kg	S/ 0.17	0.93333	S/ 0.16	S/ 3.22
Agua	m ³	S/ 0.00	592.68	S/ 0.00	S/ 0.00
Plástico	Kg	S/ 0.00	2.1	S/ 0.00	S/ 0.00
TOTAL				S/ 0.45	S/ 8.91

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Interpretación general:

Como se observa en los costos para la elaboración del ladrillo ecológico a base de plástico PET, en las diferentes dosificaciones 10%, 30% y 60%, resultó un costo unitario por ladrillo de S/ 1.00, S/ 0.78 y S/ 0.45 respectivamente. De tal manera que, este presupuesto es beneficioso porque el ladrillo tradicional para tabiquería o muros no portantes tiene un valor entre S/ 1.00 – S/ 1.20 por unidad; es decir, un precio mayor al que estamos ofreciendo.

Cabe resaltar que los precios de agua y plástico resultó S/ 0.00 en ambos, ya que el agua se adquirió de un reservorio en el lugar donde se realizaron las muestras; y el plástico PET se obtuvo de una planta recicladora en Castilla – Piura.

V. DISCUSIÓN

DISEÑO DE MEZCLA:

De acuerdo con el primer objetivo “Determinar el diseño de mezcla que se debe aplicar en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022”. Se establece que la elaboración de los ladrillos ecológicos esta dividida en 10%, 30% y 60% de agregado PET reciclado, para muros no portantes y/o tabiques.

Se elaboró un diseño de mezcla dosificado de acuerdo con el porcentaje de agregado PET. De tal modo que para la elaboración de un ladrillo con 10% de PET se obtuvo un total en mezcla: 1.050 kg de cemento, 2.100 kg de arena fina, 0.350 kg de plástico PET y 521.78 m³ de agua; mientras que, para un ladrillo de 30% de PET se obtuvo un total en mezcla: 0.816.44 kg de cemento, 1.633 kg de arena fina, 1.050 kg de plástico PET y 561.68 m³ de agua; y para un ladrillo de 60% de PET se obtuvo un total en mezcla: 0.466 kg de cemento, 0.933 kg de arena fina, 2.100 kg de plástico PET y 592.71 m³ de agua. La evaluación implicó que al revisar los resultados obtenidos de los ensayos establecidos por la NTP E 0.70 de albañilería, en efecto, se obtuviera una mejora en la uniformidad de sus dimensiones y absorción a mayor cantidad de agregado PET, mientras que minimiza la resistencia de compresión máxima.

Según (PÉREZ, 2021) en su investigación “Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021” propuso el análisis de la elaboración del ladrillo de concreto de 0%, 10%, 25% y 40% de agregado PET, empleando un diseño de mezcla de cemento, arena, agua y agregado PET con una dosificación de 1:2.

Cumpliendo así con la propuesta del diseño de mezcla de esta investigación “1:2 de cemento, arena y agregado PET”.

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS:

Tomando en cuenta nuestro segundo objetivo específico “Analizar las propiedades y características que resultaran de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022”. Se consideró el análisis de la propiedades y características la elaboración de los ladrillos

ecológicos en porcentajes de 10%, 30% y 60% de agregado PET reciclado, para muros no portantes y/o tabiques, del cual se pudo demostrar en los resultados obtenidos de los ensayos realizados de resistencia a la compresión, absorción, alabeo y variabilidad dimensional, según la NTP E 0.70 de albañilería.

Es así como, el ladrillo de 10% de PET obtuvo como resultados en el ensayo de variabilidad dimensional un promedio general de 1.05% de largo, 3.06% de ancho y 3.82% de altura de variación máxima, en el ensayo de alabeo un promedio general de 2.4 mm en la cara A y 2.5 mm en la cara B de alabeo máximo, en el ensayo de absorción un promedio general de 9.90% de absorción máxima, y en el ensayo de resistencia a la compresión un promedio general de 45.538 kg/cm² o 4.467 MPA de resistencia máxima. El ladrillo de 30% de PET obtuvo como resultados en el ensayo de variabilidad dimensional un promedio general de 0.80% de largo, 3.28% de ancho y 2.82% de altura de variación máxima, en el ensayo de alabeo un promedio general de 2.1 mm en la cara A y 1.8 mm en la cara B de alabeo máximo, en el ensayo de absorción un promedio general de 14.38% de absorción máxima, y en el ensayo de resistencia a la compresión un promedio general de 41.42 kg/cm² o 4.063 MPA de resistencia máxima. El ladrillo de 60% de PET obtuvo como resultados en el ensayo de variabilidad dimensional un promedio general de 0.72% de largo, 1.82% de ancho y 1.57% de altura de variación máxima, en el ensayo de alabeo un promedio general de 1.4 mm en la cara A y 1.3 mm en la cara B de alabeo máximo, en el ensayo de absorción un promedio general de 20.16% de absorción máxima, y en el ensayo de resistencia a la compresión un promedio general de 20.59 kg/cm² o 2.02 MPA de resistencia máxima.

Siendo el ladrillo ecológico de 10% de PET el único que cumple con todos los parámetros establecidos para cada ensayo según la NTP E 0.70 de albañilería; mientras que, los ladrillos de 30% y 60% solo no cumplen con el ensayo de absorción.

Según (CABALLERO, y otros, 2017) en su investigación “Elaboración de bloques de cemento reutilizando el plástico polietileno-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción” concluyó que, la elaboración de bloques de cemento reutilizando el PET como una alternativa sostenible para la construcción, no son aptos para mampostería estructural al no cumplir con las normas técnicas colombianas establecidas, sin embargo pueden ser utilizados para construcciones

de muros no portantes, teniendo relación con las propiedades y características de esta investigación.

