



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLO DE
CONCRETO CON LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA ARENA POR
PLÁSTICO RECICLADO PET**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Coronel Castillo, Omar Jhave (ORCID: 0000-0002-0120-1299)

Dueñas Arce, Javier Edgar (ORCID: 0000-0002-1878-4021)

ASESOR:

Dr. Suarez Alvites, Alejandro (ORCID: 0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres por el apoyo para mi formación profesional.

Javier

A mi esposa, que me apoya constantemente al logro de mis metas y objetivos, a mis hijos que son la inspiración para seguir adelante.

Omar

Agradecimiento

Nuestra gratitud al Dr. Alejandro Suarez Alvites, nuestro asesor por las orientaciones en el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

Al MSc. Hugo Fernando Cañari Marticorena, por el apoyo en las pruebas de ensayo de laboratorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Al Dr. Aníbal Huachos Pacheco, por su apoyo en el procesamiento de datos y el proceso metodológico de la investigación.

Al Mg. Raúl Inga Peña, por su colaboración en la redacción y el formato.

Los Autores.

Índice de contenidos

Carátula.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimiento	III
Índice de tablas	V
Índice de Figuras	VI
Índice de anexos	VII
Resumen	VIII
Abstract.....	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	9
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1 Tipo y diseño de investigación	26
3.2 Variables y operacionalización	26
3.3 Población, muestra y muestreo	27
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5 Procedimientos.....	27
3.6 Método de análisis de datos	28
3.7 Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	42
ANEXOS	48

Índice de tablas

Tabla 1. Dosificación, sustitución parcial de arena por plástico	17
Tabla 2. Datos técnicos del plástico	19
Tabla 3. Clasificación para fines estructurales	24
Tabla 4. Cómputo de la variabilidad del LCP	30
Tabla 5. Cálculo del alabeo del LCP	31
Tabla 6. Compresión en unidades de LCP - 0,25 PET	31
Tabla 7. Absorción en unidades de LCP	32
Tabla 8. Densidad del LPC	32
Tabla 9. Clasificación del ladrillo	33
Tabla 10. Resultados de ensayo no clasificado	34

Índice de Figuras

Figura 1. Extracción de recursos	4
Figura 2. Ladrillos de concreto PET	6
Figura 3. Ladrillos de concreto Ecológico	11

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables	48
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos	49

Resumen

La investigación se inicia con la interrogante ¿cómo afectará las propiedades del ladrillo de concreto con la adición de PET en cambio de arena? También tuvo como propósito: determinar el nivel que se afectarán las propiedades del ladrillo de concreto adicionándole PET por arena; es una investigación de tipo aplicada perteneciente al nivel experimental, con un diseño pre experimental con solo grupo experimental, la muestra es de tipo censal conformada por 150 ladrillos de concreto con PET, se ha planteado la siguiente hipótesis, existe un nivel significativo de afectación de las propiedades del ladrillo de concreto al adicionar PET por arena, se adicionaron porcentualmente plástico Polietilen Tereftalato en 25%; 50% y 75% en reemplazo de arena, encontrando en las pruebas de laboratorio que, la variabilidad dimensional fue de: -0,24%; -0,05% y -1,72%; el alveo de 3 mm, la resistencia de compresión de 65 kg/cm², una absorción de 4,12% y una densidad de 2,18 gr/cm³; se logró determinar que las propiedades del ladrillo de concreto se vieron afectadas con la adición de plástico PET.

Palabras clave: ladrillo, variación dimensional, alveo, compresión, absorción.

Abstract

The investigation begins with the questioning how will the properties of the concrete brick affect with the addition of PET in exchange for sand? It also aimed to: determine the level that the properties of the concrete brick will be affected by adding PET by sand; is an applied type research belonging to the experimental level, with a pre-experimental design with only experimental group, the sample is of censal type consisting of 150 concrete bricks with PET, the following hypothesis has been raised, there is a significant level of affectation of the properties of concrete brick when adding PET by sand, they were added percentage plastic Polyethyleneeti Tereftalate in 25%; 50% and 75% in sandreplacement, finding in laboratory tests that, the dimensional variability was: -0.24%; -0.05% and -1.72%; 3 mm alave, 65 kg/cm²compressionresistance, 4.12% absorption and 2.18 gr/cm³ density;³it was determined that the properties of the concrete brickwere affected with the addition of PET plastic.

Keywords: brick, dimensional variation, alaveo, compression, absorption.

I. INTRODUCCIÓN

En el sector construcción del distrito de Lima, se plantea el problema del desconocimiento de tecnología moderna, nuevos materiales de construcción, para su uso en viviendas, falta de conocimiento en la población, la cual tiene un concepto del concreto, como soluciones únicas en la construcción de casas, pese a los elevados precios de ejecución. (Arroyo, J., Morán, F. y García, A., 2018).

En nuestra capital, los altos niveles de contaminación producto de la irresponsable disposición de los residuos, así como falta de educación en el reciclaje en la capital peruana (Evans, V., Dooley, J. y Revels, J., 2018).

Los países sudamericanos, que pertenecen al círculo de fuego del Pacífico, tienen un riesgo sísmico alto, por lo que es prioridad, buscar tecnología, sistemas constructivos que contrarresten esta dificultad. (Barker, 2017).

Por esta razón en nuestra investigación se han elaborado ladrillos más livianos para paredes de viviendas con el propósito de disminuir los índices de mortalidad provocados por un terremoto o sismo.

De tal forma que, es necesario empezar a explorar nuevos materiales que sean utilizados en el sector construcción, así como satisfacer las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta criterios técnicos, económicos, medioambientales y sociales. (Burgos, 2010).

Los avances científicos y tecnológicos están haciendo que los seres humanos se dediquen a contaminar con mayor frecuencia el medio ambiente, tenemos que tener en consideración que los residuos sólidos que están produciendo las personas a diario, se componen en gran cantidad plásticos que son envases de bebidas de consumo masivo, los mismos que no se degradan fácilmente y permanecen por mucho tiempo afectando el medio ambiente.

La industria de la construcción utiliza ladrillos cuya composición tiene a la arena, que está teniendo inconvenientes debido a las impurezas, que trae como consecuencia que estos cerámicos pierdan la dureza o sea muy

largo el tiempo de secado, lo cual genera un impacto negativo en el resultado del hormigón (Ambrose, 2016).

A tenor de, Galán y Aparicio (2017) sugirieron que, “los productos cerámicos clásicos, que constituyen la cerámica tradicional, están preparados con materias primas naturales, que de acuerdo con su función pueden ser plásticas o no plásticas”.

En consonancia con, AENOR (2013) Teniendo como finalidad de nuestra contribución a la gestión de los residuos, es necesario promover con mayor frecuencia el reciclaje; por lo que es menester el reciclar recipientes de plásticos como el tereftalato de polietileno (PET), utilizándolos como un componente de la materia prima en diferentes industrias, por lo que es necesario proponer el diseño y elaboración de nuevos elementos y tecnologías para la industria de la construcción, como una alternativa de tipo ecológico en este rubro (ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, 2013).

De acuerdo con Sutlz (2014) tenemos que entender que, para considerar de apropiada a una tecnología constructiva es necesario, que esta no requiera de mucha inversión y gastos en energía, asimismo, no debe causar desechos ni contaminación, climáticamente es aceptable, con seguridad ante cualquier inclemencia; como también, es la que emplea la fuerza laboral de la localidad a nivel de la producción, como de la reparación y el mantenimiento. El uso de materiales locales, y es socialmente aceptable; lo más importante tener muy poca incidencia sobre el medio.

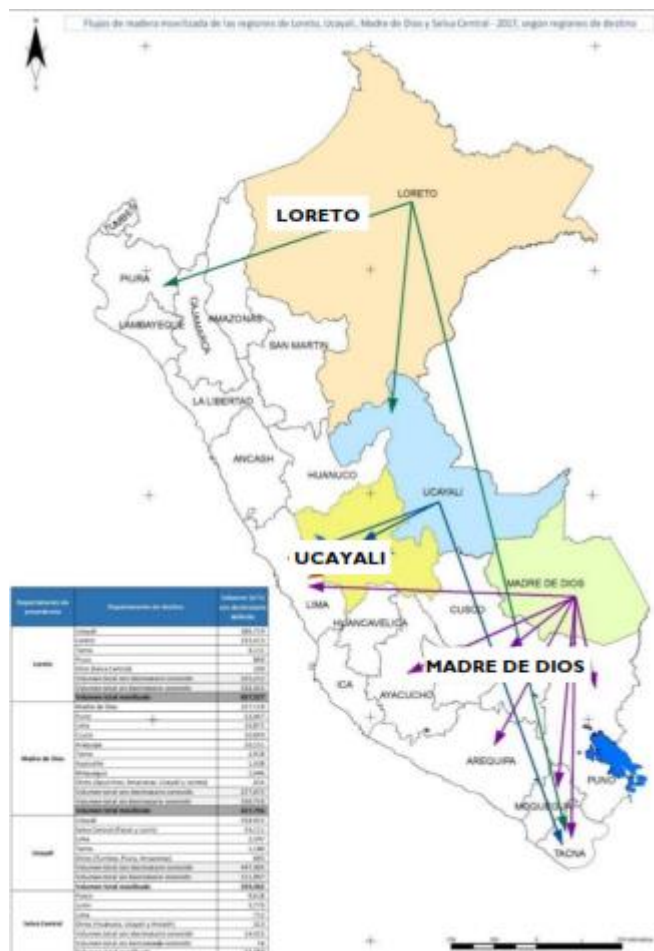
Frente a la realidad que tiene nuestra sociedad por el cuidado del medio ambiente, se ha propuesto realizar un trabajo de investigación, el cual consiste en fabricar ladrillos a base de plástico, como un material que sustituye en gran medida a la arena, sin que pierda sus propiedades en comparación a los ladrillos convencionales.

Lo cual contribuiría como un aporte a la industria de la construcción, análogamente a disminuir los niveles de contaminación por el plástico, que será reciclado y utilizado en la fabricación de ladrillos, como también, que

brindará un beneficio ambiental y económico en los recicladores, que muchos de ellos son de familias de escasos recursos.

El trabajo se justifica, porque servirá de sustento para otras investigaciones que realicen el estudio de la misma variable, debido a que la información recopilada y procesada incrementará el marco teórico de conocimientos adquiridos durante la investigación.

Figura 1. Extracción de recursos



Fuente: Ministerio de Producción

Producto de la extracción de recursos, los ecosistemas terrestres han sido afectados, no siendo la excepción la Amazonía peruana, siendo un buen porcentaje de los bosques, explotados con fines comerciales, los cuales son utilizados en el sector construcción a costos elevados.

Teóricamente se justifica porque, contribuye a generar una idea de cómo afecta la sustitución parcial de arena por plástico en ladrillos de concreto en lima.

Se vuelve muy importante tener presente los datos vertidos por la AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente; 2016), los ecosistemas se ven afectado por el consumismo que a su vez genera grandes volúmenes de residuos de origen urbano, Por lo que se deben establecer estrategias que amortigüen los daños ambientales provocados por la acumulación.

Mediante esta tesis, y como investigación buscamos analizar, clasificar e identificar los polímeros que se encuentran en los residuos, y establecer su potencial como material de construcción; ya que según datos del Instituto Nacional de Estadística e informática del censo 2017 (INEI) tenemos que el 90% de los peruanos construye su vivienda con ladrillos, obtenidos a través de la sobre explotación de recursos.

De forma práctica, la utilidad del estudio ayuda a ver los efectos que producen la sustitución parcial de arena por plástico en ladrillos de concreta lima, así mismo como el entendimiento de estos.

En nuestro país, existe un uso arraigado de elementos tradicionales como los ladrillos y el concreto, con el presente proyecto se brinda una alternativa del uso del plástico reciclado, en modelos alternativos, de ladrillos de concreto con este material el cual es amigable con el medio ambiente además de sustentable.

En el país más de 500 toneladas, de material reciclable es clasificado del cual el 35% es plástico reciclado, el cual tiene un costo aproximado en el mercado de S/ 2 500 000.00, este material puede ser utilizado con fines de disminuir el costo por unidad de albañilería, permitiendo así que el costo se encuentre al alcance de los usuarios.

Por lo expuesto, el uso de plástico reciclado en la elaboración de ladrillos de concreto, tiene sustento técnico, económico, social y ambiental.

Figura 2. Ladrillos de Concreto Pet



Fuente: Flores (2018)

La zona de influencia del proyecto, traería entre los pobladores conciencia ambiental, así como una alternativa sobre la disposición final de los residuos PET

Metodológicamente, al haber hecho el uso del método científico, se demostró estadísticamente que beneficios de la sustitución parcial de arena por plástico en ladrillos de concreto, retroalimentarán con sus resultados al efecto de esta sustitución.

Es de vital importancia, la realización de esta investigación, pues el plástico generado en la zona escogida, genera CO₂, además el tiempo que demora el plástico en degradarse es entre 500 y 5000 años.

Después de haber realizado un análisis de la realidad problemática, planteamos nuestro problema general de investigación, en los siguientes términos:

¿En qué medida se verán afectadas las propiedades del ladrillo de concreto con la sustitución de arena con plástico PET?

Se han planteado los siguientes problemas específicos que redactamos a continuación:

¿Cómo se verá afectada la propiedad de la compresión del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET?

¿Cómo se verá afectada la propiedad de alaveo del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET?

¿Cómo se verá afectada la propiedad de absorción del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET?

¿Cómo se verá afectada la propiedad de variación dimensional del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET?

¿Cómo se verá afectada la propiedad de densidad del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET?

Hemos planteado nuestro objetivo general de la investigación de la siguiente forma:

Determinar en qué medida se verán afectadas las propiedades del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Así mismo, tiene los siguientes objetivos específicos:

Determinar cómo se verá afectada la propiedad de la compresión del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Determinar cómo se verá afectada la propiedad de alaveo del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Determinar cómo se verá afectada la propiedad de absorción del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Determinar cómo se verá afectada la propiedad de variación dimensional del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Determinar cómo se verá afectada la propiedad de densidad del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

En nuestro trabajo hemos propuesto como hipótesis general de investigación la que mencionamos a continuación:

Existe un nivel significativo de afectación de las propiedades del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

De manera similar se plantearon las siguientes hipótesis específicas para nuestra investigación:

Existe un nivel significativo de afectación de la propiedad de la compresión del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Existe un nivel significativo de afectación de la propiedad de alveo del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Existe un nivel significativo de afectación de la propiedad de absorción del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Existe un nivel significativo de afectación de la propiedad de variación dimensional del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

Existe un nivel significativo de afectación de la propiedad de densidad del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET.

II. MARCO TEÓRICO

Para nuestro estudio se ha tenido en cuenta los siguientes trabajos de investigación.

Flores (2018), investiga la influencia del plástico reciclado en las propiedades físicas y mecánicas, evaluando diseños de mezcla en base a la proporción en peso, analizando dos dosificaciones, elaboró los ladrillos de concreto. La dosificación 70% de plástico y 30% de agregados, incluyendo aditivos y cementantes.

Llique (2017), investiga las propiedades de ladrillos de concreto, adicionando plástico reciclado PET, en base a las normas técnicas E 0.70, con lo cual se contempló las proporciones de agregados, área y piedra, del diseño de mezcla, para ladrillos de concreto tipo IV. Concluye en esta investigación, que las propiedades de los ladrillos de concreto alternativo, adicionados de PET reciclado, no mejoran la resistencia a la compresión, por el contrario existe una disminución del 30%, con respecto a una muestra control, este antecedente fue analizado así como la metodología empleada, con fines de optimizar el diseño.

Aliaga (2017) en este proyecto, se desarrolla el ladrillo alternativo de PET y concreto, teniendo como metodología la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070, siguiendo una metodología experimental, el diseño de resistencia a la compresión en laboratorio, presentó los siguientes resultados: $f_c = 171 \text{ kg/cm}^2$.

Echevarría (2017), evalúa la sustitución de agregados en 3, 6, 9% por plástico tipo PET, consiguiendo mejoras en los resultados de resistencia a la compresión de hasta el 35%, consiguiendo la clasificación final del ladrillo, como unidad de albañilería tipo IV. Resistencia a la compresión: 171.80 kg/cm^2 .

Saieg (2014), reciclan botellas de plástico, las mismas que son transformadas en ladrillo, necesitando 20 botellas de plástico para la elaboración de un ladrillo de concreto.

Figura 3. Ladrillos de Concreto Ecológico



Fuente: Saieg (2014)

Caballero y Flórez (2016), utiliza material reciclado de plástico PET, con fines de encontrar un material sostenible, para lo cual realiza el tratamiento previo del mismo, para la elaboración de ladrillos (bloques) de concreto. En niveles de 37, 25.0 y 12 del porcentaje de volumen de agregado fino (arena). El tratamiento del plástico, consistió en la trituración de partículas de plástico PET, en la producción de concreto. Para ello se tuvieron en cuenta normal ICONTEC (normas colombianas), demostrando la factibilidad del empleo de este material, por el cual se consideró una disminución del 2% de la masa, además de la relación agua / cemento y el porcentaje de absorción del agua, además la densidad de la unidad de albañilería tiene una disminución considerable, haciendo de este material, un bloque consistente y ligero, el cual pretende disminuir el peso por carga muerta

en la estructura. Las resistencias alcanzadas fueron de 3.5 y 3.2 MPa, en ladrillos experimentales en contraposición a los ladrillos convencionales, los cuales alcanzaron una resistencia de 2.8 MPa, es decir con el uso de este material PET, estamos contribuyendo a la reutilización del plástico, menor utilización de agregados, así como un material ligero y con mejoras en sus propiedades mecánicas.

Astopilco (2015), demuestra que la tendencia en nuestro país, continúa en el uso de materiales alternativos y sustentables con el medio ambiente, prueba de ello, en su tesis evalúa el uso de residuos plásticos de tuberías (PVC), en la ciudad de Cajamarca. Para ello reemplaza este material alternativo (PVC), de la recolección, reciclaje y selección del PVC por el agregado fino (arena), caracterizando el material alternativo, sin embargo, la diferencia con otros proyectos, es que plantea porcentajes más arriesgados de sustitución 50% y 100%, del diseño de mezcla en peso. Con el fin de identificar las características de los ladrillos de concreto tradicional: (cemento arena, agua) y los ladrillos artesanales experimentales: (cemento, arena, agua, PVC). La comparación realizada es físico y mecánica, tomando en cuenta la densidad y la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto tradicional y experimental. Del proyecto presentado se resalta la eficacia del trabajo, pues presenta resultados alentadores del uso de PVC, al considerar la disminución de la densidad y el aumento en la resistencia a la compresión. El aporte de este proyecto bajo el enfoque social, es la disminución del costo en las unidades de albañilería, la evaluación técnica el reemplazo del PVC como agregado mejorando las propiedades físicas y mecánicas, además de la factibilidad ambiental, puesto que el PVC, utilizado en las tuberías, no tiene otro uso, por lo tanto las tuberías utilizadas, son descartadas, siendo la disposición final de estas los centros de recolección de residuos (botaderos, rellenos), con esta alternativa de uso, Además del aporte científico de utilizar nuevos y sustentables materiales en la industria de la construcción, motivo por el cual este proyecto fue tomado como guía en la presente investigación.