Así mismo (AVILÉS, y otros, 2020) en su estudio “Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal” indicó que, de sus 4 dosificaciones desarrolladas en su tesis, de 0%, 15%, 25% y 50% de PET, solo la de 15% mostró mejores resultados en los 4 ensayos; teniendo similitud con la elaboración del ladrillo de 10% de PET elaborado de este planteamiento de investigación, concluyendo así que a menor cantidad de agregado PET, más eficientes resultan los ladrillos respecto a los ensayos según la NTP E 0.70 de albañilería.

También, según (CCOSCCO, y otros, 2020) en su investigación “ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánicas para el diseño de viviendas unifamiliares” determino que, agregando 3%, 6% y 9% de PET, se obtiene que el ladrillo de 3% es apto para muros portantes; mientras que, los ladrillos de 6% y 9% solo para muros no portantes o tabiquería. En comparación con nuestros resultados, el ladrillo de 10% de PET resultó ser el único apto según los parámetros establecidos por la NTP E 0.70 de albañilería para muros no portantes.

En definitiva; se demostró que, a menor cantidad de porcentaje de agregado PET se llegaría a cumplir con los parámetros establecidos para muros portantes o albañilería confinados.

COSTO – BENEFICIO:

De acuerdo con el tercer objetivo específico “Determinar el costo - beneficio de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET” que implican los porcentajes de 10%, 30% y 60% en agregado PET reciclado para muros no portantes o tabiques; se indicó un costo unitario de S/ 1.00, S/ 0.78 y S/ 0.45 respectivamente; en comparación con el ladrillo tradicional cuyo precio oscila entre S/ 1.00 – S/ 1.20 por unidad.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos realizados según la NTP E 0.70 de albañilería, el ladrillo de 10% PET destacó por ser el único que cumple con los 4 ensayos (resistencia a la compresión, absorción, alabeo y variabilidad dimensional) determinando así, que la elaboración del ladrillo de 10%

de PET es más económico; añadiéndole a ello el valor de una sustentabilidad ambiental e innovación de proyectos en construcción civil

Según (AVILÉS, y otros, 2020) en su tesis “Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal”, manifiesta que los beneficios de la elaboración de ladrillos de 0%, 15%, 25% y 50% de agregado PET, tienen un costo unitario de S/ 1.49, S/ 1.33, S/ 1.22 y S/ 0.95 respectivamente; difiriendo que, a mayor cantidad de agregado PET menor sería el costo de elaboración, generando así un beneficio económico.

De acuerdo con (CHIRA, 2018) en su proyecto de investigación “elaboración de bloquetas ecológicas reutilizando plástico PET reciclado como alternativa de construcción en tabiques o cerramientos” concluye que, el costo – beneficio al elaborar bloquetas reutilizando el PET reciclado como alternativa de construcción para tabiques o cerramientos agregando 10%, 20% y 30% de PET, resultan de menor costo y con una resistencia apta para construcciones de muros no estructurales; entonces en comparación con los resultados de los ladrillos de 10%, 30% y 60% de PET, se encontró una similitud respecto al costo – beneficio.

(ZUÑIGA, 2015) en su tesis de investigación “Evaluación del tereftalato de polietileno (PET) como agregado en la elaboración de mortero para ladrillos y concreto” indicó una contribución en la disminución de impactos ambientales negativos asociados a la contaminación que genera el plástico, con un método ambiental ecosostenible. En relación con esta investigación también se cumple con uno de los objetivos a desarrollar “Determinar el costo - beneficio de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET”.

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo con la evaluación realizada de cada ladrillo ecológico con un diseño de mezcla de 10%, 30% y 60% de PET reciclado; se determinó que “El ladrillo con 10% PET aprobó la evaluación de los ensayos de resistencia a la compresión, variabilidad dimensional, alabeo y absorción, cumpliendo con los parámetros establecidos por la NTP E 0.70 de albañilería”. Teniendo como resultados, en el ensayo de variabilidad dimensional un promedio de 1.05% de largo, 3.06% de ancho y 3.82% de altura siendo $\pm 4\%$ la variabilidad dimensional máxima permitida, en el ensayo de alabeo un promedio de 2.4 mm en la cara A y 2.5 mm en la cara B siendo 8 mm el alabeo máximo permitido, en el ensayo de absorción un promedio 9.90% siendo 12% la absorción máxima permitida y en el ensayo de resistencia a la compresión resultó 45.538 kg/cm² o 4.467 MPA siendo 20 kg/cm² la resistencia a la compresión máxima permitida. De esta manera se demuestra la hipótesis planteada en la investigación “El diseño de mezcla que se aplicó si cumple con los requisitos y exigencias en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022”.
- Para las propiedades y características de los ladrillos ecológicos añadiendo 10%, 30% y 60% de material PET reciclado, según los ensayos de resistencia a la compresión, absorción, alabeo y variabilidad dimensional que se realizaron para el estudio de la investigación y teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la NTP E 0.70 de albañilería; se concluye que “Los ladrillos de 30% y 60% de PET solo cumplieron con los ensayos de variabilidad dimensional, alabeo y resistencia a la compresión; teniendo como resultados para los ladrillos de 30% de PET, en el ensayo de variabilidad dimensional un promedio de 0.80% de largo, 3.28% de ancho y 2.82% de altura siendo $\pm 4\%$ la variabilidad dimensional máxima permitida, en el ensayo de alabeo un promedio de 2.1 mm en la cara A y 1.8 mm en la cara B siendo 8 mm el alabeo máximo permitido, en el ensayo de absorción un promedio 14.38% siendo 12% la absorción máxima permitida y en el ensayo de resistencia a la compresión resultó 41.42 kg/cm² o 4.063 MPA siendo 20 kg/cm² la resistencia a la compresión máxima permitida; para el