Gaggino, Kreiker, Mattioli y Argüello (2015) en su investigación, *“Local enterprises plastic waste innovative materials construction”*. Entre los desafíos que plantea este contexto a los gobiernos locales para poder transformar su rol como promotores de desarrollo y avanzar en la construcción de sociedades más inclusivas y sostenibles, la articulación interinstitucional e interactoral ocupa un lugar preponderante. En este sentido, este proyecto intentó aportar a la activación de los mecanismos de gestión que posibilitan la implementación de estrategias productivas locales. A partir de la articulación interactoral, esta experiencia promueve la recolección diferenciada de botellas plásticas, para ser utilizadas en la fabricación de ladrillos de PET en proyectos constructivos públicos en beneficio de toda la comunidad local. Otro de los objetivos que persiguió este proyecto fue la integración de jóvenes en situación de vulnerabilidad social, principales beneficiarios del proyecto al circuito productivo local, y así contribuir con un crecimiento de la economía local y regional, mediante vinculaciones con otros sectores. La conclusión es que, En la implementación de esta experiencia, se destaca la provechosa conjunción de los actores involucrados en perseguir un bien común para toda la ciudad, en este caso para la búsqueda de soluciones para la problemática de la basura, a partir de la producción de ladrillos de PET que luego servirán para construir diversos proyectos comunitarios.

Rojas y Rueda (2014) en su investigación para titularse de ingeniero civil de la Universidad Pontificia Bolivariana , *“Análisis del comportamiento mecánico de ladrillos estructurales utilizando el polipropileno de materiales plásticos reciclables”*; el trabajo tuvo como finalidad analizar el comportamiento de los ladrillos estructurales adicionándole el polipropileno reciclado en su fabricación, tratando de lograr una resistencia a la compresión de 3000 psi; los resultados mostraron que se logro alcanzar con un 10% la resistencia propuesta; concluyendo que los ladrillos con el nuevo material son óptimos para la construcción y adicional a esto se observó una disminución de peso, que beneficia a las estructuras siendo más ligeras y la cantidad de refuerzo disminuye, otro beneficio importante es la reutilización del plástico, disminuyendo el nivel de contaminación.

Galindo (2018) en su investigación de la Universidad Católica San Pablo, *“Bibliographical revision on the use of plastic as a new material in manufacture of concrete blocks for the construction industry”*; la finalidad de la investigación fue describir las metodologías para el uso de plástico como adición al concreto en la fabricación de bloques, de tal manera que contribuya a la innovación en la reutilización de este material en la industria de la construcción arequipeña; en el trabajo se usaron fuentes bibliográficas basadas en artículos referidos al tema, realizándose el análisis bibliográfico, tomando veinte referencias mínimas, se concluyó que el plástico reciclado forma parte de los componentes para los bloques de concreto adicionados, por tal motivo se realizaron el estudio de las características y propiedades, como también su clasificación.

Al realizar una revisión teórica acerca de los ladrillos con porcentajes de plástico, encontramos la siguiente información.

En la actualidad, de acuerdo al inventario de emisiones atmosféricas que realizó el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM, 2018) “la industria ladrillera, sea esta mecanizadas e informales, constituyen la fuente de mayor emisión de contaminantes estacionarios, aportando el 40% del total de estas emisiones” (pág. 37).

Los ladrillos de concreto con agregado de plástico son unidades de albañilería elaboradas con todos los tipos de plásticos reciclados. Estos contienen cemento, papel periódico y plásticos y otros contienen arena; el fin de este material es aportar una solución para contrarrestar el impacto ambiental y generar de éste un producto liviano para el fácil manejo en su utilización (Gaggino, 2016).

De acuerdo con el Programa Regional de Aire Limpio (PRAL, 2019)

La sustitución porcentual de agregados por plásticos triturados ha sido sometida estrictamente a ensayos en laboratorios comprobando su veracidad y lo especificado por la norma E.070 ya que, no existe un reglamento para ladrillos de concreto con contenido de plásticos. Con respecto a su conductividad térmica, éstas poseen una excelente aislación térmica, superando a los tradicionales. Son utilizados para cerramientos con espesores menores (Berretta et al, 2011, p.49).

Conforme a Von Bük (2003) sobre el estudio de su permeabilidad, los ladrillos con agregados de plástico reciclado son elementos constructivos tienen como permeabilidad semejante a otras unidades tradicionales para la construcción de viviendas.

Para el estudio de su permeabilidad en el concreto se demuestra por la totalidad del movimiento del agua u otras partes fluidas a través de los poros del componente en un tiempo acumulado y de esta manera ser la consecuencia de la acumulación de porosidad del concreto, la absorción o el calor de la hidratación, la temperatura del concreto y la disposición de los orificios y roturas por compresión de plástico en el hormigón en medio del tiempo de fraguado (Vélez, 2010, p. 174).

Conforme a, (Kien, N., Satomi, T. y Takahashi, H., 2018) la porosidad se define como la conexión entre el volumen de vacíos y su volumen total de un material. El ladrillo elaborado con plásticos reciclados contiene una porosidad de 35% (pág. 80).

Los orificios en el concreto demuestran la presentación natural y el deterioro que se origina de los fluidos y emanan en él, por ejemplo, CO₂, H₂O, O, cloruros, sulfatos, etc. estos segmentos causan respuestas de sustancias

distintivas, cuyo resultado más básico es el desgaste del acero del componente de desarrollo (Nabajyoti, 2015).

De acuerdo a (Morales, 2016) los ladrillos de concreto serán usados siempre y cuando éstas logren su resistencia especificada en la Norma E. 070. El promedio de la resistencia a compresión de ladrillos con agregados de plásticos cumple con lo estipulado en la NTP 399.611.

Mientras que la elasticidad de uno específico, como se muestra, tiene un componente libre de la acumulación de soporte, la fortificación contrarresta el engendramiento de la división y disminuyendo el lapso de la apertura de las roturas.

En concordancia con, Praveen, M., Ambika, K., Pavithra, P. y Varsha, T. (2016) estos, también construye una obstrucción definitiva y, a veces, da flexibilidad. Por lo tanto, el trabajo de la albañilería reforzada es vital en condiciones donde las fuerzas de tracción son predominantes. El procedimiento más cuestionable es de la albañilería sujeto a actividades sísmicas, en el que la unión de algún tipo de incorporación es fundamental; Esta experiencia sísmica de desarrollos de trabajo de ladrillos sin protección ha sido mortal en algunas partes del mundo.

De acuerdo con, Santiago (2015) el nivel de sustitución, “según los porcentajes de sustitución, las propiedades del material cambiarán de manera favorable o en contra” (pág. 12).

Conforme a, Santiago (2015) el estudio de las propiedades, “se refiere a las características que presenta cierto material. El modo de determinar estas propiedades es mediante pruebas o ensayos” (pág. 16).

En consonancia con, Sina y Amani (2016) las propiedades físicas, “hace referencias a aquellas características que pueden ser observadas o medidas”.

Conforme con, Sina y Amani (2016) quien sostiene que las propiedades mecánicas, “se refiere a cuando la materia presenta cambios en su composición. Cuando una sustancia química se enfrenta a diversos reactivos o condiciones experimentales”.

Acerca de la dosificación, se tendrá en cuenta los porcentajes de 25%, 50% y 100% de arena y el resto plástico (Tabla 1).

Tabla 1.

Dosificación, sustitución parcial de arena por plástico

Dosificación	Arena	Plástico triturado
Dosificación 1	25%	75%
Dosificación 2	50%	50%
Dosificación 3	75%	25%
Dosificación 4	-	100%

Fuente: Elaboración propia

Conforme a, (Waroonkun, T., Puangpinyo, T. y Tongtuam, Y., 2017) quienes refieren sobre el plástico triturado, sostiene que es “el plástico que lo encontramos en los envases de bebidas de gaseosas y otros. Debido a que es un material desechable su destino suele ser la bolsa de basura, etc.”. Está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados de líquido del gas natural y 13% de aire.

De las siglas y su significado en el idioma inglés definimos Polientiléntereftalato como (PET), cuyo material en función de sus propiedades físico y químicas es utilizado como recipiente de líquidos tales como agua, jugo, aceite, entre otros. (Gaggino, 2016).

De acuerdo con, Sina y Amani (2016) el PET “se desarrolló primero para uso de fibras sintéticas por la British Calico Printers en 1941. Los derechos de patente se vendieron entonces a DuPont e ICI que a su vez vendieron los derechos regionales a muchas otras compañías” (pág. 136).

Aunque originalmente se produjo para fibras, el PET empezó a ser usado como películas para empaquetar a mediados de los años sesenta, y en los inicios de los setentas, la técnica para expandir botellas orientadas biaxialmente se desarrolló comercialmente. Las botellas hoy en día, representan el uso más significativo de resinas de PET (Praveen, M., Ambika, K., Pavithra, P. y Varsha, T., 2016, pág. 149).

Hacer una botella de PET empieza desde las materias primas: etileno y paraxileno. Los derivados de estas dos sustancias (glicol de etileno y ácido tereftálico) se hacen reaccionar para obtener la resina PET. La resina, en forma de cilindros pequeños llamados pellets, son fundidos e inyectados en un molde para hacer una preforma (Ambrose, 2016, pág. 92).

La facilidad del PET en cuanto a trabajabilidad, permite el soplado y amoldarse, a pesar que la botella tiene menor longitud y paredes más gruesas, obteniendo como producto final una botella de mejor calidad, ligera y dura, además permite el paso de luz, debido a que es una botella transparente y de carácter sostenible, pues puede reciclarse. (Kien, N., Satomi, T. y Takahashi, H., 2018, pág. 163).

Es la fuerza del material la que contribuye para hacer del PET el éxito que es. De hecho, las bebidas suaves carbonatadas pueden generar presión dentro de la botella que alcanza los 6 bar. Tan alta presión es permitida sin embargo en la botella gracias a la alineación de macromoléculas (cristalización) ocurriendo ambos durante el proceso de hilado de la resina y el soplado-moldeado, la presión no es capaz de deformar la botella, ni de hacerla explotar (González, 2017) .

A lo largo de los años, la industria asumió las preocupaciones medioambientales cada vez más, disminuyendo la cantidad de material crudo necesitado para la fabricación de botellas. En la actualidad, un recipiente de PET de 1.5 litros es manufacturado con sólo 35 gramos de material (Waroonkun, T., Puangpinyo, T. y Tongtuam, Y., 2017, pág. 192).

Este material se caracteriza por su ligereza y resistencia mecánica a la compresión.

En la siguiente tabla se puede visualizar con mayor precisión todos los datos técnicos del plástico (Tabla 2).

El PET, tiene una estructura que le permite ser utilizado, como un agregado alternativo en la elaboración de concreto, siendo ligero sostenible, además de económico, pues su origen es el reciclado (Barker, 2017, pág. 82).

Tabla 2.

Datos técnicos del plástico

DATOS TÉCNICOS DEL PLÁSTICO		
PROPIEDADES MECÁNICAS		
PE: Densidad	135	g/cm ³
Tracción (resistencia)	820	kg/cm ²
Flexión (resistencia)	1455	kg/cm ²
Rotura	16	%
Módulo de Young	28550	kg/cm ²
Desgaste	MUY BUENA	
Absorción	0.26	%
PROPIEDADES TÉRMICAS		
Fusión (temperatura)	260	C
Conductividad (térmica)	BAJA	
Deformabilidad (temperatura)	175	C
Ablandamiento (temperatura)	180	C
Dilatación (coeficiente)	0.00007	mm por C
PROPIEDADES QUÍMICAS		
Resistencia (alcális)	BUENA	
Resistencia (ácidos)	BUENA	
Combustión	Dificultad media (arde)	
Llama (propagación)	Mantienen la llama	
Quemado	Gotea	

Fuente: Adaptado de plástico mecanizables

Las características más relevantes del PET son de acuerdo con (Galán, E. y Aparicio, P., 2017):

Translucidez

Resistencia alta (desgaste)

Deslizamiento (coeficiente alto)

Resistencia a ataques químicos

Conductividad térmica

Barrera a dióxido de carbono y monóxido de carbono

Barrera a humedad

Compatible con otros materiales.

Reciclable

Calidad (alta)

Barrera de envase

Comercial

El polímero en mención, es reciclable en su totalidad, siendo este un valor adicional, sin embargo carece de una política gubernamental, de incentivos hacia el uso de este material, además de la concreta disposición y utilización de este material (Kien, N., Satomi, T. y Takahashi, H., 2018).

El material es reciclable en su totalidad, siendo considerado amigable con el planeta, a su vez es ligero, y requiere menor cantidad de combustible a su movilidad y transporte, ahorrando energía (Nováková, K., Šepsb, K. y Achtena, H., 2017).

Este material, es utilizado para botellas, denominadas en el medio como botellas de barrera, utilizados en cerveza, jugos, los cuales son sensibles a la luz, de otra manera alteraría el sabor de estos, con la degradación de los rayos ultravioleta (Bezerra, 2016).

Un nuevo producto, surge de la recolección y el reciclaje, la tendencia hacia la sostenibilidad en ciudades europeas y de América, fomentan la recuperación de materiales, con fines de reciclaje y hacia la disminución de utilización de recursos no renovables (Enshassi1, A., Kochendoerfer, B., y Rizq, E., 2014).

El segundo paso en recuperar es enviar el material a una planta dónde los materiales son separados según su naturaleza. Las botellas recuperadas entonces son perforadas, embaladas y enviadas a un reclamador. El reclamador, es una fábrica que trasforma las botellas en hojuelas de PET, el material crudo es la base de los productos reciclados. La primera actividad que el reclamador tiene que hacer es desembalar los bultos (Fuente, N., Fragozo, O., y Vizcaino, L., 2015).

El producto obtenido, debe tener la mayor calidad posible, para esto se requiere que las botellas se seleccionen, se desembalen y se reordenen, con un lavado previo y trituración, obteniendo hojuelas. Luego éstas son desinfectadas, lavadas y puestas a secar. Estas hojuelas, son comercializadas, fundidas y de esta manera se obtiene un nuevo producto, cuyo origen vino del reciclar botellas de plástico (Neumann, 2015) .

El PET, es obtenido mediante procesos de polimerización, el cual tiene un alto grado de cristalinidad, además de su comportamiento termoplástico, las razones por las que este material, ha alcanzado su desarrollo se debe a la versatilidad de su uso, en diferentes y diversos envases, especialmente en botellas, láminas, flejes y bandejas. Desplazando así al vidrio, que fue muy popular en la industria de las bebidas, pero por su costo de obtención, fragilidad, ha sido sustituido a través del tiempo por el plástico PET.

Acerca del reciclaje del tereftalato de polietileno, de acuerdo con, (Taaffe, J. O'Sullivan, S., Ekhlaur, M. y Pakrashi, V., 2014) es el plástico más reciclado del mundo. La infraestructura del reciclado del PET está bien establecida, desde la recogida y separación hasta los procedimientos adicionales y su uso final. El PET puede ser reciclado múltiples veces, pero para uso alimentario solo se permite un 1er nivel de reciclaje, pasado este nivel se utiliza para una amplia variedad de productos finales como: fibra, fibra de relleno textil, correas, y

botellas y envases para usos no alimentarios como detergentes y productos fitosanitarios.

Los envases fabricados en base a PET, son hechos de resina y PET virgen, es decir un material el cual no ha sido reciclado, por lo que no contamina o daña los alimentos o bebidas en su interior, siendo el consumo del mismo apto para el ser humano, con esto con el fin que el contenido no pueda reaccionar de forma química con el envase (Raongjanta, W., Jingb, M. y Khamputc, P., 2015).

Debemos señalar como otro concepto en nuestro marco teórico que es la arena gruesa o gravilla; la arena gruesa debe estar libre de finos, es decir es el material que ha superado el tamiz N° 4 y retenido en el tamiz N° 200, mientras que la gravilla, es el material pasante de la malla 3/8", manufacturado y esforzado (piedra chancada), de superficie rugosa, limpia y dura.

La unidad de albañilería está referida a los ladrillos, ya sean de concreto o sílice-cal, adoptando la forma alveolar o tubular, siendo ladrillos macizos o huecos, en la construcción es utilizado el ladrillo de arcilla de origen artesanal, semi-industrial y los industriales. En base al tamaño los ladrillos son clasificados como ladrillos y bloques, cuando el operario puede manipular y asentar solo con una mano se denomina ladrillo, mientras que por su peso y dimensiones si el operario requiere de ambas manos, se denomina bloque (Ge, Z., Yue, H. y Sun, R., 2015, pág. 853).

Los ladrillos son las unidades con las cuales se levantan los muros y se aligerar el peso de los techos. De acuerdo con, Aceros Arequipa (2014) existen ladrillos de diferentes materiales: concreto, silicios calcáreos, etc., pero los más usados para una casa son los de arcilla. Éstos se obtienen por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa. Sus medidas son diversas y son fabricados de un tamaño que permita manejarlos con una mano. Sus dimensiones dependen del lugar donde van a ser colocados en muros, techos u otros componentes de una construcción (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

De acuerdo con, Martínez y Cote (2014) se denomina ladrillo, unidad de albañilería, maciza si y solo si, tiene una sección transversal, como máximo del 70% del área bruta, dentro del mismo plano, de las superficies donde se asentará (pág. 18).

La unidad de albañilería, tiene orígenes artesanales e industriales, tomando como materia prima la arcilla, el concreto o la sílice-cal, entre ellas pueden destinarse a usos como muros portantes, tabiquería, según la forma que presente, sólido o hueco, alveolar o tubular.

Es necesario considerar a la fragua de forja, conforme a, (Cambell, 2014) que, usualmente, se considera un fogón para el moldeo de metales, avivando el fuego con el fin de elevar la temperatura.

La norma E-070, considera los siguientes tipos de ladrillos:

Tipo I: Muy baja resistencia, muy baja durabilidad, recomendable en zonas con exigencia de cargas mínimo.

Tipo II: Baja resistencia, baja durabilidad, recomendable en zonas con exigencia de cargas moderados.

Tipo III: Moderada resistencia, moderada durabilidad, recomendable en zonas con exigencias de servicio rigurosos.

Tipo IV: Alta resistencia, alta durabilidad, recomendable en zonas con exigencias de servicio rigurosos.