ladrillo de 60% de PET, en el ensayo de variabilidad dimensional un promedio de 0.72% de largo, 1.82% de ancho y 1.57% de altura siendo $\pm 4\%$ la variabilidad dimensional máxima permitida, en el ensayo de alabeo un promedio de 1.4 mm en la cara A y 1.3 mm en la cara B siendo 8 mm el alabeo máximo permitido, en el ensayo de absorción un promedio 20.16% siendo 12% la absorción máxima permitida y en el ensayo de resistencia a la compresión resultó 20.59 kg/cm² o 2.02 MPA siendo 20 kg/cm² la resistencia a la compresión máxima permitida; mientras que, el ladrillo de 10% de PET cumplió con los 4 ensayos, siendo el único apto para la utilización en muros no portantes y/o tabiquería”.

- Dado a los resultados de la evaluación de cada ladrillo ecológico con el 10%, 30% y 60% de PET, se obtuvo que solo se podría utilizar el ladrillo 10% de PET para la distribución comercial; por lo tanto, tomando como referencia al costo – beneficio (Tabla N°19, Pág. 41) y comparado al ladrillo tradicional, planteamos lo siguiente:

Teniendo en cuenta el precio por unidad del ladrillo artesanal para muros no portantes y/o tabiquería (S/ 1.20), según el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2022). En una obra de construcción se requiere un millar (1000 unidades) de ladrillos tradicionales para muros no portantes y/o tabiquería, resultando un total de S/ 1200.00. No obstante, el ladrillo ecológico con 10% de PET, según el estudio realizado, resultó ser de S/ 1.00 por ladrillo. Planteando el mismo ejemplo, resultaría S/1000 como precio por millar, obteniéndose un ahorro económico de S/ 200.00.

Por ende, el uso comercial del ladrillo ecológico a base de plástico PET reciclado, implica un costo – beneficio mayor al del ladrillo tradicional, añadiéndole el valor de una sustentabilidad ambiental e innovación de proyectos en construcción civil.

VII. RECOMENDACIONES

Este proyecto de investigación está dirigido al público especializado en construcción para mampostería en tabiques con insumos reciclados, así como también a estudiantes de ingeniería en sus futuras investigaciones en relación con el tema; esto implica tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Para elaborar un ladrillo ecológico a base de residuos reciclados como lo es el plástico PET, que fue utilizado como materia prima para el estudio de esta investigación; dado los resultados de cada ensayo de los ladrillos ecológicos de 10%, 30% y 60% de PET; se recomienda para la comercialización de este material de construcción, industrializar la fabricación de los ladrillos ecológicos con ayuda de una maquina prensadora o compactadora, mejorando la uniformidad de sus dimensiones, mayor resistencia a la compresión y minimice su capacidad de absorción. De tal manera que sus características cumplan con los parámetros establecidos para muros portantes o estructurales.
- Dado los resultados de cada ensayo de los ladrillos ecológicos de 10%, 30% y 60% de PET; sabiendo que el ladrillo de 10% de PET cumplió con todos los parámetros establecidos por la NTP E 0.70 de albañilería; se recomienda realizar un estudio con dosificaciones menores a 30% de PET; ya que, según los resultados, este cumplió con los ensayos de variabilidad dimensional, alabeo y resistencia a la compresión, mientras que en el ensayo de absorción, se obtuvo como promedio 14.38% de absorción máxima, siendo 12% el parámetro máximo establecido por la norma, obteniendo una diferencia de 2.38%; se plantea que, al reducir el porcentaje de agregado PET, también se reducirá el porcentaje de absorción máxima.
- Según los resultados obtenidos de los ladrillos ecológicos de 30% y 60% de PET, los cuales no cumplieron únicamente con el ensayo de absorción; se recomienda utilizar durante el proceso constructivo, un aditivo impermeabilizante; para que así, minimice el porcentaje promedio de absorción máxima y cumpla con el parámetro establecido por la NTP E 0.70 de albañilería.

REFERENCIAS

AFANADOR, Nelson, GUERRERO, Gustavo y MONROY, Richard. 2012. *PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLOS MACIZOS CERÁMICOS PARA MAMPOSTERÍA.* Bogotá : s.n., 2012.

AGUDELO, Gabriel, AIGNEREN, Miguel y RUIZ, Jaime. 2008. *DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL Y NO-EXPERIMENTAL.* Medellín : s.n., 2008.
ANGUMBA, Pedro. 2016. *“LADRILLOS ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO (PET), PARA MAMPOSTERÍA NO PORTANTE”.* Cuenca : s.n., 2016.

ARIAS, Jesús, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. 2016. *El protocolo de investigación III: la población de estudio.* México : s.n., 2016.

ATOROMA , Freddy y APACCLLA, Alex. 2021. *BIODEGRADACIÓN DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LPDE) CON Staphylococcus sp AISLADO DEL BOTADERO DE ASCENSIÓN - HUANCVELICA.* Huancavelica : s.n., 2021.

AVILÉS, Néstor y CARRASCO, Roly. 2020. *Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana - Piura 2020.* Piura : s.n., 2020.