Tipo V: Muy alta resistencia, muy alta durabilidad, recomendable en zonas con exigencias de serviciabilidad alta.

En consideración a su variabilidad dimensional, conforme al reglamento peruano, se toma en cuenta las dimensiones de las unidades (largo, ancho y alto, con variaciones en milímetros, cada medición debe tener cuatro mediciones en la configuración geométrica del ladrillo (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2006).

Tabla 3.

Clasificación para fines estructurales

TABLA I					
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN			ALABEO máximo en mm	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Hasta Mpa (Kg/cm ²)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
TIPO I	±8	±6	±4	10	5
TIPO II	±7	±6	±4	8	7
TIPO III	±5	±4	±3	6	9.5
TIPO IV	±4	±3	±2	4	13
TIPO V	±3	±2	±1	2	18
Bloque P	±4	±3	±2	4	5
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2

Fuente: Ministerio de vivienda y construcción 2006

En concordancia a Cambell (2014) el ensayo de deformación, alabeo, determina la concavidad o convexidad de la unidad de albañilería, para lo cual, se toma una cuña graduada, donde se produce la deflexión (flecha) máxima, al extremo de una regla graduada, (pág. 264).

El análisis de resistencia por compresión, se basa en la normativa ASTM C1019, previo al ensayo la muestra debe ser capeada, hasta con 3 mm de mortero en cada una de sus caras, aplicando una carga a velocidad constante, el $f'b$ (resistencia a la compresión) de la unidad de albañilería es la razón entre la carga aplicada y el área de acción.(ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente Investigación es experimental, de estímulo creciente.

M1	X1	O1
M2	X2	O2
M3	X3	O3
M4	X4	O4

M1: Muestra control

M2: Muestra experimental 1

M3: Muestra experimental 2

M4: Muestra experimental 3

X1: Estímulo 0%

X2: Estímulo 0.25%

X3: Estímulo 0.50%

X4: Estímulo 0.75%

O1: Observación control

O2: Observación experimental 1

O3: Observación experimental 2

O4: Observación experimental 3

3.2 Variables y operacionalización

El análisis de resistencia por compresión, se basa en la normativa ASTM C1019, previo al ensayo la muestra debe ser capeada, hasta con 3 mm de mortero en cada.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Ladrillos de concreto PET

Muestra: Ladrillos de concreto adicionando PET (4 muestras)

Muestreo: Aleatorio

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Muestreo probabilístico, Observación.

Ficha técnica ASTM C-39 : resistencia a la compresión

Ficha Técnica E-070: Reglamento Nacional de Edificaciones

3.5 Procedimientos

Recolección de agregados.

Reciclaje de PET

Tratamiento de materiales

Ensayo de materiales

Dosificación

Mezcla de concreto y moldeo de ladrillos

Evaluaciones de calidad en ladrillos Norma E-070

3.6 Método de análisis de datos

Se utilizaron hojas de cálculo, para el procesamiento de información, las mismas que están basadas en normativa Internacional ASTM.

3.7 Aspectos éticos

Los valores presentados en la presente tesis, cumplen con la originalidad correspondiente, además de la fiabilidad de los datos aquí presentados, fueron validados por técnicos especialistas en Ingeniería.

IV. RESULTADOS

Los resultados los vamos a clasificar de acuerdo a la Norma E 0.70 correspondiente a la unidad de albañilería con conclusiones organizadas, que son los requerimientos básicos para la definición del tipo de ladrillo de concreto compuesto con PET (LCP). Se tienen los siguientes ensayos clasificados, en primer lugar, a la variación dimensional que tiene como normas NTP 399.613 y 399.604; para el alabeo la norma conveniente es NTP 399.613 y para la resistencia a la compresión se tiene a la norma NTP 399.613 y 339.604; las mismas que nos van a dar sustento técnico al momento de analizar nuestros resultados, que presentamos en las siguientes tablas.

Tabla 4.

Cómputo de la variabilidad del LCP

Especímen N°	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	L1	L2	L3	Ln	L1	L2	L3	Ln	L1	L2	L3	Ln
1	232.20	231.00	231.40	231.53	125.50	124.40	124.20	124.70	90.10	91.85	93.10	91.68
2	230.40	230.10	231.60	230.70	124.30	124.30	126.20	124.93	91.50	90.25	91.20	90.98
3	229.90	228.30	228.00	228.73	126.00	125.40	126.50	125.97	95.10	93.60	92.30	93.67
4	230.30	230.80	231.40	230.83	124.40	124.50	126.50	125.13	92.05	88.85	91.00	90.63
5	231.50	230.00	231.30	230.93	124.60	124.40	124.80	124.60	92.40	90.05	89.90	90.78
			MP	230.55			MP	125.07			MP	91.55
			ME	230.00			ME	125.00			ME	90.00
			V%	-0.24			V%	-0.05			V%	-1.72

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio de la FIC-UNCP

Ha consistido en medir en milímetros todas las aristas de las caras que son el largo, ancho y el alto de cada unidad de ladrillo LCP; como resultados de la variabilidad se han obtenido tomando los datos que se muestran en la tabla 4; la variación para el largo del -0,24%; para el ancho -0,05% y para la altura se tiene -1,72%.

Tabla 5.

Cálculo del alabeo del LCP

Especimen N°	CONVEXIDAD					CONCAVIDAD				
	Cara superior (mm)		Cara superior (mm)		MEDIA	Cara superior (mm)		Cara superior (mm)		MEDIA
1	6	6	1		4.33				1	1
2	2	4			3			1	1	1
3	3	3			3			1	2	1.5
4	4	3			3.5			1	0	0.5
5	2	4			3			1	0	0.5
			MEDIA DE LA CONVEXIDAD (mm)			MEDIA DE LA CONCAVIDAD (mm)			MEDIA DE LA CONCAVIDAD (mm)	
				3.37						0.90

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio de la FIC-UNCP

Al realizar el ensayo del alabeo, se ha seguido el procedimiento que nos indica la Norma NTP 399.613; para lo cual se ha requerido cinco unidades del ladrillo LCP; como se aprecia en la tabla 5, se ha obtenido un alabeo máximo de 3,37 mm.

Tabla 6.

Compresión en unidades de LCP - 0,25 PET

Dosificación	Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'b (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	DE	f'b (kg/cm ²)
0,25 PET 0,50 PET 0,75 PET	1-C	23	12.5	287.5	24430	84.97	78.24	12.33	65.91
	2-C	23	12.5	287.5	18900	65.74			
	3-C	22.9	12.4	283.96	20190	71.1			
	4-C	23	12.6	289.8	17090	58.97			
	5-C	22.9	12.5	286.25	21350	74.59			
	6-C	23	12.5	287.5	29120	101.29			
	7-C	23	12.5	287.5	23240	80.83			
	8-C	22.9	12.5	286.25	26450	92.4			
	9-C	22.9	12.5	286.25	24190	84.51			
	10-C	23	12.5	287.5	19540	67.97			

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio de la FIC-UNCP

En la tabla 24, la cual corresponde al cálculo de la compresión de la unidad de LCP se puede establecer como resistencia de f'b=65 kg/m².

Tabla 7.

Absorción en unidades de LCP

Orden	Espécimen N°	Peso saturado (wa)	Peso seco (ws)	Porcentaje de absorción (%)
1	L-1	4279.0	4086.0	4.70%
2	L-2	4164.0	4003.0	4.05%
3	L-3	4236.0	4070.0	4.05%
4	L-4	4114.0	3953.0	4.05%
5	L-5	4348.0	4193.0	3.75%
			Media	4.15%

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio de la FIC-UNCP

Para evaluar la absorción se ha tenido en cuenta la Norma E 0.70; teniendo en cuenta que en bloques de cemento portante no supera una absorción de 12%; en nuestro ensayo del ladrillo LCP se ha obtenido una absorción de 4,12%, la cual está por debajo del límite permisible.

Tabla 8.

Densidad del LCP

Orden	Espécimen N°	Peso (gr) sumergido en H2O	Seco	Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)
1	L-1	2215	4105	1890	2.16
2	L-2	2195	4015	1820	2.21
3	L-3	228.	4225	1940	2.19
				Media	2.19

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio de la FIC-UNCP

En la tabla 8 se puede observar que el ladrillo LCP, tiene un peso específico de 2,18 gr/cm³, el mismo que representa a su densidad.

a) Ensayos clasificados

De acuerdo con la Norma E 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) mostramos la tabla donde se clasifica la unidad de cinco tipos de ladrillo, cuyo efecto es la calidad, fin estructural y exposición; se compara los ensayos de variabilidad de la dimensión, alabeo y resistencia a compresión para cada unidad.

Tabla 9.

Clasificación del ladrillo

Ensayo	Ladrillo de concreto compuesto	Clase
Variabilidad de la dimensión (%)	-0,24%; -0,5% y -1,72%	Ladrillo I, II, III y IV
Alabeo (mm)	3 mm	Ladrillo I, II, III y IV
Resistencia de compresión f _b (kg/cm ²)	65,91 kg/cm ²	Ladrillo I

Fuente: Norma E 070

En nuestro caso, se tiene que la variabilidad V% de la unidad del LCP fue de: -0,24%; -0,05% y -1,72%; lo que nos conlleva para afirmar que se debió al molde metálico.

Respecto del alabeo, tanto la parte inferior y superior del LCP no se plancho para obtener una superficie lisa o suave, por lo que se obtuvo un alabeo de 3 mm.

Para la resistencia a la compresión, el diseño de mezcla fue a 140 kg/cm² en la cual el control de rotura en las probetas fue un valor promedio de 171,39 kg/cm² a los 28 días; en el caso del LCP la resistencia de compresión tuvo un valor de 65 kg/cm² se puede afirmar que la baja resistencia del LCP a la compresión, es debido a la relación de agua y cemento.

b) Ensayos no clasificado

Consideramos como ensayos no clasificados a la absorción y la densidad.

Tabla 10.

Resultado de ensayo no clasificado

Ensayo	Ladrillo de concreto compuesto (LCC)
Absorción (%)	4,12%
Densidad (gr/cm ³)	2,18

Fuente: Norma E 0.70

Se entiende que la absorción mide la permeabilidad, la capacidad de pasar una sustancia líquida o en todo caso agua, por medio de su poro; se refiere al proporción (%) de la cantidad de agua que se atrapa en el material, en concordancia a la Norma E 0.70 para un ladrillo de concreto se asumirá una absorción máxima del 12%; para el caso del LCP, se ha obtenido una absorción del 4,12%; el cual es admitido en el estudio.

Para estudiar la densidad es entendida como la masa por unidad de volumen, que se calcula dividiendo el peso seco entra la diferencia del peso seco y el peso sumergido en agua, para nuestro caso se ha obtenido una densidad de 2,18 gr/cm³.

V. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta el objetivo general de la investigación: determinar cómo se verán afectadas las propiedades del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por PET. Para nuestro trabajo los resultados muestran que las propiedades de los ladrillos de concreto cuando se adicionan plástico PET no mejoran significativamente; existiendo una resistencia de compresión máxima de 65% kg/cm² o porcentualmente de 40%; en afinidad con la muestra patrón, tal y como lo comprobó en su tesis Echeverría (2017) una disminución de 51,5 kg/m² que equivale al 32%.

En conformidad a los ensayos que se realizaron de variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión, absorción y densidad de las unidades de albañilería los tipos de ladrillo de concreto con PET reciclado, estos cumplen con los requisitos de la norma E 0.70; sin embargo, la adición de PET a los ladrillos produce que estos sean de mediana resistencia y durabilidad; como lo remarca en su trabajo Gaggino, R., Kreiker, M., Mattioli, A. y Argüello, P. (2015) en su tesis de grado "*Local enterprises plastic waste innovative materials construcción*"; que confirma que los ladrillos con adición de porcentajes específicos no tienen muy alta resistencia y durabilidad.

De conformidad con Astopilco (2015) sostiene que, todas las propiedades que tienen estos ladrillos aumentan significativamente, con excepción de la resistencia a la compresión.

El primer objetivo específico: determinar cómo se verá afectada la propiedad de variación dimensional del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET. Nuestros resultados de muestran que existe una variación dimensional del ladrillo con adición de PET del 25%, 50% y 75% respectivamente, que han sufrido una variación de 3 mm; lo cual es remarcado por el trabajo realizado por Caballero y Flórez (2017) encontraron que no existe mucha variación dimensional en sus ensayos realizados para ladrillos que tuvieron una adición de PET del 12,5%, 25% y 37,5%.

El segundo objetivo específico: determinar cómo se verá afectada la propiedad de alabeo del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET. Los resultados para nuestra tesis muestran que la variación del alabeo de nuestro ladrillo de concreto con adición de PET es de 3 mm; en

correspondencia con Astopilco (2015) encontró que la variación de los ladrillo fabricados con adición de plástico triturado ha sido mínima de 0 mm y máxima de 2,5 mm; de conformidad con Flores (2018) en su tesis para obtener el título de ingeniera civil demostró que no son significativos los valores del alveo en los ladrillos elaborados con adición de plástico PET teniendo como mínimo 0,5 mm y un valor máximo de 1.23 mm respectivamente.

El tercer objetivo específico: determinar cómo se verá afectada la propiedad de compresión del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por PET. En los resultados que se encontraron producto de adicionar a la mezcla de ladrillo PET reciclado en porcentajes de 25%, 50% y 75% se tiene una compresión mínima $f'b=58,97 \text{ kg/cm}^2$ y una máxima de $f'b=101,29 \text{ kg/cm}^2$ correspondientemente; Astopilco (2015) llegó a obtener los valores de compresión $f'b=223,99 \text{ kg/m}^2$; $f'b=170,32 \text{ kg/m}^2$ y $98,20 \text{ kg/m}^2$ respectivamente.

El cuarto objetivo específico: determinar cómo se verá afectada la propiedad de absorción del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET. En nuestro trabajo, para el caso de la absorción del ladrillo con PET se logró determinar que existe una absorción del 4,12% frente a los resultados que obtuvo en su tesis de ingeniería civil Caballero y Flórez (2017) demostrando que su investigación arrojó magnitudes bajas de absorción de un 11,9% y 11,8% respectivamente. De manera similar Astopilco (2015) ha obtenido absorción del 7,89% y 6,85% en sus ensayos realizados de ladrillos con plástico.

El quinto objetivo específico: determinar cómo se verá afectada la propiedad de densidad del ladrillo de concreto con la sustitución de arena por plástico PET. En nuestros ensayos se ha logrado determinar que la densidad del ladrillo con adición de PET ha tenido una densidad de $2,13 \text{ gr/cm}^3$; frente al trabajo de Aliaga (2017) que obtiene en sus pruebas una densidad promedio de $2,23 \text{ gr/cm}^3$; en el trabajo de Galindo (2018) remarco que la tolerancia de la densidad es hasta 4 gr/cm^3 ; según lo estipula las normas convencionales.

VI. CONCLUSIONES

Al final del desarrollo de nuestra tesis arribamos a las siguientes conclusiones; las cuales presentamos a continuación:

1. Se determinó una variabilidad porcentual de: -0,24%; -0,05% y -1,72% en la dimensión de cada ladrillo en los ensayos.
2. Las pruebas de ensayo nos permiten determinar que existe un alabeo de 3 mm en el ladrillo LCP.
3. Logramos determinar una resistencia de compresión en la unidad del ladrillo con adición de PET de 65 kg/cm².
4. En la unidad de ladrillo con plástico PET se ha determinado una absorción del 4,12% que es inferior a lo establecido en la Norma E 0.70.
5. Se ha determinado que la densidad de la unidad de ladrillo con adición de PET es de 2,18 gr/cm³.
6. Se logró determinar que las propiedades del ladrillo con PET se vieron afectadas en diferentes medidas en los diferentes ensayos que se realizaron en los laboratorios.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. A los futuros tesis de ingeniería civil o carrera profesional afin, continuar desarrollando trabajos de tesis donde se sustituya algún componente de concreto con el plástico PET para reciclar y cuidar el medio ambiente.
2. Se les recomienda a los investigadores diseñar mezclas de concreto con diferentes componentes donde el slump sea de 2" y 3"; lo cual nos permitirá una mejor trabajabilidad al momento de la elaboración de ladrillos compuestos; sin necesidad contar con una mezcla de concreto con PET cuya consistencia sea seca.
3. Al momento de realizar una mezcla de arena gruesa, cemento, PET y agua se recomienda que debe ser con un equipo de mezclado de 180 l con un motor de 800 W de potencia; porque servirá para el aseguramiento de una buena combinación y un mezclado eficiente.
4. Se recomienda contar con una mesa vibratoria que nos ayude para homogeneizar y acondicionar la arena gruesa, el cemento, el PET y agua; que nos ayude a desaparecer las cangrenas en el concreto con PET, que brinde una adecuada y óptima eficacia del material compuesto.
5. Se recomienda a las autoridades universitarias brindar más apoyo para el uso de los laboratorios en los ensayos y evitar el trámite burocrático de otras instituciones.

REFERENCIAS

- Aliaga, P. (2017). *Evaluación técnica de la mezcla de concreto con PET reciclable, para la producción de ladrillo de concreto compuesto en la construcción*. Tesis de titulación, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima.
- Ambrose, J. (2016). *Simplified engineering for architects and builders* (Décima ed.). New York, USA: JOHN WILEY & SONS INC.
- Arroyo, J., Morán, F. y García, A. (2018). *Hormigón armado* (Dieciseisava ed.). Madrid, ESPAÑA: CINTER DIVULGACIÓN TÉCNICA.
- ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION. (2013). *Guía de indicadores ambientales en el sector de la construcción*. Madrid: AENOR.
- Astopilco, A. (2015). *Comparación de las propiedades físico - mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos de plásticos de PVC, Cajamarca, 2015*. Tesis de Ingeniero, Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Barker, R. (2017). *Design of highway bridges: an Irfp approach* (Segunda ed.). USA: JOHN WILEY & SONS INC.
- Bezerra, P. (2016). *Study of dosage and production of structural blocks in concrete with incorporation of micronized polyethylene terephthalate*. Tesis doctoral, Universidade Federal de Campina Grande, Paraiba.
- Burgos, J. (2010). *Matemática aplicada a la edificación*. Madrid, España: García Moroto Editores.
- Caballero, B. y Flórez, O. (2017). *Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietilen - Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción*. Tesis de Ingeniero, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Cambell, J. (2014). *Construcciones de albañilería*. Chicago: Network Editores.