BAILÓN, Jimena y HUATUCO, Evelyn. 2021. *Uso de plástico PET como agregado en la fabricación de unidades de albañilería ecológica para la construcción de muros de cerramiento en el sector Cooperativa Santa Isabel, distrito de Huancayo, al 2021 .* Huancayo : s.n., 2021.

BARRANZUELA, Joyce. 2014. *PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA PRODUCIDOS EN LA REGIÓN PIURA .* Piura : s.n., 2014.

CABALLERO, Brayan y FLOREZ, Orlando. 2017. *ELABORACIÓN DE BLOQUES EN CEMENTO REUTILIZANDO EL PLÁSTICO POLIETILEN-TEREFTALATO (PET) COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN.* Cartagena : s.n., 2017.

CABO, María. 2011. *LADRILLO ECOLÓGICO COMO MATERIAL SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN.* Navarra : s.n., 2011.

CAMACHO, Briceida. 2008. *Metodología de la investigación científica: un camino fácil de recorrer para todos.* Colombia : s.n., 2008.

CAMBELL, Rosmery. 2021. *Eco ladrillos de plástico reciclado PET para el mejoramiento de las viviendas del sector Kumamoto II Etapa, El Porvenir 2021.* Trujillo : s.n., 2021.

CAMPOS , Katherine, y otros. 2019. *Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Plástico Reciclado.* Piura : s.n., 2019.

CARDENAS, Karolyn y OYOLA, Paula. 2020. *LADRILLOS ECOLÓGICOS CON*

LA ADICIÓN DE PET RECICLADO COMO ALTERNATIVA AL USO DE MODELOS CONVENCIONALES. Bogotá : s.n., 2020.

CCOSCCO, Nicanor y DE LA CRUZ, Luis. 2020. *Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares, Huachipa-2020.* Ate : s.n., 2020.

CERVANTES, Rubén y PERALTA, Roberto. 2016. *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ELABORACION DE LADRILLOS ECOLOGICOS COMO MATERIA PRIMA PARA LA CONSTRUCCION.* Guayaquil : s.n., 2016.

CEVALLOS , Esteban y ENDARA, Erick. 2018. *Bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo Pet, tercera etapa.* Quito : s.n., 2018.

CHIRA, Cinthia. 2018. *Elaboración de bloquetas ecológicas reutilizando plástico pet reciclado como alternativa de construcción en tabiques o cerramientos - Piura.* Piura : s.n., 2018.

DÁVILA, Deivy. 2021. *“Propiedades físicas mecánicas de ladrillo de concreto con material de eliminación y cáscara de huevo con cal”.* Huaraz : s.n., 2021.

DÍAZ, Roxana, VELARDE, Gabriela y LINO, Gladys. 2021. *ANÁLISIS DE FLUJO DE MATERIALES DE PLÁSTICOS PARA LA PRODUCCIÓN, CONSUMO Y COMERCIO DE ENVASES RÍGIDOS DEL POLIETILENO DE TEREFTALATO (PET) EN PERÚ DURANTE 2018.* Perú : s.n., 2021.

ELGEGREN, Mariela. 2012. *Poliésteres insaturados elaborados a partir del reciclaje químico de Poli (Tereftalato de Etileno), PET, y su aplicación como matriz de encapsulamiento de sales.* Lima : s.n., 2012.

ESPIRITU, Jhois. 2021. *CONCENTRACIÓN DE FIBRAS DE PLÁSTICO RECICLADO PET PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO, HUÁNUCO 2021.* Huánuco : s.n., 2021.

ESTACIO , Wuilson. 2019. *Análisis de muestra de tapa de Pony malta por método de calorimetría diferencial de barrido.* Bogotá : s.n., 2019.

FLORES, Katia y VÁSQUEZ, Merlyn. 2020. *Análisis comparativo de investigaciones previas sobre las propiedades del ladrillo artesanal adicionando material PET.* Piura. 2020. Piura : s.n., 2020.

GUTIÉRREZ, David. 2018. *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios para mejorar la calidad ambiental urbana en el Distrito de Piura – 2017.* Trujillo : s.n., 2018.

HACHI, José y RODRÍGUEZ, Juan. 2010. *ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD PARA RECICLAR ENVASES PLÁSTICOS DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET), EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.* Guayaquil : s.n., 2010.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ , Carlos y BAPTISTA, María. 2014. *Metodología de la investigación.* México : s.n., 2014.

HUAMAN, Wilder y PINTADO, Erickson. 2019. *Diseño de una vivienda con muros portantes de botellas plásticas (PET) recicladas en el A.H Micaela Bastidas iv etapa, Mz. B2 Lt. 28, distrito 26 de octubre, piura-2018.* Piura : s.n., 2019.

KACHUR, Matthew. 2005. *Un Material Milagroso.* New York : s.n., 2005.

LABEAGA, Aitziber. 2018. *Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones.* Madrid : s.n., 2018.

MERINO, Maribel y ROSADO, Pedro. 2022. *Prototipo de Eco-Ladrillo Usando Tereftalato de Polietileno Reciclado, Distrito de Castilla, Departamento de Piura, 2022.* Lima : s.n., 2022.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO . 2019. *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES . Norma Técnica Peruana E.070, Albañilería .* 2019.

Moreno, Abraham. 1998. *Planeación Financiera.* MEXICO : ECAFSA, 1998.

MUÑOZ, Sócrates, DELGADO, José y FACUNDO , Luis. 2021. *Elaboración de ladrillos ecológicos en muros no estructurales: una revisión.* Chiclayo : s.n., 2021.

PAZ , Maria. 2016. *Reciclado de PET a partir de botellas post consumo.* Córdova : s.n., 2016.

PAZ, Erwin. 2014. *ANÁLISIS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE LADRILLOS ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO.* Arequipa : s.n., 2014.

PERDOMO, Abrahám. 1998. *Planeación financiera.* México : s.n., 1998.

PÉREZ, Diego. 2021. *Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021.* Lima : s.n., 2021.

PIÑERO, Miller y HERRERA, Rafael. 2018. *PROYECTO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO (PET), APLICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA .* Bogotá : s.n., 2018.

REYES, Danny. 2015. *RE-UTILIZACIÓN DEL RESIDUO DE PLÁSTICO (PET) POLIETILENO DE TEREFTALATO EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL, PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL CANTÓN JIPIJAPA.* Guayaquil : s.n., 2015.

SALDAÑA, Luis. 2020. *Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de silicato de sodio cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba - 2020* . Moyobamba : s.n., 2020.

SARAVIA , Juan. 2016. *PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE PLÁSTICO RECICLADO*. Ica : s.n., 2016.

SORDO, Laura. 2014. *Proceso de fabricación de un Masterbatch Biodegradable*. Barcelona : s.n., 2014.

TORRES, Aline. 2014. *Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo sus similitudes y diferencias*. México : s.n., 2014.

VALDEZ, Katy. 2020. *Gestión ambiental y desarrollo sostenible en la Municipalidad Distrital de Mi Perú*. Lima : s.n., 2020.

VARGAS, Zoila. 2009. *Una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. San Pedro : s.n., 2009.

ZABALA , Jhony. 2018. *La industria del reciclaje en la ciudad de Quito, propuesta de modelo de negocio para la industria de reciclaje de plástico PET*. Quito : s.n., 2018.

ZUÑIGA, Andres. 2015. *EVALUACIÓN DEL TEREFTARATO DE POLIETILENO (PET) COMO AGREGADO EN LA ELABORACIÓN DE MORTERO PARA LADRILLOS Y CONCRETO*. Bogotá : s.n., 2015.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de operacionalización.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE					
PLÁSTICO PET	Vitkauskiene, I (2011), "Define el PET como un poliéster termoplástico con excelentes propiedades térmicas y mecánicas" citado por (CAMPOS , y otros, 2019)	EL uso del plástico PET con diferentes dosificaciones con porcentaje 10%, 30% y 60%, sustituyendo el agregado fino, para la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiquería.	Dosificación del plástico PET	10% PET	RAZÓN
				30% PET	RAZÓN
				60% PET	RAZÓN
VARIABLE DEPENDIENTE					
LADRILLOS ECOLÓGICOS	"El ladrillo ecológico además de una buena apariencia responde a criterios ecológicos y sostenibles ya que requiere un bajo nivel de energía para su fabricación y se elimina la emisión de CO2 a la atmósfera al ser ladrillos que no requieren de cocción", según (CABO, 2011)	Para lograr la elaboración del ladrillo ecológico a base de plástico PET es necesario realizar un diseño de mezcla teniendo en cuenta las dosificaciones de PET que se empleara (10%, 30% y 60%), para así después, indicar sus propiedades y características en función al resultado, obtenido así, el costo por ejecución y el beneficio sostenible, ambiental y económico.	Diseño de mezcla	Dosificación.	RAZÓN
			Propiedades y Características	Resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo y absorción.	RAZÓN
			Costo – Beneficio	Costo por ejecución y beneficio social	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Anexo N° 02: Matriz de consistencia.

TÍTULO: "Uso del plástico PET en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques, en el distrito de Castilla, Piura 2022"							
AUTORES: Espinoza Medina Eisten Hamed, Peña Saavedra Vicente Marcelo							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE				-Tipo de estudio: Aplicada -Diseño de investigación: Experimental -Método de investigación: Científico -Población: Ladrillos ecológicos a base de plástico PET. -Muestra: 20 ladrillos de 10% 20 ladrillos de 30% 20 ladrillos de 60% -Muestreo: No probabilístico -Técnicas e Instrumento: Ficha de recolección de datos, Fichas de resultados de laboratorio.
¿Es posible usar el plástico PET en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques, en el distrito de Castillas, Piura 2022?	Analizar la elaboración de los ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET como componente, en el distrito de Castillas, Piura 2022.	La elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET como uno de sus componentes, si cumple con los requisitos y exigencias, en el distrito de Castillas, Piura 2022.	Plástico PET	Dosificación	10% PET 30% PET 60% PET	RAZÓN	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	DEPENDIENTE				
¿Cuál será el diseño de mezcla que se debe aplicar en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022?	Determinar el diseño de mezcla que se debe aplicar en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022.	El diseño de mezcla que se aplicó si cumple con los requisitos y exigencias en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022.	Ladrillos Ecológicos	Diseño de mezcla	-Dosificación.	RAZÓN	
¿Qué propiedades y características resultarán de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022?	Analizar las propiedades y características que resultaran de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022.	Las propiedades y características que resultaron si cumplen con los requisitos y exigencias de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando el plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022.		Propiedades y características	-Resistencia a la compresión. -Variación dimensional. -Alabeo. -Absorción.		
¿Cuál es el costo - beneficio de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022?	Determinar el costo - beneficio de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022.	El costo - beneficio que se determinó cumple con los requisitos y exigencias de la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques usando plástico PET, en el distrito de Castilla, Piura 2022.		Costo – Beneficio	-Costo por ejecución. -Beneficio social, sostenible y económico.		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 03: Instrumentos de recolección de datos validados.

Ficha de recolección de datos del ensayo de Absorción.

ENSAYO DE ABSORCIÓN			
(NORMA E 0.70)			
PROYECTO:			
LUGAR:			
TESISTAS:			
$%A = ((Pabs - Psec)/Psec)*100$			
MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% DE ABRSORCION
PROMEDIO			
MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% DE ABRSORCION
PROMEDIO			
MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% DE ABRSORCION
PROMEDIO			

[Signature]
76154953

NESTOR ANDRE
AVILES GARRAGATE
Ingeniero Civil
CIP N° 71164

[Signature]
Roberto Villalobos Adriaen
INGENIERO CIVIL
CIP 71164
18138462

[Signature]
Luis Alberto Bajarano Cárazas
SUPERVISOR DE OBRA
CIP N° 74185
18085110

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de recolección de datos del ensayo de Resistencia a la compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NORMA E 0.70)	
PROYECTO:	
LUGAR:	
TESISTAS:	

--

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)			AREA (CM2)	P max (Kg)	f'b (Kg/cm2)	f'b (MPA)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)	BRUTA		BRUTA	
PROMEDIO							

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)			AREA (CM2)	P max (Kg)	f'b (Kg/cm2)	f'b (MPA)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)	BRUTA		BRUTA	
PROMEDIO							

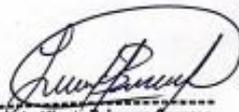
MUESTRA	DIMENSIONES (CM)			AREA (CM2)	P max (Kg)	f'b (Kg/cm2)	f'b (MPA)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)	BRUTA		BRUTA	
PROMEDIO							



 NESTOR ANDRE
 AVILES GARRAGATE
 Ingeniero Civil
 CIP N° 270914
 76 154953



 Roberto Palache Adrianzen
 INGENIERO CIVIL
 CIP 74164
 18138462



 Luis Alberto Bejarano Carasas
 SUPERVISOR DE OBRA
 CIP N° 74105
 18085150

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de recolección de datos del ensayo de Alabeo.

ENSAYO DE ALABEO																
(NORMA E 0.70)																
PROYECTO:																
LUGAR:																
TESISTAS:																
MUESTRA	CARA "A"				CARA "B"				CARA "A"				CARA "B"			
	Cv		Cx		Cv		Cx		Cv		Cx		Cv		Cx	
PROMEDIO																


 76154953

 NESTOR ANDRE
 AVILES GARRAGATE
 Ingeniero Civil
 CIP N° 270914


 Roberto Palache Adruanzen
 INGENIERO CIVIL
 CIP 71164
 10132462


 Luis Alberto Dejarano Carasas
 SUPERVISOR DE OBRA
 CIP N° 74105
 15085150

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 04: Resultados.

Ficha de recolección de datos del ensayo de Absorción.



CONSULTGEOPAV SAC
 RUC: 2002407021
 SIncertia InSertec
 DE Geotecnia,
 Suelos y Pavimentos

Tel: 073-301000 Cel: 979199772 hnavistar - Cel: 996279811 Claro
 Dirección: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Suflana - Piura
 Email: geopav_mcastro@hotmail.com - javier_castro@hotmail.com - consultgeopav@gmail.com

ENSAYO DE ABSORCIÓN

(NORMA E 0.70)

TESIS:	"USO DEL PLÁSTICO PET EN LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS PARA TABIQUES, DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA 2022"		
LUGAR:	CASTILLA - PIURA		
SOLICITANTES:	ESPINOZA MEDINA EISTEN HAMED		PEÑA SAAVEDRA VICENTE MARCELO
TESIS:	03/10/2022		

$$%A = ((Pabs - Psec)/Psec)*100$$

MUESTRA	10%		
	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% DE ABRSORCION
1	3450	3825	10.87%
2	3355	3705	10.43%
3	3350	3725	11.19%
4	3520	3825	8.66%
5	3480	3770	8.33%
PROMEDIO			9.90%

MUESTRA	30%		
	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% DE ABRSORCION
1	3145	3580	13.83%
2	3070	3570	16.29%
3	3125	3525	12.80%
4	3030	3520	16.17%
5	3040	3430	12.83%
PROMEDIO			14.38%

MUESTRA	60%		
	PESO SECO (gr)	PESO MOJADO (gr)	% DE ABRSORCION
1	2630	3175	20.72%
2	2510	3230	28.69%
3	2650	3010	13.58%
4	2655	3190	20.15%
5	2575	3030	17.67%
PROMEDIO			20.16%



MANUEL CASTRO GALLO
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO
 PI-0530-08



ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. O.P. N° 58077

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de recolección de datos del ensayo de Resistencia a la compresión.

 CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602607021 SIRENITA FISCAL C/O Geotecnia «Suelos y Pavimentos» Tel: 075-824880 Fax: 075-825770 Montero - Cel: 982785111 Cuenca Dirección: Calle Acahuasi # 308 Bellavista - Suñama - Piura Email: geopav_piura@hotmail.com - piura_piura@hotmail.com consultgeopav@gmail.com	
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
(NORMA E 0.70)	
TEMA:	"USO DEL PLÁSTICO PET EN LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS PARA TABIQUES, DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA 2022"
LUGAR:	CASTILLA - PIURA
SOLICITANTES:	ESPINOZA MEDINA EISTEN HAMED PEÑA SAAVEDRA VICENTE MARCELO
FECHA:	03/10/2022

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)			AREA (CM ²)	P MAX. (KN)	P MAX. (Kg f)	f _b (Kg/cm ²)	f _b (MPa)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)	BRUTA				
	BRUTA							
6	25	13.14	6.9	328.5	140.02	14277.84	43.464	4.264
7	25.4	12.6	6.7	320.04	138.35	14107.55	44.081	4.324
8	25.1	12.1	7.1	303.71	142.09	14488.92	47.706	4.680
9	25.6	11.9	6.7	304.64	142.78	14359.28	47.792	4.688
10	25.3	12.6	6.3	318.78	139.58	14232.97	44.648	4.380
PROMEDIO	25.28	12.47	6.74	315.19		14333.3111	45.538	4.467

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)			AREA (CM ²)	P MAX. (KN)	P MAX. (Kg/cm ²)	f _b (Kg/cm ²)	f _b (MPa)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)	BRUTA				
	BRUTA							
6	25.2	12.2	7.1	307.44	123.3	12572.901	40.895	4.012
7	25.1	11.9	7.1	298.69	120.67	12304.7199	41.196	4.041
8	24.7	12.6	7	311.22	126.2	12868.614	41.349	4.056
9	24.7	12.1	7.1	298.87	125.93	12841.0821	42.965	4.215
10	24.8	12.2	7.2	302.56	120.75	12312.8775	40.696	3.992
PROMEDIO	24.9	12.2	7.1	303.78		12580.0389	41.420	4.063

MUESTRA	DIMENSIONES (CM)			AREA (CM ²)	P MAX. (KN)	CARGA MAX. (Kg/cm ²)	f _b (Kg/cm ²)	f _b (MPa)
	LARGO (L)	ANCHO (A)	ALTURA (H)	BRUTA				
	BRUTA							
6	24.7	12.2	7.2	301.34	59.6	6077.412	20.168	1.978
7	24.8	12.1	7	300.08	58.5	5965.245	19.879	1.950
8	24.8	12.3	7.1	305.04	59.9	6108.003	20.024	1.964
9	24.9	12.1	7.1	301.29	62.5	6373.125	21.153	2.075
10	25.1	11.8	6.9	296.18	63.1	6434.307	21.724	2.131
PROMEDIO	24.86	12.1	7.06	300.81		6191.6184	20.590	2.020


MANUEL CASTRO GALLO
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTO
 SENCICO CODIGO
 P1-0530-08


ROBERTO ELIAS CASTRO AGUIRRE
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. OIP N° 88077

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de recolección de datos del ensayo de Alabeo.

 <p>CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos</p> <p>Tel: 073-501000 Cel: 979195772 Movistar - Cel: 986279811 Claro Dirección : Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_muestro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com consultgeopav@gmail.com</p>	
ENSAYO DE ALABEO	
(NORMA E 0.70)	
TESIS:	"USO DEL PLÁSTICO PET EN LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS PARA TABIQUES, DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA 2022"
LUGAR:	CASTILLA - PIURA
SOLICITANTES:	ESPINOZA MEDINA EISTEN HAMED PEÑA SAAVEDRA VICENTE MARCELO
FECHA	03/10/2022

--

MUESTRA	10%				30%				60%			
	CARA "A"		CARA "B"		CARA "A"		CARA "B"		CARA "A"		CARA "B"	
	Cv	Cx										
11	1	0	3	0	2	0	3	0	2	0	1	0
12	5	0	2	0	3	0	1	0	1	0	1	0
13	4	0	1	0	2	0	2	0	1	0	1	0
14	4	0	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0
15	2	0	3	0	2	0	2	0	2	0	1	0
16	3	0	4	0	1	0	2	0	1	0	2	0
17	1	0	2	0	2	0	3	0	3	0	1	0
18	1	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1	0
19	2	0	3	0	4	0	2	0	1	0	2	0
20	1	0	2	0	2	0	1	0	1	0	2	0
PROMEDIO	2.4	0	2.5	0	2.1	0	1.8	0	1.4	0	1.3	0


MANUEL CASTRO GALLO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 SENCICO CODIGO
 P1-0530-08


ROBERTO ELÍAS CASTRO AGUIRRE
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 88077

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 05: Fotos.

Panel fotográfico de trabajo en campo para elaboración de ladrillos ecológicos a base de plástico PET reciclado



FIGURA N°01: Material plástico (PET) para el ladrillo ecológico.



FIGURA N°02: Material (Arena) para el ladrillo ecológico.



FIGURA N°03: Preparación del ladrillo ecológico con Plástico (PET).



FIGURA N°04: Proceso de mezclado con cemento, arena y plástico PET.



FIGURA N°05: Preparación del ladrillo ecológico con Plástico (PET) en moldes.



FIGURA N°06: Ladrillo ecológico elaborado con 10% de plástico (PET).



FIGURA N°07: Ladrillo ecológico elaborado con 30% de plástico (PET).



FIGURA N°08: Ladrillo ecológico elaborado con 60% de plástico (PET).



FIGURA N°09: Curado de ladrillo ecológico.



FIGURA N°10: Ladrillos ecológicos con 10% de plástico (PET) después de 14 días.

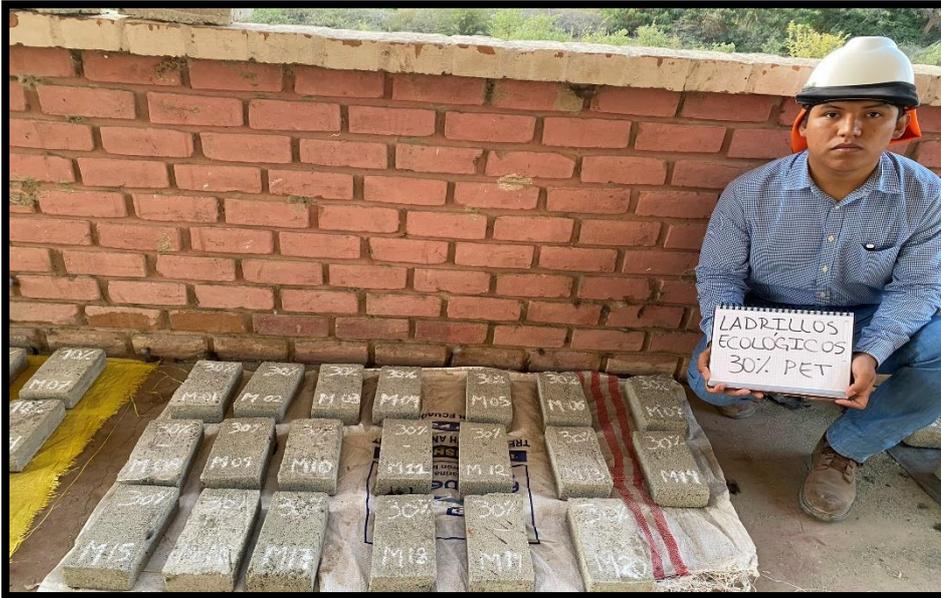


FIGURA N°11: Ladrillos ecológicos con 30% de plástico (PET) después de 14 días.



FIGURA N°12: Ladrillos ecológicos con 60% de plástico (PET) después de 14 días.



FIGURA N°13: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo 60% de (PET).



FIGURA N°14: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo 10% de (PET).



FIGURA N°15: Ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo 30% de (PET).



FIGURA N°16: Selección de muestras para ensayo de Absorción de ladrillos ecológicos de 10% PET.

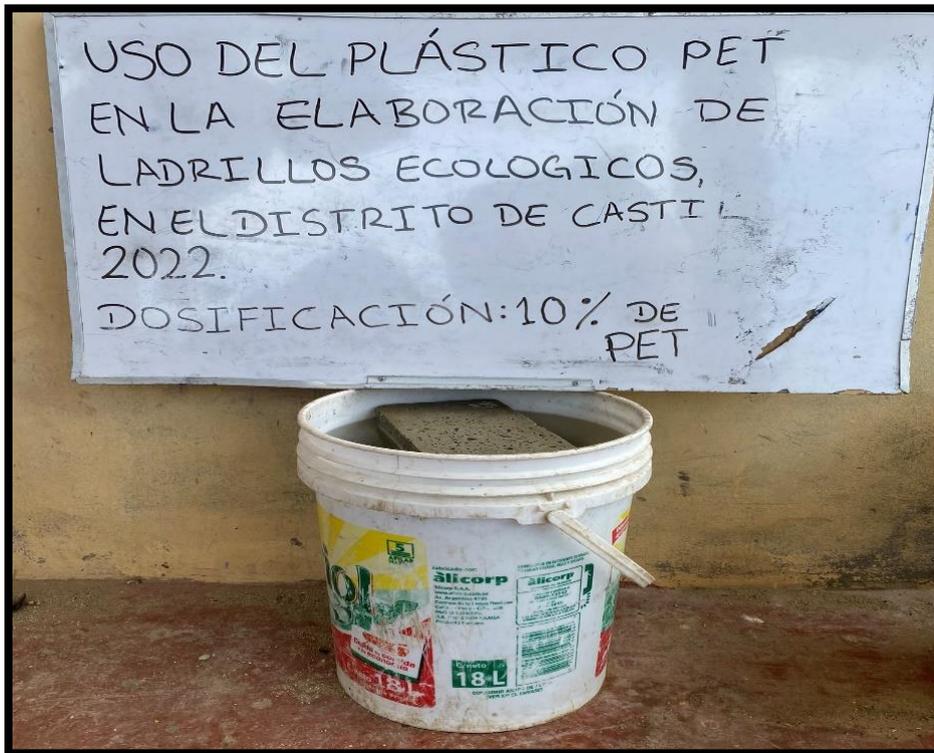


FIGURA N°17: Ensayo a la absorción de ladrillos ecológicos de 10% PET.



FIGURA N°18: Ensayo a la absorción de ladrillos ecológicos de 30% PET.



FIGURA N°19: Ensayo a la absorción de ladrillos ecológicos de 60% PET.



FIGURA N°20: Ensayo a la absorción de ladrillos ecológicos.



FIGURA N°21: Transporte de Ladrillos ecológicos a laboratorio.



FIGURA N°22: Ensayo de alabeo en ladrillos ecológicos.



FIGURA N°23: Ensayo de alabeo en ladrillos ecológicos.



FIGURA N°24: Ensayo de alabeo en ladrillos ecológicos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VALDIVIEZO CASTILLO KRISSIA DEL FATIMA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "USO DEL PLÁSTICO PET EN LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS PARA TABIQUES, DEL DISTRITO DE CASTILLA, PIURA 2022", cuyos autores son PEÑA SAAVEDRA VICENTE MARCELO, ESPINOZA MEDINA EISTEN HAMED, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, 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.

PIURA, 28 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VALDIVIEZO CASTILLO KRISSIA DEL FATIMA DNI: 42834528 ORCID: 0000-0002-0717-6370	Firmado electrónicamente por: KVALDIVIEZOC el 28-02-2023 00:47:29

Código documento Trilce: TRI - 0535171