- CONAM. (23 de marzo de 2018). Inventario de emisiones atmosféricas. *Boletín Informativo del Medio Ambiente*. Pueblo Libre, Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- Echeverría, E. (2017). *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*. Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., y Rizq, E. (30 de Noviembre de 2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista de Ingeniería de Construcción*, XXIX(3), 234-254. Recuperado el 06 de Junio de 2020, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000300002
- Evans, V., Dooley, J. y Revels, J. (2018). *Construction I building*. ES, USA: EXPRESS PUBLISHING.
- Flores, N. (2018). *Influencia de la dosificación en las características físico - mecánica de la unidad de ladrillo fabricados con productos plásticos reciclados 2018*. Tesis de Ingeniero, Universidad César Vallejo, Lima.
- Fuente, N., Fragozo, O., y Vizcaino, L. (4 de Septiembre de 2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. *Revista de Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, II(25), 99-116. Recuperado el 04 de Julio de 2020, de <https://doi.org/10.18359/rcin.1434>
- Gaggino, R. (2016). *Elementos de la construcción con PET* (Cuarta ed.). Córdoba, Argentina: Ateneo.
- Gaggino, R., Kreiker, M., Mattioli, A. y Argüello, P. (2015). *Local enterprises plastic waste innovative materials construction*. Tesis de maestría, Universidad de Milano, Milano.
- Galán, E. y Aparicio, P. (2017). *Materias primas para la industria cerámica*. Sevilla, España: Fondo Editorial Universidad de Sevilla.

- Galindo, G. (2018). *Bibliographical revision on the use of plastic as a new material in manufacture of concrete blocks for the construction industry*. Tesis de bachiller, UNiversidad Católica San Pablo, Arequipa.
- Galindo, G. (2018). *Revisión bibliográfica sobre el uso del del plástico como un nuevo material en fabricación de bloques de concreto para la industria de la construcción*. Tesis de Bachiller, Universidad Católica San Pablo, Arequipa.
- García, A. (2016). *Implementar un programa de logística inversa*. Veracruz, México: Eumed.
- Ge, Z., Yue, H. y Sun, R. (2015). Properties of mortar produced with recycled clay brick aggregate and PET. *Construction and Building Materials*(93), 851-856.
- González, B. (2017). *Análisis microscópico para un material compuesto de productos reciclados*. Universidad Autónoma de México. Ciudad de México: Universidad Autónoma de México.
- Hernández, R., Fernández, C, y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Distrito Federal, México: Mc GrawHill.
- Kien, N., Satomi, T. y Takahashi, H. (2018). Recycling woven plastic sack waste and PET bottle waste as fiber in recycled aggregate concrete: An experimental study. *Waste Management*(78), 79-93.
- Kien, N., Satomi, T. y Takahashi, H. (2018). Recycling woven plastic sack waste and PET bottle waste as fiber in recycled aggregate concrete: An experimental study. *Waste Management*(78), 79-93.
- Martínez, A. y Cote, M. (Diciembre de 2014). Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando Materiales a Base de PET. *INGE CUC*, X(2), 76-80.
- Ministerio de Vivienda y Construcción. (22 de abril de 2006). Norma Técnica E.070 Albañilería. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda y Construcción.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). Norma E070. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú: MVCS.

- Morales, M. (2016). *Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado*. Tesis pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Nabajyoti, J. (18 de agosto de 2015). Polyethylene Terephthalate as an Aggregate in Concrete. *Concrete, II(16)*, 341-350. Recuperado el 18 de Junio de 2020
- Neumann, E. (2015). *Thermoplastic polyesters*. New York, USA: Bakker M. John Wiley. Recuperado el 5 de Mayo de 2020, de http://www.ambientum.com/revista/1_24/2001_24_SUELOS/MPCTPLST 1.
- Nováková, K., Šepsb, K. y Achtena, H. (2017). Experimental development of a plastic bottle usable as a construction building block created out of polyethylene terephthalate: Testing PET(b)rick 1.0. *Journal of Building Engineering(12)*, 239-247.
- Pingarrón, Y. (2019). *Materiales para la construcción*. México: Limusa.
- PRAL. (18 de Julio de 2019). *Detrás de los ladrillos: una gestión integral para el sector informal*. Obtenido de Materiales de construcción: <https://www.swisscontact.org/es/country/peru/recursos/biblioteca.html>
- Praveen, M., Ambika, K., Pavithra, P. y Varsha, T. (2016). *Comparative Study on Waste Plastic Incorporated Concrete Blocks with Ordinary Concrete Blocksp*. Nueva Delhi, India: KANNADHASAN PATHIPPAGAM.
- Raongjanta, W., Jingb, M. y Khamputc, P. (2015). Lightweight Concrete Blocks by Using Waste Plastic. *Construction Research, XIX(43)*, 167-184.
- Rojas, E. y Rueda, R. (2014). *Análisis del comportamiento mecánico de ladrillos estructurales utilizando el polipropileno de materiales plásticos reciclables*. Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga.
- Santiago, R. (13 de Abril de 2015). Diseño y elaboración de adoquines de pet reciclado. *Ideas en ciencia(44)*, 7-18.
- Sina, S. y Amani, A. (16 de noviembre de 2016). Use of recycled plastic water bottles in concrete blocks. *Procedia Engineering(164)*, 214-221.

Sutlz, R. (2014). *Appropriate building materials*. St. Gallen: SKAT Publications.

Taaffe, J. O'Sullivan, S., Ekhlaur, M. y Pakrashi, V. (2014). Experimental characterisation of Polyethylene Terephthalate (PET) bottle Eco-bricks. *Materials and Design*(60), 50-56.

Waroonkun, T., Puangpinyo, T. y Tongtuam, Y. (28 de abril de 2017). The Development of a Concrete Block Containing PET. *Plastic Bottle Flakes*, X(6), 62-79. Recuperado el 30 de Mayo de 2020

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Def. Conceptual	Def. Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida
Variable Independiente (X)	Según Chávez (2014) los ladrillos con plástico PET, se definen como unidades de albañilería hechas con envases de PET y otros desechos plásticos. Estos ladrillos pueden contener cemento, agregados pétreos o arena. O simplemente ser de plástico. Por lo general están hechos de material reciclado. Los ladrillos PET se caracterizan por tener un peso específico bajo con relación a ladrillos tradicionales.	Es una variable de tipo cuantitativa que se tiene que tener en cuenta su composición de PET, arena, cemento y agua.	Dosificación	Molde	24cmx12cmx9cm
Diseño de ladrillo modificado				Cantidad de PET	g
				Cantidad de Arena	kg
				Cantidad de cemento	kg
				Cantidad de agua	m ³
Variable Independiente (X)	Según LLique (2017) los ladrillos de concreto con reemplazo porcentual de agregados por hojuelas de plástico PET reciclados y fueron sometidos a los ensayos principales que se realizan a las unidades de albañilería de acuerdo a la norma E 070, por no existir un reglamento específico para ladrillos de concreto con contenido de PET.	Es una variable de tipo cuantitativa que se tiene que considerar sus propiedades físicas y mecánicas.	Ladrillo según Norma Nacional E070	Altura	cm
Estructura de Ladrillo				Ancho	cm
				Longitud	cm
				Mecánica	kg/cm ²
				Alaveo	mm
				Absorción	L
				Densidad	kg/m ³

ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITANTES : CORONEL CASTILLO, Omar Jhave
DUEÑAS ARCE, Javier Edgar

TÍTULO DEL PROYECTO : Evaluación de las propiedades de ladrillo de concreto en la sustitución parcial de arena por plástico PET

INSTITUCIÓN : Universidad César Vallejo

DIRECCIÓN : Av. Larco 1770, Trujillo 13001

FECHA : Ciudad Universitaria, 20 de febrero de 2020

ESPECIFICACIONES:

1. La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
2. La resistencia en compresión de diseño especificada es de 140 kg/cm^2 , a los 20 días.

MATERIALES:

- a) **Cemento:** Cemento Andino Tipo IV; peso específico $3,12 \text{ gr/cm}^3$.
- b) **Agua:** Potable.
- c) **Agregado fino:**
 - Ferretería SEDELOMI – Cantera “El Zorro Yangaly”, Hualhuas.
 - Peso específico de masa : $2,562 \text{ gr/cm}^3$
 - Peso unitario suelto : 1475 kg/m^3
 - Peso unitario compactado : 1865 Kg/m^3
 - Contenido de humedad : $2,91\%$
 - Absorción : $2,91\%$
 - Módulo de fineza : $2,97$
 - Malla : $200 \text{ 9,48}\%$
- d) **Agregado grueso:**
 - Ferretería SEDELOMI – Cantera “El Zorro Yangaly”, Hualhuas.
 - Piedra perfil angular
Tamaño Máximo nominal : $3/8''$
 - Peso unitario suelto : 1345 kg/m^3
 - Peso unitario compactado : 1461 kg/m^3
 - Peso específico de masa : $2,691 \text{ gr/cm}^3$
 - Absorción : $0,909\%$
 - Módulo de fineza : $5,45 \text{ Adime}$
 - Contenido de humedad : $0,35\%$
 - Malla 200 : $0,0\%$

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es de 207 l/m³.

RELACIÓN AGUA CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0,68.

FACTOR CEMENTO

F.C.: $207/0,68 = 303 \text{ kg/m}^3 = 7,1 \text{ bolsas/m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento : 303 kg/m³

Agua efectiva : 194 l/m³

Agregado fino : 1122 kg/m³

Agregado grueso : 649 kg/m³

PROPORCIÓN EN PESO HÚMEDOS

303 : 1122 : 649 : 194

303 : 1122 : 649 : 194

1 : 3,6 2,14/24,2 l/bolsa



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

ASTM 339.034, NTP C39

ATENCIÓN : CORONEL CASTILLO, Omar Jhave

DUEÑAS ARCE, Javier Edgar

TÍTULO DEL PROYECTO : Evaluación de las propiedades de ladrillo de concreto

en la sustitución parcial de arena por plástico PET

INSTITUCIÓN : Universidad César Vallejo

DIRECCIÓN : Av. Larco 1770, Trujillo 13001

FECHA : Ciudad Universitaria, 20 de febrero de 2020

LADRILLO DE CONCRETO CON PET Y SIN PET							
ORDEN	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CARGA MAX (kg)	SECCIÓN (m ²)	RESISTENCIA
1	Concreto sin adicinante	06/01/2020	13/01/2020	7	10620	89	119
2	Concreto sin adicinante	06/01/2020	13/01/2020	7	10870	89	122
3	Concreto sin adicinante	06/01/2020	13/01/2020	7	12400	89	140
4	Concreto sin adicinante	06/01/2020	20/01/2020	14	11310	89	127
5	Concreto sin adicinante	06/01/2020	20/01/2020	14	13240	86	154
6	Concreto sin adicinante	06/01/2020	20/01/2020	14	11410	89	128
7	Concreto sin adicinante	06/01/2020	03/02/2020	28	18620	90	208
8	Concreto sin adicinante	06/01/2020	03/02/2020	28	15390	89	172
9	Concreto sin adicinante	06/01/2020	03/02/2020	28	11920	89	134


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
OFICINA GENERAL DE LABORATORIO
JEFATURA
HUANCAYO - PERÚ
Dr. Andres Rojas Corsino
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

ASTM 339.034, NTP C39

ATENCIÓN : CORONEL CASTILLO, Omar Jhave

DUEÑAS ARCE, Javier Edgar

TÍTULO DEL PROYECTO : Evaluación de las propiedades de ladrillo de concreto

en la sustitución parcial de arena por plástico PET

MATERIAL : Unidades de concreto compuesto con PET

INSTITUCIÓN : Universidad César Vallejo

DIRECCIÓN : Av. Larco 1770, Trujillo 13001

FECHA : Ciudad Universitaria, 20 de febrero de 2020

LADRILLO COMPUESTO CON PET												
RESISTENCIA DE COMPRESIÓN fb												
Orden	Identificación	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Fb (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Desviación estándar	Fb' (kg/cm ²)
1	PRUEBA	06/01/2020	06/02/2020	P1-A	23,000	12,563	288,95	37130	128,50	139,32	13,26	126
2		06/01/2020	06/02/2020	P1-B	23,150	12,539	290,28	45860	157,99			
3		06/01/2020	06/02/2020	P1-C	23,200	12,844	297,98	39180	131,48			
4	0,25 PET	08/01/2020	06/02/2020	P2-A	22,950	12,538	287,75	27940	97,10	92,66	3,14	90
5		08/01/2020	06/02/2020	P2-B	22,950	12,553	288,09	26020	90,32			
6		08/01/2020	06/02/2020	P2-C	23,000	12,531	288,21	26100	90,56			
7	0,50 PET	14/01/2020	06/02/2020	P3-A	22,950	12,483	286,48	11390	39,76	36,48	3,57	34
8		14/01/2020	06/02/2020	P3-B	23,000	12,343	283,89	10510	37,02			
9		14/01/2020	06/02/2020	P3-C	23,000	12,521	287,98	9410	32,68			
10	0,75 PET	18/01/2020	06/02/2020	P4-A	22,900	12,566	287,76	5830	20,26	29,67	8,77	23
11		18/01/2020	06/02/2020	P4-B	23,000	12,520	287,96	8970	31,15			
12		18/01/2020	06/02/2020	P4-C	23,000	12,588	289,52	10890	37,61			



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
OFICINA GENERAL DE LABORATORIO

Dr. Andres Rojas Corsino
JEFE

ENSAYO DE DENSIDAD

ITINTEC, 2002

ATENCIÓN

: CORONEL CASTILLO, Omar Jhave

DUEÑAS ARCE, Javier Edgar

TÍTULO DEL PROYECTO
concreto

: Evaluación de las propiedades de ladrillo de

en la sustitución parcial de arena por plástico PET

MATERIAL
PET

: Unidades de concreto compuesto con PET con

INSTITUCIÓN

: Universidad César Vallejo

DIRECCIÓN

: Av. Larco 1770, Trujillo 13001

FECHA

: Ciudad Universitaria, 20 de febrero de 2020

DENSIDAD DEL LADRILLO DE CONCRETO CON PET					
Orden	Espécimen N°	Peso (gr) sumergido en H2O	Seco	Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)
1	L-1	2214	4107	1893	2.17
2	L-2	2190	4011	1821	2.20
3	L-3	2285	4229	1944	2.18
				Promedio	2.18

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
OFICINA GENERAL DE LABORATORIO
JEFATURA
HUANCAYO
Dr. Andres Rojas Corsino
JEFE

ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP 399.604 y 399.1613

ATENCIÓN : CORONEL CASTILLO, Omar Jhave
DUEÑAS ARCE, Javier Edgar

TÍTULO DEL PROYECTO : Evaluación de las propiedades de ladrillo de concreto
en la sustitución parcial de arena por plástico PET

MATERIAL : Unidades de concreto compuesto con PET

INSTITUCIÓN : Universidad César Vallejo

DIRECCIÓN : Av. Larco 1770, Trujillo 13001

FECHA : Ciudad Universitaria, 20 de febrero de 2020

ABSORCIÓN DE LADRILLO CON PET				
Orden	Espécimen N°	Peso saturado (wa)	Peso seco (ws)	Porcentaje de absorción (%)
1	L-1	4279.8	4086.4	4.73%
2	L-2	4164.1	4003.9	4.00%
3	L-3	4236.9	4070.5	4.09%
4	L-4	4114.2	3953.5	4.06%
5	L-5	4348.4	4193.3	3.70%
			PROMEDIO	4.12%

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
OFICINA GENERAL DE LABORATORIO
Dr. Andres Rojas Corsino
JEFE

ENSAYO DE ALABEO

NTP 399.61

ATENCIÓN

: CORONEL CASTILLO, Omar Jhave

DUEÑAS ARCE, Javier Edgar

TÍTULO DEL PROYECTO
concreto

: Evaluación de las propiedades de ladrillo de

en la sustitución parcial de arena por plástico PET

MATERIAL

: Unidades de concreto compuesto con PET

INSTITUCIÓN

: Universidad César Vallejo

DIRECCIÓN

: Av. Larco 1770, Trujillo 13001

FECHA

: Ciudad Universitaria, 20 de febrero de 2020

LADRILLOS DE CONCRETO CON PET										
Espécimen N°	CONVEXIDAD					CONCAVIDAD				
	Cara superior (mm)		Cara superior (mm)		MEDIA	Cara superior (mm)		Cara superior (mm)		MEDIA
1	6	6	1		4.33				1	1
2	2	4			3			1	1	1
3	3	3			3			1	2	1.5
4	4	3			3.5			1	0	0.5
5	2	4			3			1	0	0.5
			MEDIA DE LA CONVEXIDAD (mm)		3.37			MEDIA DE LA CONCAVIDAD (mm)		0.90



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
OFICINA GENERAL DE LABORATORIO

Dr. Andres Rojas Corsino
JEFE

ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

NTP 399.613 y 399.604

ATENCIÓN : CORONEL CASTILLO, Omar Jhave
DUEÑAS ARCE, Javier Edgar

TÍTULO DEL PROYECTO : Evaluación de las propiedades de ladrillo de concreto
en la sustitución parcial de arena por plástico PET

MATERIAL : Unidades de concreto compuesto con PET

INSTITUCIÓN : Universidad César Vallejo

DIRECCIÓN : Av. Larco 1770, Trujillo 13001

FECHA : Ciudad Universitaria, 20 de febrero de 2020

LADRILLO DE CONCRETO CON PET												
Especimen N°	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	L1	L2	L3	Ln	L1	L2	L3	Ln	L1	L2	L3	Ln
1	232.20	231.00	231.40	231.53	125.50	124.40	124.20	124.70	90.10	91.85	93.10	91.68
2	230.40	230.10	231.60	230.70	124.30	124.30	126.20	124.93	91.50	90.25	91.20	90.98
3	229.90	228.30	228.00	228.73	126.00	125.40	126.50	125.97	95.10	93.60	92.30	93.67
4	230.30	230.80	231.40	230.83	124.40	124.50	126.50	125.13	92.05	88.85	91.00	90.63
5	231.50	230.00	231.30	230.93	124.60	124.40	124.80	124.60	92.40	90.05	89.90	90.78
			MP	230.55			MP	125.07			MP	91.55
			ME	230.00			ME	125.00			ME	90.00
			V%	-0.24			V%	-0.05			V%	-1.72


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
OFICINA GENERAL DE LABORATORIO
Dr. Andres Rojas Corsino
JEFE



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), JAVIER EDGAR DUEÑAS ARCE, OMAR JAHVE CORONEL CASTILLO estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LADRILLO DE CONCRETO CON LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA ARENA POR PLÁSTICO RECICLADO PET", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el :

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

En tal sentido asumo (asumimos) 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.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
JAVIER EDGAR DUEÑAS ARCE DNI: 15425175 ORCID 0000-0002-9979-204	Firmado digitalmente por: JDUENASARC el 24 Mar 2021 23:28:26
OMAR JAHVE CORONEL CASTILLO DNI: 23270528 ORCID 0000-0002-0120-1299	Firmado digitalmente por: OCORONELC el 24 Mar 2021 23:11:10

Código documento Trilce: