



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021”

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Pérez Collantes, Diego Saul (ORCID: 0000-0002-2777-3367)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## DEDICATORIA

Para mi madre Romy Madgaly Collantes Ramos, por su gran apoyo y su amor absoluto que me ofrece todos los días y por la lucha constante para lograr estos objetivos.

A toda mi familia por su apoyo y confianza que me brindan para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios Padre todopoderoso creador del universo, gracias por el regalo de la vida y por los dones que me brindan en los momentos difíciles.

A la Universidad César Vallejo por ofrecerme y darme la oportunidad de formarme en mi carrera profesional.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	13
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos. ....	15
3.5. Procedimientos. ....	16
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos Éticos... ..	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN... ..	35
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES .....	38
REFERENCIAS .....	39
ANEXOS .....	43

## Índice de tablas

Tabla 1. .... Cantidad de ladrillos por porcentaje de plástico PET .....	14
Tabla 2. ....Ensayos e instrumentos .....	15
Tabla 3. .... Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural ...	22
Tabla 4. .... Dosificación del ladrillo patrón.....	26
Tabla 5. ....Dosificación del ladrillo con 10% de agregado PET .....	26
Tabla 6. .... Dosificación del ladrillo con 10% de agregado PET .....	26
Tabla 7. .... Dosificación del ladrillo con 25% de agregado PET .....	27
Tabla 8. .... Dosificación del ladrillo con 25% de agregado PET .....	27
Tabla 9.....Dosificación del ladrillo con 40% de agregado PET.....	27
Tabla 10.....Dosificación del ladrillo con 40% de agregado PET .....	28
Tabla 11.....Dosificación del ladrillo .....	28
Tabla 12.....Ensayo de compresión en unidades de ladrillos.....	30
Tabla 13.....Resistencia a la compresión diagonal en murete .....	32
Tabla 14.....Ensayo de Variabilidad dimensional.....	33

## Índice de gráficos y Figuras

Figura 01. .... Grafica de resistencia a la compresión .....	13
Figura 02..... Mapa del Perú... .....	18
Figura 03..... Ubicación satelital de Av. Los técnicos... .....	19
Figura 04..... Distancia de UCV al AAHH San Benito.....	19
Figura 05..... Terreno de estudio... .....	19
Figura 06..... Obtención del agregado fino .....	20
Figura 07..... Obtención del agregado fino .....	20
Figura 08..... Gráfico del contenido de humedad de la muestra natural.....	20
Figura 09..... Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.....	21
Figura 10..... Gráfico del contenido de humedad de la muestra natural.....	22
Figura 11..... Grafico del peso unitario suelto del agregado fino .....	23
Figura 12..... Gráfico del peso unitario compactado del agregado fino .....	23
Figura 13..... Grafico del porcentaje de absorción del agregado fino .....	24
Figura 14..... Dimensionamiento del ladrillo PET .....	25
Figura 15..... Mezcla de cemento, arena y agua más PET .....	29
Figura 16..... Ensayo de compresión.....	29
Figura 17..... Grafico del Ensayo de compresión en unidades de ladrillos... ..	30
Figura 18..... Ensayo de murete.....	31
Figura 19..... Ensayo de murete.....	31
Figura 20..... Gráfico de la resistencia a la compresión diagonal en muretes.	32
Figura 21..... Medición de ladrillo con agregado PET.....	33
Figura 22..... Medición de ladrillo con agregado PET.....	33

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia del plástico PET en las propiedades del ladrillo de concreto ecológicos en viviendas unifamiliares, Carabayllo, 2021; se realizaron ensayos a las unidades de ladrillos tales como su resistencia a la compresión, resistencia a la compresión en muretes y su variabilidad dimensional. El diseño de investigación fue cuasi experimental con un enfoque cuantitativo. La incorporación del plástico PET según porcentajes fueron 10%, 25% y 40% según el peso de la arena gruesa, los resultados según los objetivos específicos planteados fue determinar la mejora en su resistencia a la compresión, el cual se logró el incremento con un 25% con un  $258.90 \text{ kg/cm}^2$ , el segundo objetivo específico fue determinar el incremento de la resistencia a la compresión diagonal en muretes dando como resultado la disminución desde un  $15.81 \text{ kg/cm}^2$  hasta el  $7.07 \text{ kg/cm}^2$  proporcional a la incorporación del PET y el último objetivo específico fue determinar la mejora de su fabricación dimensional, dando así la característica de ladrillos de tipos IV y V esto para una óptima resistencia en sus propiedades. Conclusión, la incorporación del PET mejora en su mayoría las propiedades del ladrillo de concreto.

Palabras clave: Plástico PET, resistencia, muretes, variabilidad.

## **ABSTRACT**

The general objective of this research was to evaluate the influence of PET plastic on the properties of ecological concrete bricks in single-family houses, Carabayllo, 2021; tests were carried out on brick units such as their compressive strength, compressive strength in walls and their dimensional variability. The research design was quasi-experimental with a quantitative approach. The incorporation of PET plastic according to percentages were 10%, 25% and 40% according to the weight of the coarse sand, the results according to the specific objectives set was to determine the improvement in its compressive strength, which was achieved with an increase of 25% with a 258.90 kg/cm<sup>2</sup>, the second specific objective was to determine the increase in the diagonal compressive strength in walls resulting in a decrease from 15.81 kg/cm<sup>2</sup> to 7.07 kg/cm<sup>2</sup> proportional to the incorporation of PET and the last specific objective was to determine the improvement of its dimensional manufacturing, thus giving the characteristic of bricks of types IV and V for an optimum resistance in its properties. Conclusion, the incorporation of PET mostly improves the properties of the concrete brick.

Keywords: PET plastic, strength, walls, variability.



## I. INTRODUCCIÓN

Unos de los grandes problemas en nuestra sociedad son los residuos sólidos que se genera anualmente como son los envases de bebidas plásticas y otros productos textiles plásticas, la cual tardan en degradarse un aproximado de 100 a 1000 años, resultando esto un impacto negativo al medio ambiente. Unas de las respuestas inmediatas frente al impacto ambiental es el reciclaje de recipientes de plásticos PET (Polyethylene terephthalate) llevando a grandes industrias para la transformación a una materia prima, una alternativa ecológica es la fabricación de materiales de construcción. Esta aplicación permite en muchos ámbitos una reducción de costos y un gran beneficio y concientización sobre el reciclaje y sus usos.

A nivel mundial, esta nueva técnica de fabricación de materiales de construcción ha sido implementada por viviendas pilotos para reducir el déficit de la adquisición de vivienda y la contaminación ambiental, los países como Colombia, Argentina y Ecuador han adecuado esta nueva tecnología en sus investigaciones para así dar mayores opciones de procesos constructivos contribuyendo a un marco socioeconómico.

La importancia de las propiedades del material PET en fabricación de ladrillos producen vacíos esto permite que los ladrillos tengan una mayor resistencia a la compresión a un ladrillo convencional, menor peso y propiedades termo acústicas, estos tipos de ladrillos son solo usados en mamposterías, ya que no son de carga estructural a pesar de presentar una imagen muy parecida al hormigón, el ladrillo presenta una característica asísmica, eso quiere decir que al presentar propiedades porosas, estas se adaptan a las ondas que producen los movimientos telúricos permitiendo así un retardado punto de quiebre.

En el Perú, el estudio e implantación de esta técnica de construcción sería muy importante tanto social y económica, ya que somos unos de los países que conforman el cinturón de fuego donde ocurren los mayores registros sísmicos, y un terreno accidentado al igual que una gran cantidad de población necesitada de una hogar, pero con escasos recursos económicos, esto permitiría que las empresas recicladoras y las municipalidades se unan en proyectos de viviendas, en lugares donde menos recursos cuenten y así contar con viviendas dignas.

En los últimos años la población peruana ha ido creciendo deseando así una vivienda donde poder establecerse con su familia, al no contar con recursos y lugares apropiados donde habitar, estas invadieron lugares de poca accesibilidad y crearon viviendas hechas de material noble o de esteras, unos de los problemas en nuestro país es el desconocimiento y el poco valor que cuentan los estudios de la fabricación de ladrillos de concreto con PET, cuando en realidad este proyecto podría ser la solución a tantas viviendas mal construidas en todo el Perú. En diferentes regiones del país encontramos ensayos del comportamiento de esta técnica de construcción como Cajamarca, Chimbote y Arequipa, donde el fin común es aprovechar la gran cantidad de plásticos amontonados en depósitos municipales y aprovechar esa materia prima en una fabricación de viviendas ambientalistas.

El distrito de Carabaylo es el distrito más extenso de la provincia de Lima, esta se encuentra al norte de la ciudad, la cual colinda en los ambos márgenes del Río Chillón, donde actualmente se encuentra la asociación de vivienda auto gestionada San Benito donde están en pasos de desarrollo urbanístico, presentando 2400 familias con una cantidad aproximada de 12000 habitantes (Cidap, 2007), en esta zona presenta pendientes considerables y suelos irregulares.

De acuerdo al tipo de terreno que presenta, el distrito de Carabaylo se observó diferentes tipos los cuales varían entre arenoso, arcilloso y rocoso, la zona de las lomas de Carabaylo cuentan con muchas viviendas autoconstruidas donde se visualizó muchas de ellas con gran desnivel tanto por el peso del mismo o por el suelo y las noches con precipitaciones muy bajas, así como fisuras en los ladrillos convencionales, esto genera como una nueva opción la de incorporar material PET como alternativa de fabricación de ladrillos de concreto y construcción de las mismas, también se identificaron zonas de recolección de plásticos en grandes masas y botaderos de todas las zonas colindantes del distrito.

**Formulación del problema:** Muchas de las construcciones de Carabaylo son de material noble, ya que no presentan muchos recursos o que los terrenos de estas puedan presentar irregularidad en su suelo, ante este requerimiento por la necesidad de solucionar estas y muchos factores ambientales se analizó la introducción de un material que pueda mejorar la construcción y la vida de la población, esto nos arroja una introducción de material PET dentro de ladrillos de

concreto esto permite la disminución de la carga muerta que genera la vivienda y disminuye los posibles asentamientos, al igual que los materiales PET presentan propiedades de acoplamiento a diferentes fuerzas actuantes reduciendo así fisuras en su estructura.

Es por ello, que en esta investigación planteamos el siguiente problema general: ¿De qué manera influye el plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021? A su vez se plantearon los problemas específicos: ¿Cuánto influye el plástico PET en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021?; ¿Cuánto influye el plástico PET en su resistencia a la compresión diagonal en murete de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021?; ¿Cuánto influye el plástico PET en su variación dimensional del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021?

Como justificación a la investigación desarrollada se plantea una alternativa ecológica y ambientalista como la inserción de los plásticos en los procesos constructivos, ya que, esta le da un beneficio económico a las familias que opten por esta alternativa, disminuyendo significativamente los costos generales de la construcción así como el conocimiento de un ecosistema más amigable: **Justificación teórica**, de acuerdo a la variable independiente incorporación del PET se señala que este procedimiento permite que el material al agregarse cuenta con un aumento de resistencia la fatiga y al desgarrar y presenta una fuerte tenacidad<sup>1</sup>, por ello este tipo de método permite que el componente del ladrillo de concreto con material PET tenga una alta resistencia a diferentes acciones y cargas que puedan sufrir con el tiempo. Respecto a la variable dependiente ladrillos ecológicos se indica que el ladrillo ecológico cuenta con propiedades aislantes del frío y calor exterior, así como la reducción significativa de los costos, también presenta una óptima resistencia a cargas muy grandes<sup>2</sup>. **Justificación social**, este proyecto beneficiará a la población de la asociación de viviendas auto gestionada San Benito, ya que se emplearía una nueva técnica de autoconstrucción mostrando al igual la importancia ambiental y el cuidado de nuestro planeta, al incorporar este material se obtendrá mayor conocimiento tanto de los usos en estas y diferentes

zonas de Carabayllo, dando así un nuevo método de análisis de datos del distrito, con una base de datos de otros lugares donde aplican los materiales PET u otros materiales derivadas del plástico con el mismo motivo de poder obtener resultados óptimos del ladrillo ecológico y sus grandes problemas de acumulación de plásticos. **Justificación ambiental**, el uso del plástico PET reciclado tiene como objetivo la concientización del reciclaje, esto para lograr el aprovechamiento de grandes cantidades que el hombre desecha diariamente y lograr la reutilización para fines constructivos. **Justificación Metodológica**, esta metodología ayudara a conocer y comprender una nueva técnica de construcción referente a la incorporación del plástico PET en propiedades de ladrillos de concreto ecológicos en vivienda unifamiliares, Carabayllo -2021.

A continuación, se indica la hipótesis general: La influencia del plástico PET con porcentajes de 10%, 25% y 40% mejora las propiedades del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021. A su vez la plantearon diferentes hipótesis específicas como: El material PET aumenta en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021; El material PET incrementa en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021; El material PET reduce a su variación dimensional del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021.

También se planteó el Objetivo general: Evaluar la influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021; Así como los objetivos específicos tales como: Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021; Determinar la influencia del plástico PET en la resistencia a la compresión diagonal en murete de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021; Determinar la influencia del plástico PET en su variación dimensional del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel nacional contamos con: **Quevedo, E. (2017)**, en su investigación menciona que unos de los problemas fundamentales del hombre y su ecosistema son los desechos que estos mismos generan, donde unos de las mayores cantidades son las botellas tipos PET la cual genera la preocupación de concientizar a la población el reciclaje de las mismas, frente a estos problemas como principal objetivo es la realización de materiales de construcción sostenibles y ecológicos en muros de viviendas, a su vez esto pueda solucionar unos de los grandes problemas que presentan en esta zona como la falta de viviendas y la contaminación ambiental, se realizó un estudio de tipo muestreo donde la población a intervenir fue el Asentamiento Humano Costa Blanca del distrito de Nuevo Chimbote, los instrumentos empleados por el autor son la recolección de datos experimentales de las propiedades y valores normadas por diferentes entes, donde se concluyó que la elaboración de una vivienda con este tipo de material es de menor costo con una adecuada condición de resistencia dentro de las normas E-070 y E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.<sup>3</sup>

**Echeverría, E. (2017)**, tuvo como objetivo de la investigación determinar las propiedades físicas mecánicas del ladrillo con material PET reciclado donde se elaboraron 4 tipos de ensayos con porcentajes crecientes de 0%, 3%, 6% y 9%, donde presenta un estudio de tipo científico la cual la población de estudio fue la misma Universidad de Cajamarca, los instrumentos empleados fueron los diferentes ensayos tanto a la compresión, corte, etc. Los resultados obtenidos fueron, resistencias a compresión de  $f'b = 161.96 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 127.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 118.80$  y  $f'b = 110.46 \text{ kg/cm}^2$ , dando así un óptimo resultado y porcentaje agregado para su uso en diferentes zonas del lugar estudiado, concluyendo así que el ladrillo de concreto con material PET presentan una alta resistencia a los desgastes, rigidez, dureza esto para una inclusión como materia prima y su cumplimiento en la norma técnica E-070 según requisitos de albañilería.<sup>4</sup>

**Aliaga, V. (2017)**, tuvo como objetivo el desarrollo de una nueva técnica para la construcción como es la introducción del polietileno de tereftalato (PET) evaluando con los requisitos necesarios que detallan en la Norma E.070 mediante ensayos en los muros de albañilería ya sea en pilas y muretes para así verificar su

comportamiento a fuerzas actuantes y las fallas que estas puedan generar. Fue un estudio de metodología experimental, los instrumentos empleados fueron los ensayos de laboratorios la cual se analizaron las características de la compresión axial ( $f'm$ ), su resistencia a corte ( $V'm$ ), y diferentes propiedades, los principales resultados fueron la  $f'm= 59 \text{ kg/cm}^2$  y  $V'm= 7.81 \text{ kg/cm}^2$  con un versus de ladrillo de King Kong de arcilla de  $f'm= 41 \text{ kg/cm}^2$  y  $V'm= 4.69 \text{ kg/cm}^2$  demostrando así el buen comportamiento del ladrillo ecológico en su fuerza axial y diagonal, unas de las comparativas resultantes a denotar son los costos de los insumos. Se concluyó que para casos del uso del material PET mezclado con concreto sea con restricciones estructurales y sea aplicable solo en diferentes materiales compuestos.<sup>5</sup>

A nivel internacional tenemos: **Herrera, R., Piñeros, M. (2018)**, tuvo como objetivo el planteamiento de lograr un material que tenga una óptima resistencia, un bajo costo, menor peso y fácil de transportar esto detalla el uso de polímeros para la fabricación de bloques de plásticos, ya que estos productos son los más desechados y esto genera demasiada contaminación. El estudio de esta tesis fue de tipo cuasi experimental obteniendo así las definiciones e importancia del uso del PET como una alternativa para la fabricación de bloques de plástico y así reducir el impacto al ambiente por la cantidad generada por parte de la ciudad de Bogotá, los instrumentos empleados fue la recolección de datos, donde los principales detalles fueron la definición del polímero PET y si adaptabilidad y propiedades concluyendo así que presentan una gran resistencia al desgaste, dimensionalmente estable y propiedades dieléctricas.<sup>6</sup>

**Angumba, P. (2016)**, se detalla que el principal objetivo es la búsqueda de sustitución del árido fino por el material PET con una dimensión de 20x10x6cm a un intervalo de 10, 25, 40, 55, 65 y 70% esto con motivo de encontrar la optimización del ladrillo con material PET. Esta investigación es de tipo experimental donde se tomó como muestra el PET y el ladrillo de arcilla por motivos de la comparación en una y otra, los instrumentos empleados fueron los ensayos en dosificaciones según los porcentajes indicados anteriormente donde los principales resultados fue donde el ladrillo optimo se encuentra al 25% de adición

PET al sometimiento de análisis térmico concluyendo así con grandes niveles de confort para una mejor calidad de vivienda.<sup>7</sup>

**Tolozano, M. (2016)**, tuvo como objetivo el desarrollo de bloques de plástico reciclado como una reacción al cuidado del medio ambiente, para ello se busca justificar su uso como una solución innovadora, constructiva, ecológica y de bajo costo, así poder introducir diferentes materiales de la construcción y así mejorar las condiciones de confort para viviendas populares ya que estas cuentan una gran efectividad aislante térmico y acústico. La metodología empleada fue de tipo cuasi experimental donde la población de estudio fue Cantón Guayaquil, zona 8, los instrumentos usados fueron ensayos de laboratorios realizados a los diferentes plásticos para un óptimo uso de diferentes plásticos como el PET, envoltura para flores, empaque de galletas, etc. Los resultados obtenidos fueron las muchas ventajas que estas pueden dar y su comportamiento a la temperatura y a los ruidos, como conclusión tenemos que este material brinda muchas ventajas por ser este un costo menor comparando a bloques tradicionales, se hizo una prueba sobre el ruido exterior que puedan provocar molestia nos da una protección de 46Db que a la misma vez es mayor que un bloque convencional.<sup>8</sup>

En otros idiomas tenemos a: **El Boulli, Y. (2017)**, el objetivo principal del Proyecto es potenciar el proceso de fabricación de ladrillos, ya que uno de los problemas es generar oportunidad alguna de reciclar este material debido a la gran contaminación que tiene Marruecos. Las propiedades de los ladrillos fabricados en el laboratorio serán comparadas con las de los ladrillos normales, con el fin, de estudiar las propiedades físicas, térmicas y mecánicas que caracterizan a cada tipo. la población de estudio es Marruecos, los instrumentos llevados a cabo fueron ensayos de laboratorio, así como el resultado de su densidad y resistencia a la compresión, dando como resultado una densidad aparente de 1635 kg/m<sup>3</sup> y 1527 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia a la compresión de 33,9 MPa y 14,2 MPa, respectivos a una fabricación del 10% y 20% de los residuos. En conclusión, se resuelve que estos tipos de ladrillos tienen una buena resistencia mecánica y un óptimo aislamiento térmico.<sup>9</sup>

**Horáková, A. and Novak, J. (2019)**, señaló que el desarrollo ambiental y sostenible de ciertas industrias de la construcción de la construcción incluye el uso de materias

primas para el diseño y la construcción de nuevas estructuras. Por otra parte, es bien sabido que China redujo elocuentemente sus importaciones de residuos plásticos en 2017, lo que plantea la cuestión de los procedimientos de gestión de dichos residuos en otros estados. Con el fin de encontrar nuevas y más eficaces formas de utilizar estos complejos procesos de reciclaje de residuos plásticos. El estudio fue experimental en el cual la población de estudio fue Thakurova, Praha 6, las muestras tomadas fueron entregadas a los ensayos de compresión de acuerdo a las proporciones porcentuales de los residuos, los instrumentos utilizados fueron ensayos de laboratorio donde los resultados obtenidos tuvieron una resistencia a la compresión de aproximadamente 60 MPa al 9% de agregado resinoso, y al 10% de agregado resinoso tuvo una resistencia a la compresión de 80 MPa, el desempeño de este material no es significativamente diferente para el del concreto convencional a base de cemento. La baja ductilidad y la fractura frágil por tracción limitan el rango de uso de este material. Sin embargo, la ventaja de este material es su alta resistencia a la tracción.<sup>10</sup>

**Kognole, R., Patil M., Patil L., Shipkule, K., Survase, U. (2019)**, uno de los objetivos fue encontrar una forma eficaz de resolver este problema de los residuos de plástico. Por lo tanto, añadimos estos residuos de plástico para crear ladrillos. Esta es actualmente la solución más económica en la industria de la construcción, así como una solución económica y ecológica para los residuos plásticos, el tipo de estudio fue experimental donde se realizaron pruebas de laboratorio para encontrar las resistencias tanto a la compresión como su acusticidad, los resultados obtenidos fueron que estos ladrillos tienen una óptima resistencia al sonido, como conclusión tenemos que para hacer estos ladrillos podemos utilizar diferentes plásticos y así poder ayudar a combatir los impactos de la contaminación ambiental.<sup>11</sup>

A nivel de Artículo tenemos a: **Bolobosky, M., Candanedo, M., Madrid, J., Marin, N., Maure, J. (2018)**, tiene como objetivo la reducción de la contaminación ambiental usando el PET, estas cuentan una buena resistencia mecánica a la compresión, comparando a los ladrillos convencionales, esto permite que se pueda promover los recursos disponibles para así no quemarlos o desecharlos afectando al medio ambiente y la población. El tipo de estudio de la investigación fue experimental, se toma como muestra las pruebas a compresión y sus restricciones



y limitaciones que presentan esta materia, los instrumentos empleados fueron ensayos de laboratorio generando así los diferentes resultados principales como su resistencia a compresión que a mayor volumen estas cuentas una menor resistencia, pero que los ladrillos de PET presentan mayor resistencia al ladrillo de arcilla común. Se concluyó que al establecer un procedimiento de la fabricación de ladrillos a base de PET con virutas metálicas estas presentan un buen comportamiento a la compresión dejando así una posibilidad de sustituir algunos materiales para que logren un mejor desempeño a las cargas actuantes.<sup>12</sup>

**Di Marco, R., León, H., Ernesto, J. (2013)**, tuvo como objetivo la evaluación de este sistema a la resistencia y la absorción del ladrillo agregando fibras de plástico PET reemplazando los materiales granulares, la comparación de porcentajes dados en la investigación fueron del 20% hasta un 40% a una muestra que no tenga % de PET, fue un estudio de tipo experimental, la población de estudio fueron las viviendas del municipio de Socorro la cual cuenta unos 5459 habitantes, la muestra fue el material PET en diferentes ensayos en concreto para lograr una factibilidad de sus propiedades, los instrumentos empleados fueron los ensayos de laboratorio para conocer su resistencia y absorción del ladrillo, los principales resultados fueron que al agregar fibras de plástico PET mejora la manejabilidad del mortero, pero con un resultado negativo en su resistencia con los porcentajes agregados mencionados anteriormente. Se concluye que mediante una óptima dosificación se pueden hallar la correcta especificación de su resistencia y variabilidad según los tratamientos de los muestreos.<sup>13</sup>

**Cerna (2014)**, tuvo como objetivo la determinación de la adición del polímero reciclados teniendo en cuenta las diferentes normas técnicas tanto como el E.070 del RNE y las normas NTP 399.604 y 399.1613, el estudio fue de tipo experimental, la población de estudio fue la ciudad de Trujillo, las muestras tomadas fueron las unidades de ladrillos de albañilería tanto la resistencia a la compresión la cual toma como mínima el valor de 130 kg/cm<sup>2</sup>, los valores porcentuales tomados para los ensayos agregando los polímeros (plástico reciclado y molido) fueron de 5, 7.5, 10, 12.5 y 15 del peso del ladrillo, los instrumentos empleados fueron ensayos de laboratorio tanto a la resistencia de la compresión y la absorción del ladrillo, los resultados del ensayo de absorción cuando se adicionaron el 5% del polímero

arroja un promedio de 2.74%, el 7.5% del polímero arroja un promedio de 4.03%, el 10% del polímero se obtiene un promedio de 4.62%, 12.5% resulto un promedio de 4.96% y al agregar el 15% del polímero se obtiene una media de 5.58%.<sup>14</sup>

Dentro de las teorías que contamos en nuestras dimensiones y variables tenemos lo siguiente: **El concreto.** El concreto u hormigón cuenta con una variedad de definiciones tales como; un producto pastoso y moldeable que tiene la característica de endurecer con el tiempo, otras de las definiciones son trozos pétreos que tienen presencia en la pasta mencionada anteriormente. A su vez, la pasta consta de agua y productos aglutinante (cemento). El agua tiene un papel doble, haciendo que la mezcla sea fluida y reaccionando químicamente con el cemento para endurecerlo.<sup>15</sup>

**Propiedades del concreto.** Las propiedades del concreto se dividen en dos estados, fresco y endurecido. En el estado fresco contamos con la trabajabilidad, segregación, Exudación, contracción, peso unitario, contenido de aire y en el estado endurecido contamos con las características de elasticidad, resistencia mecánica, durabilidad, impermeabilidad, estabilidad volumétrica, etc.<sup>16</sup> **Resistencia a la compresión.** La resistencia a la compresión se puede definir como la resistencia máxima de carga axial estas generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>), estas luego de 28 días de curado identificado con el símbolo f'c. Para determinar la resistencia a la compresión usualmente se ensaya en probetas cilíndricas de hormigón, estas para poder determinar los cálculos de diseño estructural.<sup>17</sup> **Esfuerzo cortante.** Las fuerzas cortantes se desarrollan bajo diversas condiciones en estructuras de hormigón, en la mayoría de los casos se presentan en los cálculos de vigas, lo que más nos interesa es el esfuerzo en las tensiones diagonales que generalmente van acompañado en el esfuerzo cortante.<sup>18</sup>

Por lo general, en el caso de ocurrencia simultanea de momentos flectores y en presencia de cargas axiales, el análisis de la influencia de los esfuerzos cortantes en el elemento que se somete simultáneamente a los momentos flectores.<sup>19</sup>

**Variabilidad dimensional.** De acuerdo con la normativa técnica peruana E.070 de albañilería, de acuerdo con los procedimientos de las normas NTP 399.613 y 399.604, el tamaño de estos elementos se miden en unidades enteras como la longitud, la anchura y altura estas con una medida en unidades milimétricas, una vez obtenidas se deben promediar los valores de cada ensayo.<sup>20</sup> **Definición del**

**plástico PET.** El tereftalato de polietileno también llamado PET es un polímero que se obtiene mediante una polimerización de ácido tereftálico y monoetilenglicol. Estas presentan un comportamiento de grado termoplástico y cristalinidad, una de las principales características de este material es que son totalmente reciclables, admiten segregación de colorantes permitiendo así diferentes colores de objetos fabricados, cuenta con una alta resistencia al desgaste y a los diferentes esfuerzos actuantes.<sup>21</sup> **Resistencia a la compresión diagonal,** este tipo de ensayo se desarrollan para conocer el comportamiento conjunto de entre las unidades de ladrillos y el mortero y así para lograr una óptima dosificación del material del mortero empleado para el comportamiento de las unidades armadas en los muros de albañilería.<sup>22</sup> **Contenido de humedad,** El contenido de humedad es el ensayo donde se obtiene la cantidad de agua que pueda presentar los agregados tales como la arena, estas pueden influir en las propiedades físicas de las unidades de ensayos, tales como su peso, la densidad, la viscosidad, entre otros. Este ensayo se determina por la pérdida de peso al secarse la muestra.<sup>23</sup> **Diseño de mezcla de un ladrillo,** El diseño de mezcla para un ladrillo de concreto se establece mediante la relación de agua – cemento y el agregado, esta última podrá ser una mezcla para lograr alguna mejora a sus propiedades en los diferentes ensayos.<sup>24</sup>

Existen diferentes tipos de plásticos los cuales se dividen en 7, contamos con el tereftalato de polietileno también conocido como PET, este tipo de plásticos son fabricados en botellas de agua y refrescos, los plásticos que se usan para la producción de envases químicos como productos de limpieza, botes de crema, etc. es el polietileno de alta densidad conocido también por su sigla PEAD o HDPE, estas al reciclarlas también sirven para la producción de contenedores y diferentes recipientes que necesiten una reacción a altas temperaturas. El PVC (policloruro de vinilo), LDPE o PEBD (polietileno de baja densidad), PP (polipropileno), PS (poliestireno) y otros tipos de plásticos los cuales no son reciclables, ya que son de plásticos muy contaminantes. Luego de identificar y obtener las materias primas, continuaremos seleccionando y limpiando, ya que el PET debe de estar libre de impurezas y grasas, ya que estas pueden evitar que se adhiera al mortero, este proceso de purificación se utiliza el agua, cabe recalcar que el uso de detergente o aditivos pueda hacer que se generen partículas aceitosas o grasosas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

La investigación de este proyecto está orientada a la aplicación de los conocimientos previos y práctica de diferentes materiales reciclables para la creación de ladrillos con bajo costo y gran resistencia, con el fin de contribuir nuevas técnicas de construcción. El método a tratar se basa en la incorporación del plástico PET en unidades de ladrillos y su comportamiento frente a diferentes ensayos obtenidos en laboratorios de prueba.

**Diseño de investigación:** Esta investigación es de tipo aplicada, esto con el fin de demostrar los conocimientos previos en la vida cotidiana.

El proyecto se considera cuasi experimental, ya que se irán agregándose progresivamente el material PET (0%, 10%, 25%, 40%) en la composición de un ladrillo de concreto, estos ladrillos cuentan con una apariencia a un ladrillo de hormigón, estas dosificaciones porcentuales tienen como base las diferentes investigaciones mencionadas en la presente investigación por diferentes autores realizadas en unidades de ladrillos PET y en los muretes de las mismas.

#### 3.2 Variable y Operacionalización.

**Variable Independiente:**

**Definición conceptual:** El polietileno de tereftalato también conocido como plástico PET es un plástico con características reciclables, no obstante, este material es parte de los miles de toneladas eliminadas al relleno sanitario, entre otras grandes problemáticas de contaminación ambiental, los materiales con cualidades como el PET se pueden reciclar y reutilizar, hay muchas opciones, entre ellas destaca el reciclaje mecánico.<sup>25</sup>

**Definición operacional:** Las dosificaciones del material PET (N, N+10%, N+25%, N+40%) en las unidades de ladrillo de concreto donde tomaremos 4 diseños de mezclas para ladrillos tipo PET, esto con el fin de aumentar las diferentes propiedades que puedan afectar dentro de una construcción y sea óptima según especificaciones de las normas técnicas peruanas.

Variable independiente V1: Incorporación del PET.

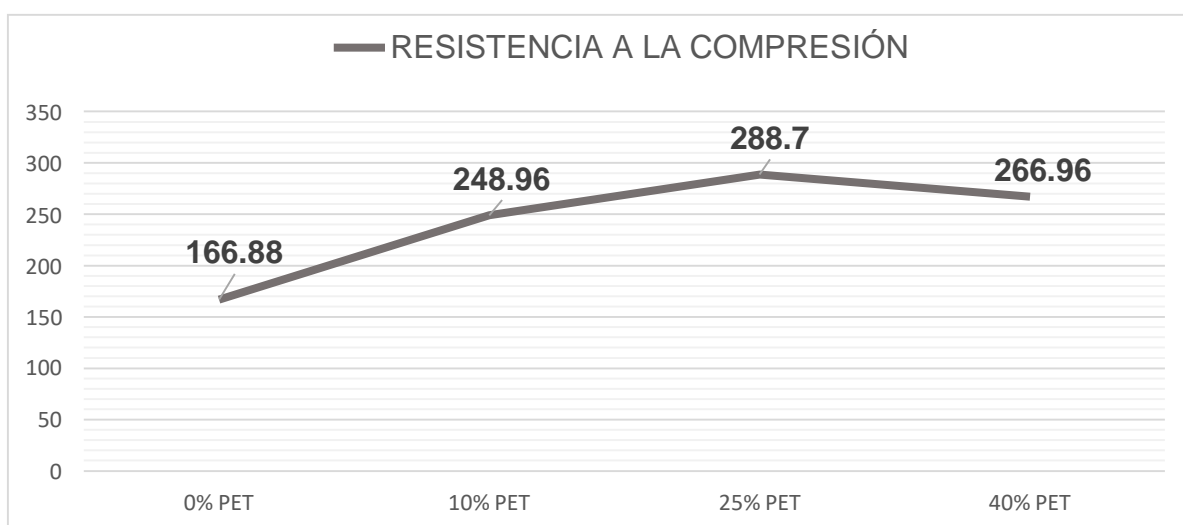
### Variable Dependiente:

**Definición conceptual:** Los ladrillos ecológicos por lo general presentan una composición de cemento y plástico reciclado, unas de las finalidades de la obtención de estos ladrillos son solo en muros de albañilería confinada, estos ladrillos no requieren procesos como las necesitarían los ladrillos convencionales.<sup>26</sup>

**Definición operacional:** La producción de los ladrillos ecológicos tiene como objetivo de mejorar las resistencias actuantes de los ladrillos de concreto con material PET estas se verificarán en los ensayos de compresión en unidades de ladrillo, resistencia a la compresión diagonal en muretes y ensayos de alabeo de los 4 diseños pre establecidos de ladrillos concreto con agregados de material PET (N, N+10%, N+25%, N+40%), estas se realizaran en laboratorios siguiendo la normatividad de la NTP 399.613, NTP 399.621, NTP 399.604 requeridas en la NTP E.070.

Variable Dependiente V2: Ladrillo ecológico.

**Figura 1:** Grafica de resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)



**Fuente:** Angumba, Pedro. 2016

### Indicadores

La presente investigación tiene como variable principal la nula incorporación del plástico PET en un ladrillo patrón, ya que, de acuerdo a estos resultados podemos comparar el cambio o mejora que presentaran en sus propiedades mediante la incorporación porcentual del 10%, 25% y 40%.

## Escala de medición

La escala de medición usada en el proyecto es la razón ya que el indicador toma como valor el 0% de agregado PET y poder así proporcionalmente identificar las características de los ladrillos

### 3.3 Población, Muestra y Muestreo

**Población.** Es un conjunto total de individuos, objetos o medidas que cuentan con algunas características observables comunes en un lugar y en un momento determinado, al realizar determinados estudios, se deben tener en cuenta algunas características básicas a la hora de seleccionar la población de estudio.<sup>27</sup>

Se considerará como población al material PET reciclado y las unidades de ladrillos con dimensiones de 9cm x 13cm x 20cm, resultado de los ensayos de compresión, alabeo y compresión diagonal, tanto en unidades de ladrillos como en los muretes.

**La Muestra.** Es parte de la población, estas pueden estar definidas como un Subgrupo de población o universo, estas deben delimitarse según las características de la población.<sup>28</sup>

La muestra para este proyecto será la recolección del pastico PET para lograr la mezcla con la fabricación de ladrillos de concreto, estas para realizar los diferentes ensayos propuestos.

**Tabla 1.** Cantidad de ladrillos por porcentaje de plástico PET

Porcentaje de plástico PET	Cantidad de ladrillos para el ensayo de resistencia a la compresión	Cantidad de ladrillos para ensayo de variación dimensional	Cantidad de ladrillos para ensayo de resistencia a la compresión diagonal en murete
N	5	8	3M * 18L = 54
10%	5	8	54
25%	5	8	54
40%	5	8	54
<b>Sub total</b>	20	32	216
<b>Total</b>	268		

Fuente: Elaboración propia.

**Muestreo.** La distribución muestral depende del tamaño general de la población, la muestra y el modo de selección de estos últimos.<sup>29</sup>

El tipo de muestreo realizada en esta investigación es no probabilísticos, puesto que no depende de fórmulas, tan solo de la elección del tesista y la cantidad de pruebas siguiendo la norma técnica peruana.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

**Técnica de recolección de datos:** Los elementos más utilizados en la recopilación de datos son los cuestionarios y las escalas de actitud, que consisten en un conjunto de preguntas sobre las variables a medir y se especifican en detalle teniendo en cuenta los objetivos de la encuesta.<sup>30</sup>

Es por esto que, para la recopilación de información se usara el método de observación para lograr así posibles soluciones al problema, así para lograr los resultados de las hipótesis planteadas. Como fuente de información se utilizaron registros bibliográficos y la técnica cuasi experimental. Estos se relacionarán a las especificaciones técnicas como la NTP 399.604, NTP 399.621 y la NTP 399.613.

### Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos son recursos del investigador para así obtener información relevante tanto como encuestas, fichas de observación, etc.<sup>31</sup>

En la presente investigación se realizarán diferentes métodos para lograr la obtención de los resultados:

- Observación
- Ensayos
- Fichas de laboratorio

**Tabla 02.** *Ensayo e instrumentos*

	<b>Ensayo</b>	<b>Instrumento</b>
Ensayos	Ensayo de compresión en unidades	Ficha de resultado de laboratorio
	Ensayo de compresión diagonal en muretes	Ficha de resultado de laboratorio
	Ensayo de variabilidad dimensional	Ficha de resultado de laboratorio

**Fuente:** Elaboración propia

**Confiabilidad:** Para que un instrumento sea confiable los datos que se obtengan deberán ser aplicadas a las variables en diferentes ocasiones, estas para obtener medidas que correspondan la a realidad a conocer.<sup>32</sup>

En tal sentido, la confiabilidad será el resultado similar a los primeros estudios de cada uno de las problemáticas que puedan ocurrir en el transcurso del proyecto, estas a su vez nos brindaran certificados con los resultados óptimos que se usaran en los diferentes ensayos.

**Validez:** Es el grado en donde se mide la variable y su confiabilidad, reflejando un dominio específico.<sup>33</sup>

Por consiguiente, los instrumento que utilizaremos en el presente proyecto serán validados por diferentes expertos del ámbito de la construcción, estos se encargarán de revisar y aprobar los instrumentos en esta investigación.

### **3.5 Procedimientos:**

El procedimiento en el cual se realizó este proyecto fue la incorporación del plástico PET en 52 ladrillos distribuidos en porcentajes de 0%, 10%, 25% y 40% y en 12 muretes con dimensiones mínimas referentes según normativa de 60 cm x 60 cm x 13 cm por cada porcentaje de plástico PET obteniendo así un total de 268 ladrillos como muestra, Se realizara un diseño de mezclas de acuerdo a los agregados obtenidos de la zona de estudios, al igual que la obtención del pastico PET será en gran parte de residuos de fábrica, dando así el logro de una economía circular con reducción de impacto ambiental. De acuerdo a los ensayos realizados se darán como referencia las normativas tales como la ntp 399.613 en la resistencia a la compresión en unidades (f`b), la ntp 399.621 en su resistencia a la compresión diagonal (V`m) y la ntp 399.604 en su variabilidad dimensional (%) todas estas en la E.070, esto para tener una referencia de intervalos óptimos y así concordancia con los resultados que se obtendrán en los ensayos de laboratorio.

### **3.6 Método de análisis de datos**

El método de análisis es una técnica la cual consiste en el estudio de los hechos, como el uso de las expresiones en cifras, así para lograr una información confiable y valida.<sup>34</sup>



El método de análisis de datos se obtendrá mediante pruebas en ladrillos de concreto con los diferentes porcentajes de agregado PET.

**Validez:** Se usarán formatos de registro de datos presentadas en los ensayos de laboratorio, para que estas puedan obtener los datos de confiabilidad.

**Confiabilidad:** El desarrollo que seguirá esta investigación para que esta sea confiable se basara en técnicas e instrumentos en formatos de laboratorio según reglamentos de la E.070.

### **3.7 Aspectos éticos**

La ética es la ciencia o disciplina que define las leyes o normas que deben cumplir en las actividades o comportamientos de la humanidad.<sup>35</sup>

Como alumno de la gloriosa carrera profesional de Ingeniería civil, este proyecto se llevará a cabo con total honestidad, respeto y confianza citando a cada autor que se haya incluido en la recopilación de información y definición de cada antecedente, respetando la integridad intelectual, las cuales al finalizar serán sometidas a comparaciones por la herramienta web Turnitin.

#### IV. RESULTADOS

##### Nombre de la tesis:

“Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021”

##### Ubicación:

Departamento : Lima Provincia : Lima

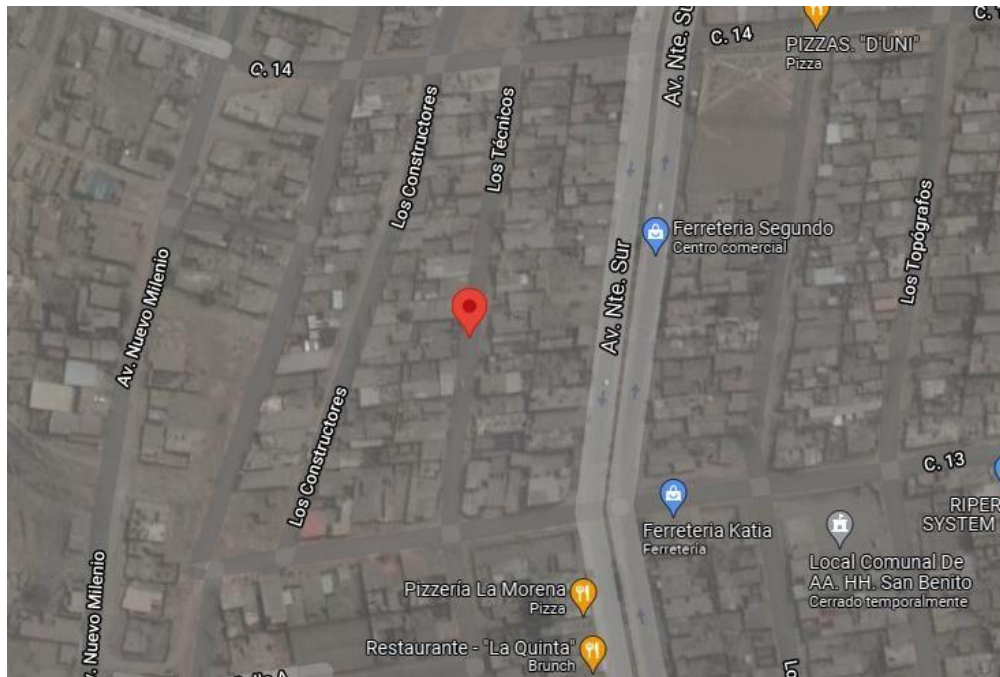
Distrito : Carabaylo

Ubicación : San Benito



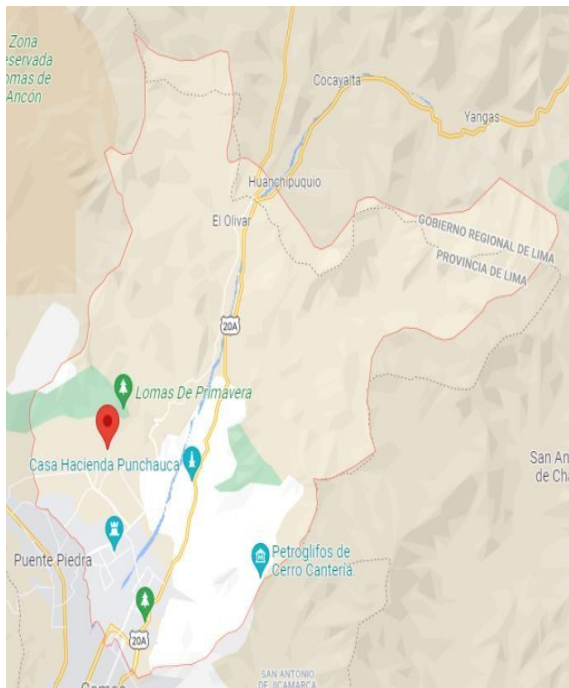
**Figura 02:** Mapa del Perú

**Fuente:** Google Maps.



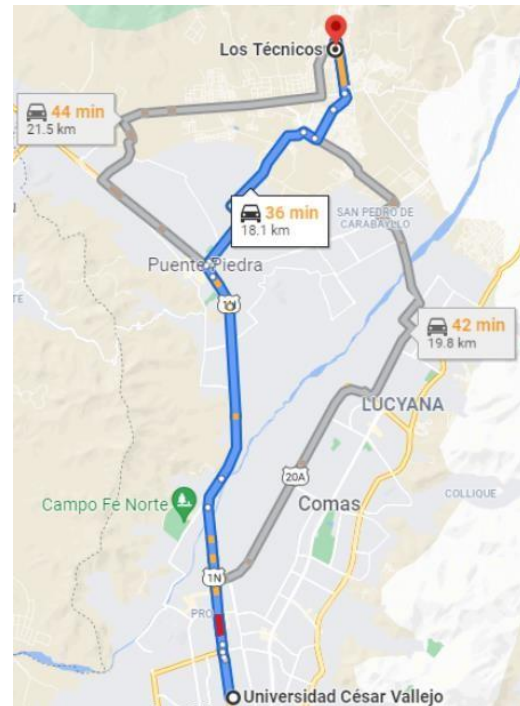
**Figura 03:** Ubicación satelital de Av. Los técnicos

**Fuente:** Google Maps.



**Figura 04:** Mapa de Carabayllo

**Fuente:** Google Maps.



**Figura 05:** Distancia de UCV al AAHH San Benito.

**Fuente:** Google Maps.

La recolección de los materiales de agregado se obtuvo en la Asociación de vivienda auto gestionada San Benito – Carabayllo, a la altura del km 15 de la Av. Norte Sur.

Descripción: Vivienda de material noble ubicada en calle los técnicos.



**Figura 06:** Terreno de estudio

**Fuente:** Google maps



**Figura 07:** Obtención del agregado  
fino

**Fuente:** Propio



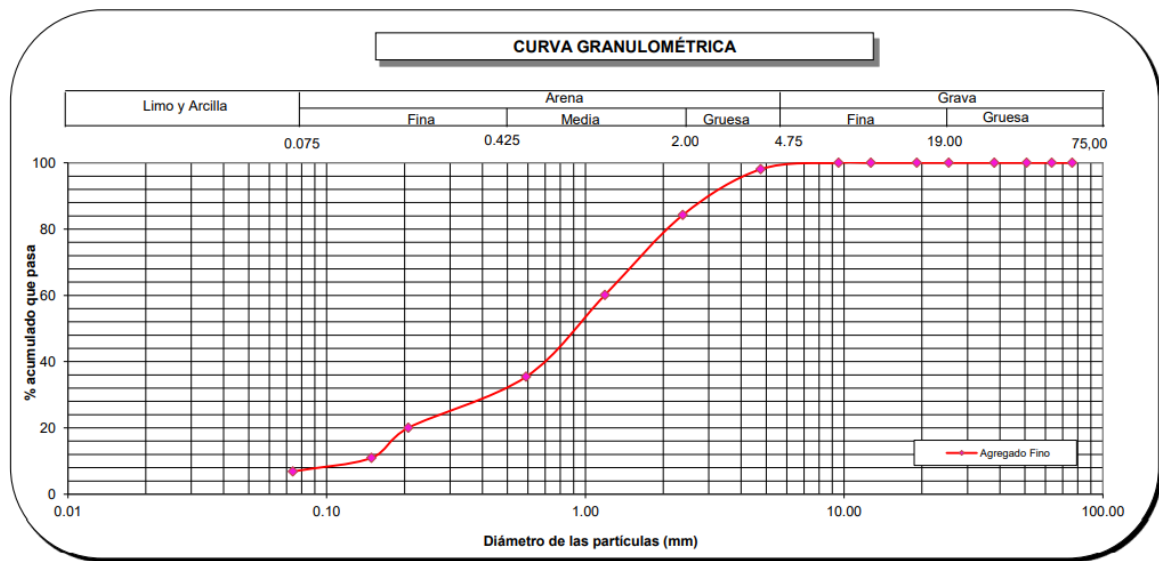
**Figura 08:** Obtención del  
agregado fino

**Fuente:** Propio

## Trabajo de Laboratorio

### Ensayo de granulometría:

Se realizó ensayos a los agregados obtenidos para poder conocer las medidas de los granos pasantes por tamices de diferentes diámetros, así mediante el análisis granulométrico se obtendrá el agregado requerido para la fabricación de los elementos.



**Figura 09:** Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación.** - Según el ensayo de tamizado se puede demostrar que el material obtenido del agregado fino, logró pasar el 100% desde la malla N° 3 hasta la malla N° 4 siendo un material identificada como grava, de la cual la cantidad que logro pasar un 13.8% retenido estas identificándose, así como arena gruesa.

De acuerdo a la muestra extraída, se pudo demostrar que el 1.9% retenida son porcentajes de grava, el 91.2% retenida es de arena y el 6.9% es de finos.

**En conclusion,** El agregado obtenido para a muestra de ensayos tiene medidas óptimas para la realización de los elementos de pruebas y no presenta gran cantidad de materiales finos.



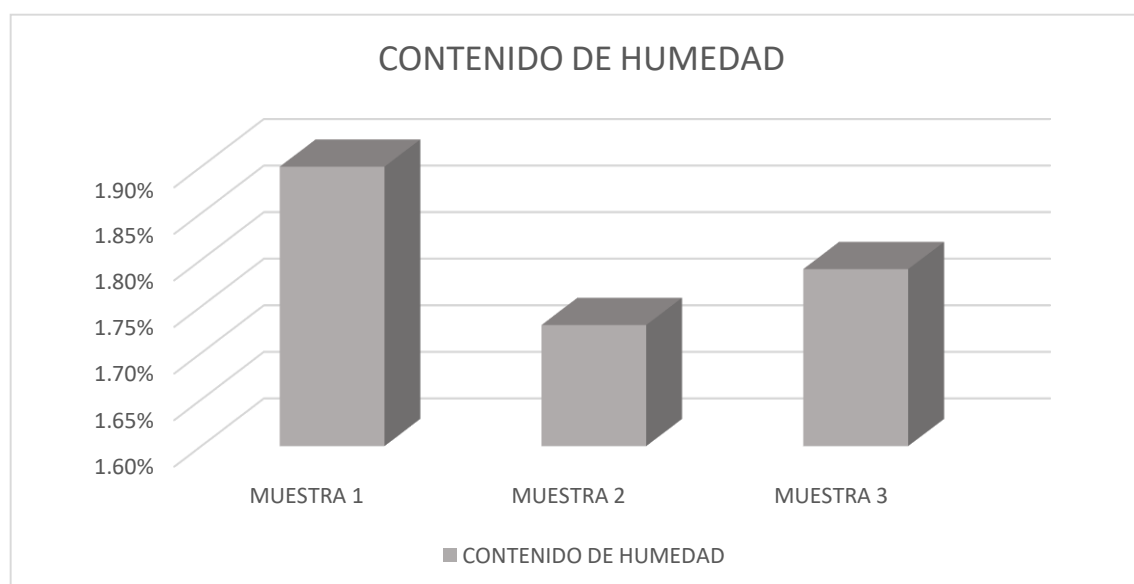
## Ensayo al agregado fino

- **Contenido de humedad:**

**Tabla 03:** Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural

CONTENIDO DE HUMEDAD					
CANTERA:	--	IDENTIFICACIÓN			Promedio
MATERIAL:	Agregado fino	I	II	III	
PROF.:	Acopio				
Peso de tara	(g)	150.5	154.2	152.4	
Peso de tara + muestra húmeda	(g)	658.7	811.5	726.4	
Peso de tara + muestra seca	(g)	649.2	800.3	716.3	
<b>Contenido de humedad</b>	<b>(%)</b>	<b>1.9</b>	<b>1.73</b>	<b>1.79</b>	<b>1.81</b>

**Fuente:** Elaboración propia.



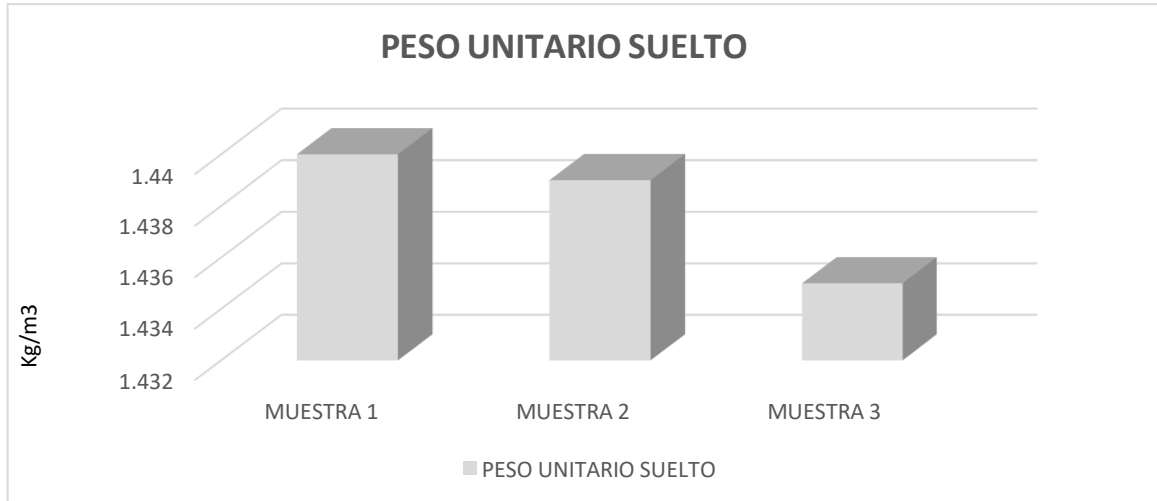
**Figura 10:** Gráfico del contenido de humedad de la muestra natural.

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación.** - Se puede identificar los porcentajes obtenidos en cada una de las tres muestras donde la primera muestra cuenta con un 1.9%, segunda

muestra 1.73% y la tercera muestra de 1.79% dando un promedio de 1.81% de contenido de humedad, esto para obtener las características del material recolectado.

- **Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>):**

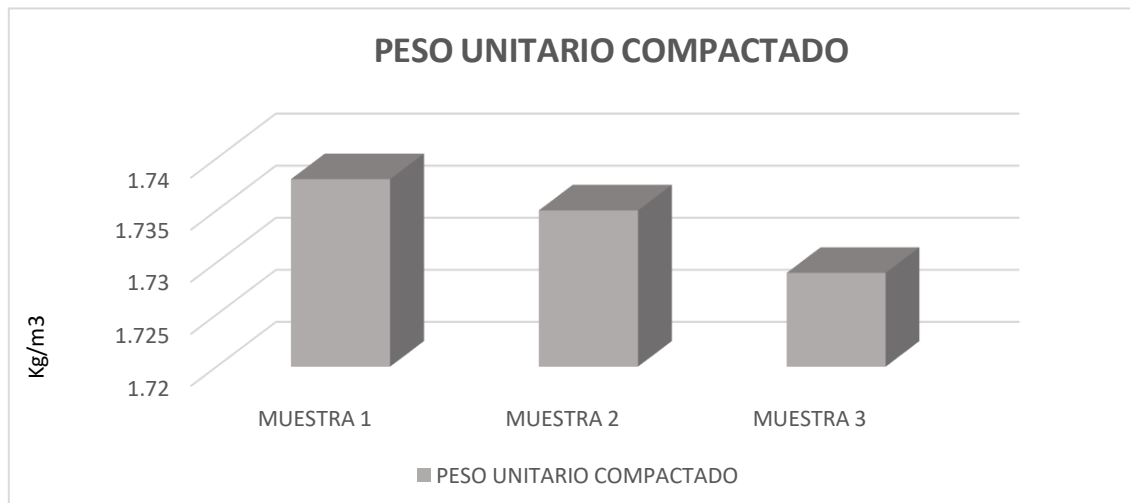


**Figura 11:** Gráfico del peso unitario suelto del agregado fino.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación.** - Se realizó el ensayo del peso unitario suelto del agregado fino en tres tipos de muestras donde la primera muestra arrojo 1.440 kg/m<sup>3</sup>, la segunda un 1.439 kg/m<sup>3</sup> y la tercera por un 1.435 kg/m<sup>3</sup> dando así un promedio de 1.438 kg/m<sup>3</sup> del agregado fino suelto seco.

- **Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>):**

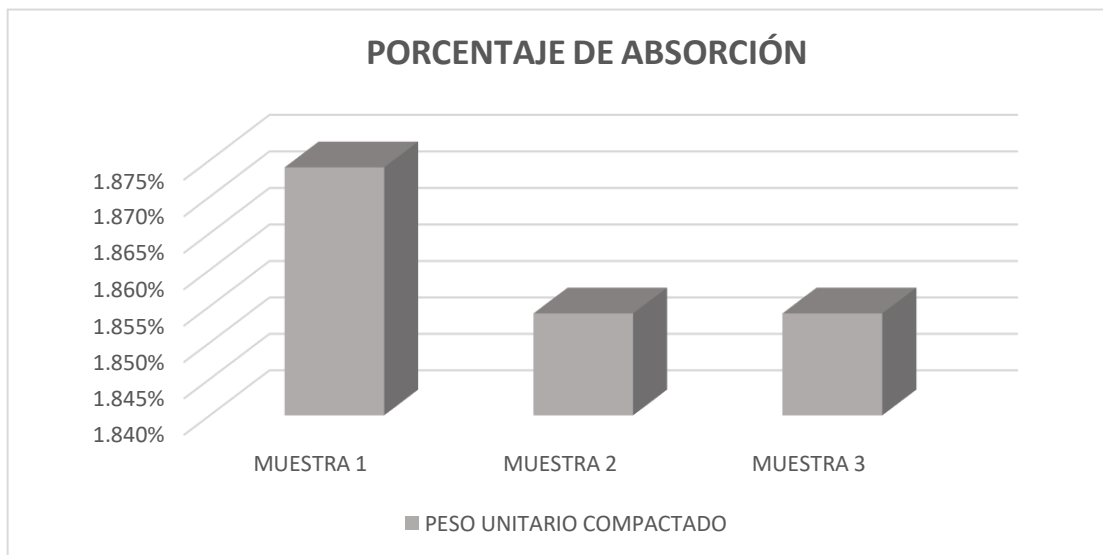


**Figura 12:** Gráfico del peso unitario compactado del agregado fino.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación.** - Se realizó el ensayo del peso unitario suelto del agregado fino en tres tipos de muestras donde la primera muestra arrojó 1.736 kg/m<sup>3</sup>, la segunda un 1.735 kg/m<sup>3</sup> y la tercera por un 1.729 kg/m<sup>3</sup> dando así un promedio de 1.733 kg/m<sup>3</sup> del agregado fino compactado seco.

### 1. Ensayo de porcentaje de absorción del agregado fino



**Figura 13:** Grafico del porcentaje de absorción del agregado fino.

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Interpretación.** - Para el ensayo de absorción del agregado fino se empleó una temperatura de 20° C en horno en tres muestras de agregado fino obteniendo en la primera muestra 2.626 g/cm<sup>3</sup>, segundo 2.620 g/cm<sup>3</sup> y tercera por un 2.614 g/cm<sup>3</sup> de peso específico de masa y su porcentaje de absorción son de 1.874%, 1.854% y 1.854% respectivamente con un promedio de 1.861%.

Esto nos indica que el material recolectado no necesita grandes cantidades de agua en los procesos de curación y que en la mezcla su proceso de secado es menor a los tiempos promedios.

### **Dosificación del ladrillo por porcentajes de plástico PET**

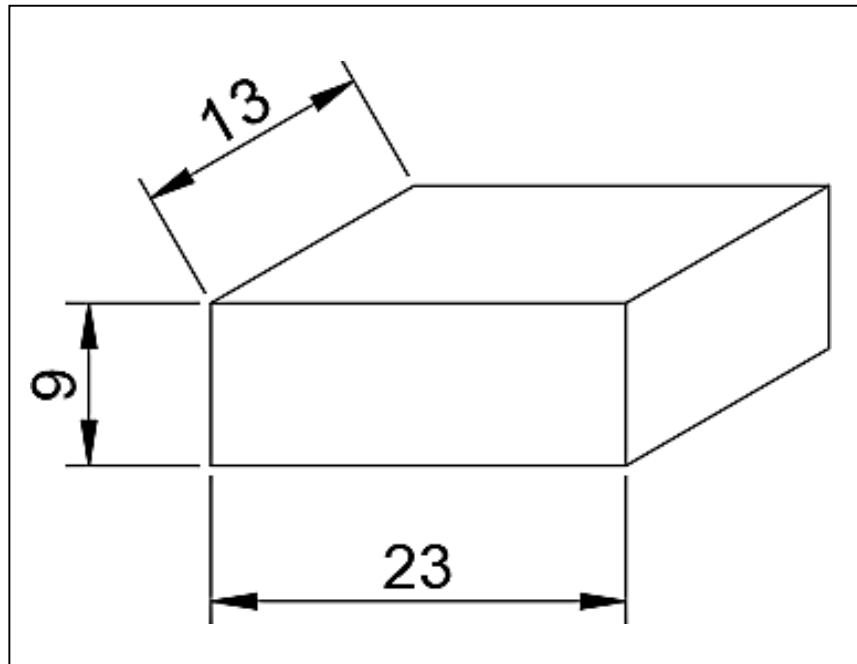
El objetivo principal de la investigación es reemplazar el agregado fino por el plástico PET en proporción al peso, donde la dosificación empleada es la relación de 1:2.

Las dosificaciones realizadas fueron desde 10%, 25%, 40% de PET con respecto a la cantidad de arena gruesa, esta aplicación será inversamente proporcional ya que a mayor agregado del material PET menor será la incorporación de la arena



gruesa, no obstante, la dosificación se mantendrá en la relación antes mencionada de 1:2 respecto al cemento y en la fabricación de los muretes se tendrá como medida mínima de juntas un 1.5 cm con una dosificación de 1:4.

Para la fabricación del ladrillo se realizó un molde de madera con medidas establecidas como a continuación se apreciará:



**Figura 14:** Dimensionamiento del ladrillo PET

**Fuente:** Elaboración propia.

Donde se aplicarán diferentes procedimientos para obtener los valores constantes e identificar la dosificación preliminar para el uso de los diferentes ensayos.

- Volumen del ladrillo:  $V=L \times A \times H$

$$V= 23 \text{ cm} \times 13 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \quad V= 2691 \\ \text{cm}^3 \times 1 \text{ ladrillo} = 2691 \text{ cm}^3$$

La densidad específica de la masa obtenida mediante el ensayo de laboratorio referente al agregado fino:

$$\gamma = 1.733 \text{ g/cm}^3 \text{ (Resultado de laboratorio, anexo 4C)}$$

Dónde:

$$\gamma = P / V$$

Se encuentra el peso P:

$$P= 1.733 \text{ g/cm}^3 \times 2691 \text{ cm}^3 = 4663.50\text{g}$$

Obtenido el peso total de 4663.50 g para llenar 1 ladrillo, este peso funcionará para

una dosificación preliminar como valor constante, el mismo que para la dosificación 1:2 se tendrá que dividir entre dos para obtener la cantidad de cemento, y la cantidad de agua será el 48% del mismo obteniendo así los siguientes valores:

**Tabla 04:** *Dosificación del ladrillo patrón*

DOSIFICACIÓN	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (cm <sup>3</sup> )
1:2	2331.75	4663.50	1119.24

**Elaboración:** Propia

### 10% de agregado PET

Al reemplazar el 10% de plástico PET por la arena gruesa quedan los siguientes resultados:

**Tabla 05:** *Dosificación del ladrillo con 10% de agregado PET*

DOSIFICACIÓN	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (cm <sup>3</sup> )	PET
1:2	2098.58	4197.15	1007.32	466.35

**Elaboración:** Propia

En los resultados obtenidos en la prueba de absorción de la arena tenemos un promedio de 1.9 %, por lo cual es oportuno tener la corrección de la mezcla mediante la siguiente formula de porcentaje de humedad:

$$\%W = (Pw / Ps) \times 100$$

Donde:

- **%W** = Porcentaje de humedad (Resultado de laboratorio, anexo 4B)
- **Pw** = Peso del agua
- **Ps** = Peso seco de la arena
  - ⇒  $1.9\% = (Pw / 4197.15) \times 100$
  - ⇒  $Pw = 79.75 \text{ cm}^3$ .

Por añadir:

$$1007.32 \text{ cm}^3 + 79.75 \text{ cm}^3 = 1087.07 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, el cuadro de dosificación quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 06:** *Dosificación del ladrillo con 10% de agregado PET*

DOSIFICACIÓN	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (cm <sup>3</sup> )	PET
1:2	2098.58	4197.15	1087.07	466.35

**Elaboración:** Propia

### 25% de agregado PET

Al reemplazar el 25% de plástico PET por la arena gruesa quedan los siguientes resultados:

**Tabla 07:** *Dosificación del ladrillo con 25% de agregado PET*

DOSIFICACIÓN	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (cm3)	PET
1:2	1748.81	3497.63	839.43	1165.88

**Elaboración:** Propia

Tomando la razón en cuanto la corrección del 1.9% del porcentaje de humedad obtenemos:

$$\%W = (Pw / Ps) \times 100$$

$$\Rightarrow 1.9\% = (Pw / 3497.63) \times 100$$

$$\Rightarrow Pw = 66.46 \text{ cm}^3.$$

Por añadir:

$$839.43 \text{ cm}^3 + 66.46 \text{ cm}^3 = 905.89 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, el cuadro de dosificación quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 08:** *Dosificación del ladrillo con 25% de agregado PET*

DOSIFICACIÓN	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (cm3)	PET
1:2	1748.81	3497.63	905.89	1165.88

**Elaboración:** Propia

### 40% de agregado PET

Al reemplazar el 40% de plástico PET por la arena gruesa quedan los siguientes resultados:

**Tabla 09:** *Dosificación del ladrillo con 40% de agregado PET*

DOSIFICACIÓN	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (cm3)	PET
1:2	1399.05	2798.10	671.54	1865.40

**Elaboración:** Propia

Tomando la razón en cuanto la corrección del 1.9% del porcentaje de humedad obtenemos:

$$\%W = (Pw / Ps) \times 100$$

$$\Rightarrow 1.9\% = (Pw / 2798.10) \times 100$$

$$\Rightarrow Pw = 53.16 \text{ cm}^3.$$

Por añadir:

$$671.54 \text{ cm}^3 + 53.16 \text{ cm}^3 = 724.70 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, el cuadro de dosificación quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 10:** *Dosificación del ladrillo con 40% de agregado PET*

DOSIFICACIÓN	Cemento (g)	Arena (g)	Agua (cm3)	PET
1:2	1399.05	2798.10	724.70	1865.40

**Elaboración:** Propia

Al obtener todos los resultados de dosificación de acuerdo a los porcentajes tenemos:

**Tabla 11:** *Dosificación del ladrillo*

Muestra	Dosificación	Cemento (kg)	Arena (kg)	Agua (m <sup>3</sup> )	PET (kg)
0%	1:2	2.332	4.664	1.119	0
10%	1:2	2.099	4.197	1.087	0.466
25%	1:2	1.749	3.498	0.906	1.166
40%	1:2	1.399	2.798	0.725	1.865

**Elaboración:** Propia

### **Objetivo 1:**

**Determinar la influencia de la incorporación del PET en porcentajes de 10%, 25% y 40% para determinar la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021**

El ensayo de compresión es una prueba técnica para poder determinar la deformación que esta sufriría ante un esfuerzo de compresión. Mayormente este tipo de ensayo se pueden realizar en hormigón y metal, aunque también se pueden realizar en diferentes materiales.<sup>36</sup>

El ensayo de compresión se realizará a las unidades de ladrillos estas para lograr identificar las características ante esfuerzos de compresión ante los diferentes porcentajes agregadas a los ladrillos de concreto, para así obtener cuál de los porcentajes cuentan con la mayor resistencia y la cual se pueda aplicar más adelante en los procesos constructivos.

Los casos de porcentajes de PET en ladrillos son:

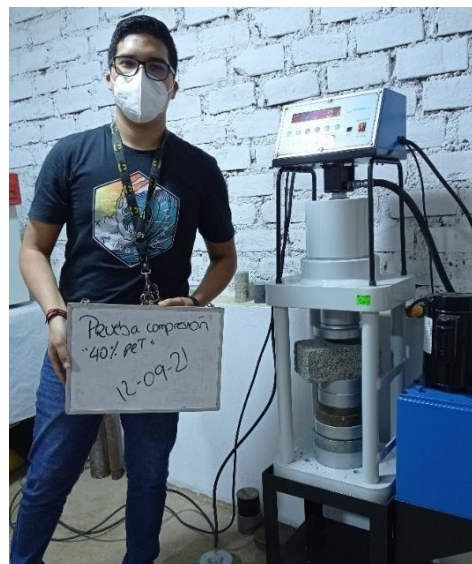
- a) Ladrillo de concreto sin PET (LSP)
- b) LSP + 10% de PET
- c) LSP + 25% de PET
- d) LSP + 40% de PET

### Evidencia Fotográfica



**Figura 15:** Mezcla de cemento, arena y agua mas PET

**Fuente:** Elaboración propia



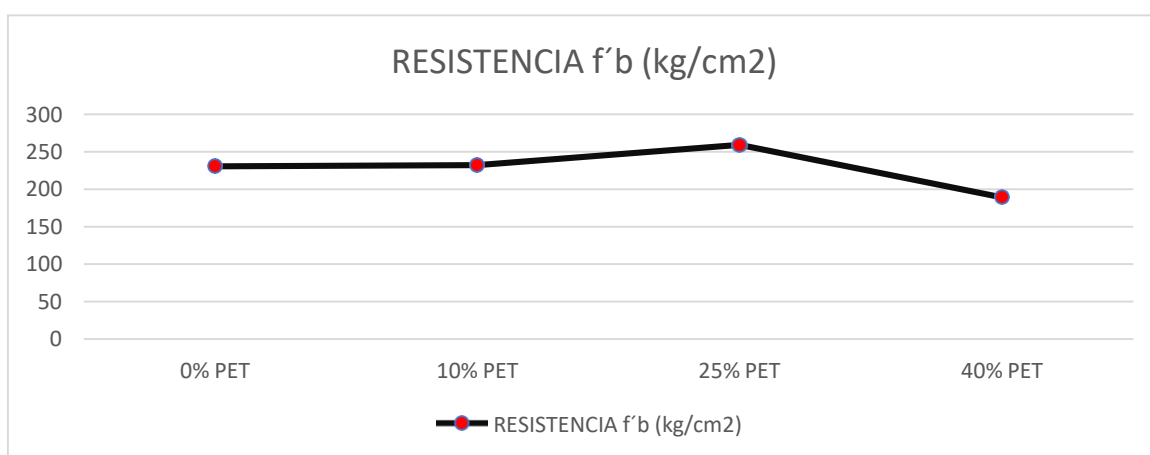
**Figura 16:** Ensayo de compresión

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 12:** Ensayo de compresión en unidades de ladrillos.

MUESTRA	RESISTENCIA PROMEDIO f' b	DESVIACIÓN ESTANDAR ( $\sigma_{n-1}$ )	RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	237.42	6.775	230.64
10%	242.59	10.255	232.33
25%	263.78	4.882	258.9
40%	202.06	13.047	189.01

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 17:** Grafico del Ensayo de compresión en unidades de ladrillos.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Para el ensayo de resistencia a la compresión en unidades de ladrillos de concreto se realizaron 5 ladrillos por cada porcentaje (0%, 10%, 25% y 40%) dando un total de 20 ladrillos, obteniendo resultado de 230.64 kg/cm<sup>2</sup>, 232.33 kg/cm<sup>2</sup>, 258.90 kg/cm<sup>2</sup> y 189.01 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Esto nos indica que el para la realización de un ladrillo con material reciclado PET debe ser mayor a un 25% reemplazando al peso del agregado fino pero menor o igual a un 40%, ya que estaría respondiendo a la norma E070.

### Objetivo 2:

**Determinar la influencia del plástico PET en porcentajes de 10%, 25% y 40% para determinar la resistencia a la compresión diagonal en murete de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021**

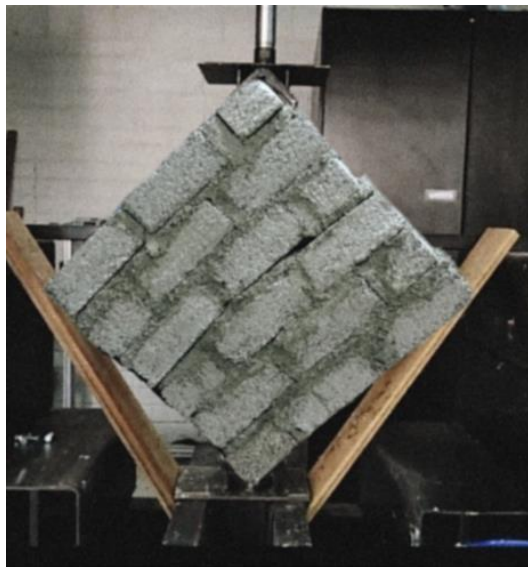
Los muretes presentan diferentes tipos de fallas en cuanto a compresiones diagonal tales como por tensión diagonal en bloques, donde se produce una grieta diagonal recta donde atraviesa directamente por los ladrillos, la segunda es la falla por tensión diagonal en juntas, esto identifica mayormente a las fallas que se presentan en las juntas del mortero, y se aprecia de forma escalonada, y la falla por deslizamiento, se detalla entre las secciones y el mortero esto ocasionando un desprendimiento horizontal en las juntas.<sup>37</sup>

El ensayo a compresión diagonal se realiza a tres muretes de 18 ladrillos aproximadamente donde las medidas referenciales fueron de 600mm x 600mm, estos muretes se realizarán de acuerdo a los siguientes porcentajes.

Porcentajes de PET en muretes:

- a) Ladrillo de concreto sin PET (LSP)
- b) LSP + 10% de PET
- c) LSP + 25% de PET
- d) LSP + 40% de PET

**Evidencia Fotográfica**



**Figura 18:** Ensayo de murete

**Fuente:** Elaboración propia



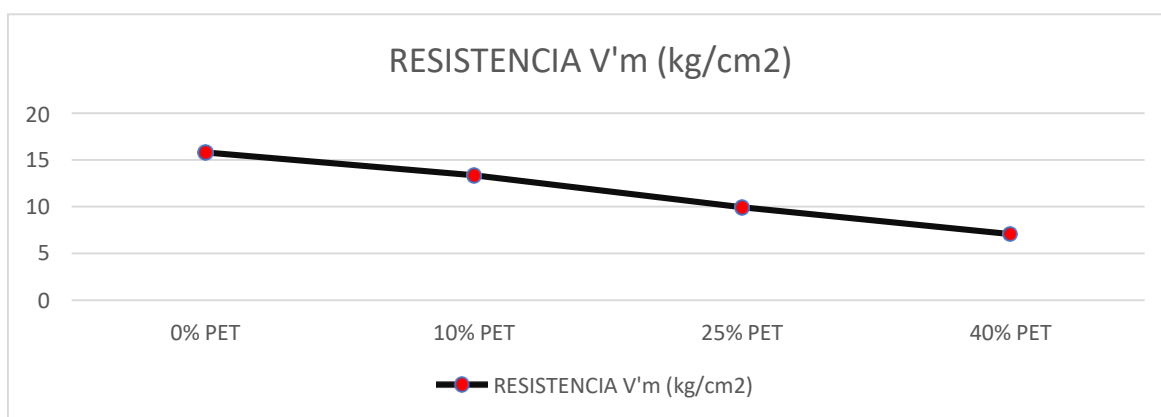
**Figura 19:** Ensayo de murete

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13.** Resistencia a la compresión diagonal en murete

MUESTRA	RESISTENCIA PROMEDIO V'm	DESVIACIÓN ESTANDAR ( $\sigma_{n-1}$ )	RESISTENCIA V'm (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA V'm (MPa)
0%	16.15	0.34	15.81	1.55
10%	14.06	0.70	13.36	1.31
25%	10.57	0.65	9.93	0.97
40%	7.38	0.31	7.07	0.69

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 20:** Grafico de la resistencia a la compresión diagonal en muretes

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación.** La resistencia a la compresión diagonal en muretes es inversamente proporcional a la adición del agregado PET, esto quiere decir que mayor sea la incorporación del plástico PET menor será su resistencia como por ejemplo al incorporar un 10% de PET se obtiene un 13.36 kg/cm<sup>2</sup> y reduce cuando se agrega un 40% de PET obteniendo una resistencia de 7.07 kg/cm<sup>2</sup>.

**Objetivo 3:**

**Determinar la influencia del plástico PET en porcentajes de 10%, 25% y 40% para determinar su variación dimensional del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021**

El ensayo de variabilidad dimensional consiste en la realización de las medidas de los especímenes tanto en el largo, alto y ancho, comparando a las dimensiones de fabricación esto para poder definir las características de su fabricación referente a



la Norma E-070.

Esta prueba se realiza para predecir la resistencia a la compresión de la mampostería en función de la resistencia del ladrillo, y los resultados indicar el mejor índice de calidad en el proceso de fabricación.<sup>38</sup>

La medida de fabricación del ladrillo fueron 230mm x 130mm x 90mm, resultando diferentes dimensiones promedias por cada porcentaje agregado de PET.

### Evidencia Fotográfica



**Figura 21:** Medición de ladrillo con agregado PET

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 22:** Medición de ladrillo con agregado PET

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 14:** *Ensayo de Variabilidad dimensional*

TIPO	VARIACION DIMENSIONAL						CLASE
	Lp (mm)	L%	Ap (mm)	A%	Hp (mm)	H%	
0%	225.359063	2.018	132.766875	2.128	86.360625	4.044	IV
10%	224.399	2.435	132.616875	2.013	85.93875	4.513	IV
25%	225.990938	1.743	132.653438	2.041	86.8165625	3.537	V
40%	224.261875	2.495	133.974688	3.057	86.10375	4.329	IV

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación.** Al realizarse el ensayo de variación dimensional se logró identificar las diferentes medidas que las unidades de ladrillos presentaban, esto nos indicó

el comportamiento y las características que se presenta en os diferentes porcentajes de agregados PET, obteniendo así en los porcentajes de 0%, 10%, 40% de PET la clase de ladrillos tipo IV donde la resistencia en la unidad es mayor o igual a  $139 \text{ kg/cm}^3$  y en el 25% dando un ladrillo de tipo V donde se indica que su resistencia a la unidad debe ser mayor a  $180 \text{ kg/cm}^3$ .

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo 1:** Determinar la influencia de la incorporación del PET en porcentajes de 10%, 25% y 40% en la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021

**Antecedente:** Angumba, P. (2016) en su investigación agregó material PET en porcentajes de 10%, 25%, 40%, 55%, 65% respectivo a la cantidad de árido fino, donde se tomará en cuenta que se aplicará progresivamente el incremento del porcentaje PET equivalente a la reducción del árido fino, donde indica que agregando un 25% del material PET obteniendo así una mayor resistencia a la compresión en la unidad del ladrillo en un 25% del agregado PET.<sup>39</sup>

**Resultados:** En relación a la norma técnica peruana E070 se define que la resistencia debe ser mayor o igual al 175 kg/cm<sup>2</sup>, se realizaron mezclas de concreto porcentualmente con material PET esto para mejorar su propiedad, no obstante mediante la incorporación del PET desde el ensayo patrón al 0% de PET su resistencia resulta 230.64 kg/cm<sup>2</sup>, 10% de PET resulta 232.33 kg/cm<sup>2</sup>, 25% de PET resulta 258.90 kg/cm<sup>2</sup> y el 40% de PET resulta 189.01 kg/cm<sup>2</sup> donde el agregado fino disminuye de acuerdo a su proporción de peso, en este sentido decimos que la muestra es aceptable.

**Comparación:** Según los antecedentes, algunos de los ensayos para mejorar la propiedad de ladrillos de concreto identificando la opción de que esta sea eco amigable también se usaron virutas de acero, material PET, caucho, etc. estas logran aumentar la resistencia en rangos porcentuales, esto demuestra que la investigación cuenta con fundamentos explícitos al mantener la dosificación porcentual para aumentar la resistencia anteriormente mencionada, siendo estos similar a los diferentes antecedentes.

**Objetivo 2:** Determinar la influencia de la incorporación del PET en porcentajes de 10%, 25% y 40% en la resistencia a la compresión diagonal en murete de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021.

**Antecedente:** Echeverría; E. (2017) en su investigación realizo 3 muretes por cada tipo de agregado PET (0%, 3%, 6%, 9%) donde obtiene que las fallas presentes en todos sus especímenes son de una grieta diagonal está atravesando todos los bloques de concreto esto evidenciando que el murete de albañilería es de

comportamiento monolítico, los resultados obtenidos son de 1.62 Mpa, 1.26 Mpa, 1.29 Mpa y 0.98 Mpa correspondientemente a los porcentajes ya mencionados.<sup>40</sup>

**Resultados:** Se realizaron ensayos de compresión diagonal a 3 muretes por cada porcentaje de agregado PET (0%, 10%, 25%, 40%) dando un total de 12 muretes, los resultados presentados fueron 1.55 MPa, 1.31 MPa, 0.97 MPa y 0.96 MPa respectivamente, la falla presentada en su mayoría fue en el mortero representado así en una falla de desplazamiento horizontal, el resultado dado por el laboratorio denota que a mayor agregado PET estas disminuyen a su resistencia a la compresión.

**Comparación:** Con la incorporación del plástico PET se obtuvieron resultados similares en la reducción de su resistencia a la compresión diagonal. Mediante este ensayo confirma que a mayor agregado PET a los ladrillos de concreto disminuye progresivamente su resistencia.

**Objetivo 3:** Determinar la influencia de la incorporación del PET en porcentajes de 10%, 25% y 40% sobre su variación dimensional del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021.

**Antecedente:** Echeverría, E. (2017) en su investigación realizó el ensayo de variación dimensional a 16 unidades de ladrillos por porcentaje PET (0%, 3%, 6% y 9%), eso quiere decir un total de 64 ladrillos, esta variación se dio mediante las medidas de largo, ancho y alto, dando como resultado el cumplimiento de los requisitos de la norma E.070:2006 clasificando, así como ladrillo clase IV y V según correspondan.<sup>41</sup>

**Resultados:** Al realizarse los ensayos de variación dimensional a 8 unidades de ladrillos por cada porcentaje de agregado PET (0%, 10%, 25% y 40%) tomando en total 32 unidades de ladrillos donde la medida base del ladrillo es de 23cm x 9cm x 13cm, esto se realizó cumpliendo la norma E.070 donde los resultados clasificando a los ladrillos con porcentajes 0%, 10% y 40% como ladrillos de tipo IV y el 25% como ladrillo de clase V.

**Comparación:** Mediante la realización del ensayo de variación dimensional, se encuentran las características donde según porcentajes de material PET clasifican en ladrillos de tipo IV y V.

## VI. CONCLUSIONES

Evaluar la influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos en viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021.

**Objetivo General,** Se evaluó que la incorporación del plástico PET a los ladrillos de concreto logran mejorar las características de las propiedades haciendo esto una buena opción ecológica en los procesos constructivos en viviendas unifamiliares en el distrito de Carabayllo, observando los resultados a sus diferentes propiedades: Al aumentar la resistencia a la compresión en las unidades de ladrillos, al incrementar la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillos y reducir la variación dimensional de las unidades de ladrillos.

**Objetivo Específico 1,** Se realizaron la incorporación del plástico PET con relación al agregado fino, esta influencia se realizó para conocer su propiedad en la resistencia a la compresión en las unidades de los ladrillos, esto dando como resultado en un ladrillo de muestra patrón sin la incorporación del PET a un 230 kg/cm<sup>2</sup>, cuando se agregó un 10% de plástico PET esta incremento a un 232.33 kg/cm<sup>2</sup>, con una incorporación del 25% del PET aumento a un 258.90 kg/cm<sup>2</sup> y cuando estas tenían un 40% de PET se dio a una baja en su resistencia con un resultado de 189.01 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, la incorporación logra una mejora con respecto a su resistencia a la compresión.

**Objetivo Específico 2,** Se realizaron ensayos a 12 muretes con medidas no menores a 60cm x 60cm x 13 cm de acuerdo a los siguientes porcentajes 0%, 10%, 25% y 40% donde los resultados indicaron que existe una reducción a la resistencia a la compresión diagonal desde un 15.81 kg/cm<sup>2</sup> hasta un 7.07 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Por lo tanto, la influencia del plástico PET disminuye proporcionalmente a su resistencia.

**Objetivo Específico 3,** El ensayo de variación dimensional se realizó a 32 unidades de ladrillos donde los porcentajes definidos fueron a un ladrillo patrón, a un 10% de PET, 25% de PET y a un 40% de PET, donde las medidas referenciales de fabricación de ladrillo fueron de 23cm x 9cm x 13cm, mediante la norma E.070 se indican que los porcentajes de 0%, 10% y 40% se clasifican en ladrillos de tipo IV y el 25% como ladrillo de clase IV, esto para lograr la definición de las resistencias a la compresión; por lo tanto la influencia del plástico PET reduce la variabilidad dimensional dando así una mejora a la calidad de fabricación.

## VII. RECOMENDACIONES

**Objetivo Específico 1,** En la presente investigación se realizaron porcentajes de plástico PET que van desde un 10% hasta un 40%, logrando encontrar el porcentaje que trabaje mejor en su resistencia a la compresión; para futuras investigación se recomienda realizar una incorporación del plástico PET mayor al 25%, para lograr la resistencia optima, hasta encontrar la menor resistencia indicada en la norma en un aproximado de 170 kg/cm<sup>2</sup>.

**Objetivo Específico 2,** En la presente investigación se realizaron porcentajes de plástico PET que van desde un 10% hasta un 40%, obteniendo resultados donde la resistencia de compresión diagonal disminuye progresivamente desde un 1.55 MPa hasta un 0.69 MPa; por lo que, se recomienda realizar una dosificación optima en el mortero y lograr así un fallo diagonal atravesando por los bloques y no un fallo de desplazamiento horizontal donde mayormente es por el mortero.

**Objetivo Específico 3,** En la presente investigación se realizaron porcentajes de plástico PET que van desde un 10% hasta un 40%, en donde se obtuvo la reducción de la variabilidad dimensional para lograr una mejor calidad en su fabricación y la definición de una óptima resistencia a la compresión; para futuras investigaciones de recomienda realizar estos tipos de ensayos para la definición de las clases de ladrillos a fabricar.

## REFERENCIAS

1. **BARTUREN, G.** *Incorporación de fibras de plástico PET reciclado para mejorar el adobe tradicional en el pueblo joven El Nazareno-Chiclayo-2020*, Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2020, Pág. 2
2. **TASCON, E. y VARGAS, L.** *Comparación estructural, económica y ambiental de bloques de mortero con botellas plásticas (PET) y ladrillo tradicional macizo de barro*, Bogotá: Universidad militar Nueva Granada, 2016, Pág. 44
3. **QUEVEDO, E.** *Influencia de las unidades de albañilería tipo PET sobre las características técnicas y económicas de viviendas ecológicas para la zona de expansión del distrito de nuevo Chimbote, Ancash*. Chimbote: Universidad nacional del Santa, 2017, Pág. 31
4. **ECHEVERRIA, E.** *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*, Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca, 2017, Pág. 15
5. **ALIAGA, V.** *Evaluación técnica de la mezcla de concreto con PET reciclable, para la producción de ladrillo de concreto compuesto en la construcción*, Lima: Universidad nacional Federico Villareal, 2017, Pág. 23
6. **HERRERA, R. Y PIÑEROS M.** *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda, Bogotá D.C.* Universidad católica de Colombia, 2018, Pág. 28
7. **ANGUMBA, P.** *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante*, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2016, Pág. 40
8. **TOLOZANO, M.** *Uso de bloques de pastico reciclado para vivienda de interés social para mejoramiento de su micro-clima, plan “socio vivienda”, del cantón Guayaquil, provincia del Guayas, zona 8*, Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2016, Pág. 31
9. **EL BOULLI, Y.** *Eco-friendly fired clay bricks*, Marruecos: Al Akhawayn University, 2017, Pág. 18
10. **HORÁKOVA, NOVAK J.** *Utilization of recycled plastic for plastic-based concrete*, Thakurova: Czech technical University in Prage, 2019, Pág. 20
11. **KOGNOLE, PATIL M., PATIL L., SHIPKULE, SURVASE.** *Utilization of plastic waste for making plastic bricks*, India: TSSM College, 2019, Pág. 25

12. **BOLOBOSKY, M., CANDANEDO, M., MADRID, J., MARIN, N., MAURE J.,** *Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas*, Panamá: Universidad tecnológica de Panamá, 2018, Pág. 29
13. **DI MARCO, R., LEÓN H., ERNESTO J.,** *Diseño y elaboración de ladrillos con adición de PET (material reciclado), para núcleos rurales del socorro*, Colombia: Universidad libre Colombia, 2013, Pág. 35
14. **CERNA,** *Influencia de la adición de polímeros reciclados en la absorción de agua en los ladrillos de concreto para construcción*, La libertad: Universidad Cesar Vallejo, 2014, Pág. 40
15. **GRASES, J., PORRERO, J., RAMOS, C., VELAZCO, G.,** *Proyecto y diseño de obras en concreto estructural*, Caracas: Manual del concreto (primera edición), 2014, Pág. 31
16. **BUSTAMANTE, M., DIAZ, C.,** *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado*, Arequipa: Universidad nacional de San Agustín, 2014, Pág. 27
17. **AGUILAR, O., RODRIGUEZ, E., SERMEÑO, M.,** *Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio*, El Salvador: Universidad de El Salvador, 2009, Pág. 40
18. **JACOBO, O.,** *Temas de apoyo para cursos de concreto*, México: Concreto, 2009, Pág. 35
19. **JACOBO, O.,** *Temas de apoyo para cursos de concreto*, México: Concreto, 2009, Pág. 42
20. **VALDIVIA, R.,** *Evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos tipo IV compuesto de arena gruesa y de polímeros PET en base a la norma técnica E-070*, Cusco: Universidad andina del Cusco, 2019, Pág. 20
21. **GONZALES, R.** *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con la incorporación de PET en diferentes porcentajes*, Cajamarca: Universidad privada del norte, 2016, Pág. 34
22. **GUEDES, J., SOUSA, H., SOUSA, R.** *Diagonal compressive strength of masonry samples experimental and numerical approach*, Switzerland, 2013, Pág. 21



23. **MERMELSTEIN, N.** *Measuring moisture content & water activity*, New York: Cornell University, 2009, Pág. 24
24. **KALMAN, T., MILICEVIC, I., SIDDIQUE, R.,** *Model for mix of brick aggregate concrete based on neural network modelling*, Croatia: University of Osijek, 2017, Pág. 15
25. **CCOSCCO, N., DE LA CRUZ, L.** *Ladrillos ecológicos adicionando plástico PET y evaluación de sus propiedades físico-mecánica para el diseño de viviendas unifamiliares Huachipa-2020*, Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020, Pág. 23
26. **WIDOGSKI, J.,** *Metodología de la investigación*, Chile: Blog, 2010
27. **QUISPE, J.,** *Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos ecológicos, para viviendas autoconstruidas, San Jerónimo, Cusco, Perú:* Universidad Cesar Vallejo, 2020, Pág. 36
28. **DIAZ, N.,** *Técnicas de investigación Cualitativas y cuantitativas*, México: Universidad autónoma del estado de México, 2018, Pág. 35
29. **LOPEZ, B.** *Economía*, México: Universidad nacional autónoma de México, 2014, Pág. 21
30. **TAMAYO, C., SIESQUEN, I.,** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*, Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2018, Pág. 5
31. **CARDENAS, A.** *Instrumento de recolección de datos a través de los estadígrafos de deformación y apuntamiento*, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2013, Pág. 79
32. **ESPINOZA, E.** *Métodos y técnicas de recolección de la información*, Perú: Universidad nacional autónoma de Huanta, 2016.
33. **ESPINOZA, E.** *Métodos y técnicas de recolección de la información*, Perú: Universidad nacional autónoma de Huanta, 2016.
34. **ZENAIDA, M.,** *Métodos de análisis de datos*, España: Universidad de la Rioja, 2020.
35. **PAREDES, E., VELASCO, M.,** *Ética*, Colombia: Universidad de Pamplona, 2019, Pág. 10

- 36. DURANDET, Y., KINOSHITA, S., RATHNAWEERA, G., RUAN, D.** *Characterizing the material properties of a tube from a lateral compression test*, Australia: Swinburne university of technology, 2011, Pág. 466
- 37. ALMEIDA, J., BARROS, J., PEREIRA, E.** *Assessment of overlay masonry strengthening system under in-plane monotonic and cyclic loading using the diagonal tensile test*, Portugal: University of Minho, 2015, Pag. 4
- 38. FERRETTI, D.** *Dimensional analysis and calibration of a power model for compressive strength of solid-clay-brick masonry*, Italy: University of Parma, 2019, Pág. 11
- 39. ANGUMBA, P.** *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante*, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2016, Pág. 38
- 40. ECHEVERRIA, E.** *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*, Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca, 2017, Pág. 59
- 41. ECHEVERRIA, E.** *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*, Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca, 2017, Pág. 68

## **ANEXOS**

**ANEXO 01: Matriz de operacionalización**

<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN</b>							
	<b>TÍTULO:</b>	Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayllo – 2021					
	<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>Variable independiente</b>	Plástico PET	El material PET, es un material polímero, estas son usadas mayormente en envases de diferentes líquidos o sólidos, presentan partículas moldeables y son resistentes a diferentes temperaturas.	La incorporación del plástico PET sustituye al agregado fino referentes a porcentajes de 10%, 25% y 40% respecto al peso de la arena gruesa, donde se empleó combinaciones al concreto; N, N+10%, N+25% y N+40%; ello con el objetivo de mejorar las propiedades de los ladrillo de concreto para muros no portantes.	DOSIFICACIÓN Por peso de arena gruesa	10% de material PET	Balanza Calibrada	<b>Método:</b> Científico <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Explicativa (Causa – efecto) <b>Diseño:</b> Cuasi Experimental <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> Todos los ensayos realizados para la obtención de datos. <b>Muestra:</b> 20 ladrillos 32 ladrillos 216 ladrillos <b>Muestreo:</b> No probabilístico <b>Técnica:</b> Observación Directa. <b>Instrumentos:</b> Formatos de los ensayos realizados.
					25% de material PET		
					40% de material PET		
<b>Variable dependiente</b>	Propiedades del Ladrillo de concreto ecológico	El ladrillo de concreto ecológico son mayormente de productos reciclados estas permitiendo un menor presupuesto y un método constructivo pro - ambiental.	La producción de los ladrillos ecológicos tiene como objetivo la fabricación de ladrillos de hormigón con materiales de plásticos reciclados, esto permitiendo un impacto positivo al medio ambiente.	Propiedades	Resistencia a la compresión en unidades de ladrillos (Kg/cm2)	Razón	
					Resistencia de compresión diagonal en muretes (Kg/cm2)	Razón	
					Ensayo de variabilidad dimensional (%)	Razón	

## ANEXO 02: Matriz de consistencia

Título: <b>Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021</b>						
Autor: <b>DIEGO SAUL PEREZ COLLANTES</b>						
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>			
¿De qué manera influye el plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021?	Evaluar la influencia de la incorporación del PET en las unidades de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021	La influencia del plástico PET con porcentajes de 10%, 25% y 40% mejora las propiedades del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021	PLÁSTICO PET	DOSIFICACION Por peso de arena gruesa	10%	Ficha de recolección de datos <b>(Anexo 3)</b>
					25%	Ficha de recolección de datos <b>(Anexo 3)</b>
					40%	Ficha de recolección de datos <b>(Anexo 3)</b>
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	<b>DEPENDIENTE</b>			
¿Cuánto influye el plástico PET en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021?	Determinar la influencia de la incorporación del PET en la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021	El material PET aumenta en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021	PROPIEDADES DE LOS LADRILLOS ECOLÓGICOS	PROPIEDADES	Resistencia a la compresión <b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	Ficha de recolección de resultados <b>(Anexo 4D)</b>
¿Cuánto influye el plástico PET en su resistencia a la compresión diagonal en murete de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021?	Determinar la influencia de la incorporación del PET en la resistencia a la compresión diagonal en murete de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021	El material PET incrementa en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021			Resistencia a la compresión diagonal <b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	Ficha de recolección de resultados <b>(Anexo 4E)</b>
¿Cuánto influye el plástico PET en su variación dimensional del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021?	Determinar la influencia de la incorporación del PET en su variación dimensional del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021.	El material PET reduce a su variación dimensional del ladrillo de concreto ecológico en viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021			Variación Dimensional <b>(%)</b>	Ficha de recolección de resultados <b>(Anexo 4F)</b>



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Ficha de recolección de datos: Ladrillo de concreto ecológicos**

“Influencia del PET en las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021”

**Parte A: Datos generales**

Tesista : PEREZ COLLANTES, DIEGO SAUL

Fecha: Lima, 26 de septiembre 2021

**VARIABLE INDEP 1: Plástico PET**

<b>OK</b>	Dosificación del 10% PET
<b>OK</b>	Dosificación del 25% PET
<b>OK</b>	Dosificación del 40% PET

**Tesis: Echeverría, E. (2017)** Uso de material PET como material de construcción.

**Tesis: Agumba (2016)** Uso distribuido de 10,25, 40, 55, 65 y 70% del material PET en ladrillo de concreto

**VARIABLE DEPENDIENTE: Ladrillo de concreto ecológico**

<b>OK</b>	Resistencia de compresión
<b>OK</b>	Resistencia de compresión diagonal
<b>OK</b>	Variación dimensional

**Tesis: Tolozano (2016)** Uso de diferentes plásticos para realización de ladrillos ecológicos.

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**Apellidos: Perez Pardo**

**Nombres: Carolina**

**Título: Ing. Civil**

**N° Reg. CIP: 135481**

**Firma / CIP**


CAROLINA PEREZ PARDO  
INGENIERO CIVIL  
N° Reg. CIP 135481


**Apellidos: Davila Ramos**

**Nombres: Santos Andres**

**Título: Ing civil**

**N° Reg. CIP: 104048**

**Firma / CIP**

Santos Andres Dávila Ramos  
INGENIERO CIVIL  
CIP 104048

**Apellidos: Tapia Cabanillas**

**Nombres: Humberto**

**Título: Ing civil**

**N° Reg. CIP: 115870**

**Firma / CIP**

HUMBERTO TAPIA CABANILLAS  
INGENIERO CIVIL  
Registro CIP N° 115870

# ANEXO 04A: Análisis granulométrico



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C-136, NTP 400.012)

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo - 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**Cantera** : --

**Material** : Agregado Fino

**Muestra** : M - 1

**Profundidad (m)** : Acopio

**Fecha** : Octubre - 2021

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Tamiz		Acumulado		% Retenido en cada tamiz
	N°	Abertura (mm)	% que pasa	% retenido	
	3"	76.200	100.0	0.0	0.0
	2 1/2"	63.500	100.0	0.0	0.0
	2"	50.800	100.0	0.0	0.0
	1 1/2"	38.100	100.0	0.0	0.0
	1"	25.400	100.0	0.0	0.0
	3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0
	1/2"	12.700	100.0	0.0	0.0
	3/8"	9.520	100.0	0.0	0.0
	N°4	4.760	98.1	1.9	1.9
	N°8	2.380	84.2	15.8	13.8
	N°16	1.190	60.1	39.9	24.1
	N°30	0.590	35.4	64.6	24.7
	N°50	0.207	20.0	80.0	15.4
	N°100	0.149	10.9	89.1	9.1
	N°200	0.074	6.9	93.1	4.1

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)		
Peso de tara	(g)	165.8
Peso tara + suelo humedo	(g)	1764.3
Peso tara + suelo seco	(g)	1730.2
Peso del agua	(g)	34.1
Peso del suelo seco	(g)	1564.4
Contenido de Humedad (%)	(%)	2.18%

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG%	0.0
	GP%	1.9
% Arena	AG%	13.8
	AM%	48.8
	AF%	28.6
% Finos		6.9

**Módulo de Fineza** : 2.91



**Observaciones** : --



Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

*Carlos Enrique Tito Silva*

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6209981 / 969625105  
www.gmigingenieros.com



# ANEXO 04B: Gravedad específica y absorción del agregado



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (ASTM C-128 , NTP 400.022, MTC E-205)

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**Cantera** : --

**Material** : Agregado Fino

**Muestra** : M - 1

**Prof. (m)** : Acopio

**Fecha:** Octubre - 2021

AGREGADO FINO				
TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C)	20°C			PROMEDIO
NÚMERO DE FRASCO	1	2	3	
Peso del material saturado superficialmente seco (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso del frasco + agua (g)	1193.3	1194.7	1196.2	
Peso del frasco + material + agua (g)	1693.30	1694.70	1696.20	
Peso del frasco + material + agua en el frasco (g)	1506.4	1507.3	1508.4	
Volumen de la masa + volumen de vacíos (g)	186.9	187.4	187.8	
Peso del material seco (g)	490.8	490.9	490.9	
Volumen de la masa (g)	177.7	178.3	178.7	
<b>Peso específico de masa (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.626	2.620	2.614	<b>2.620</b>
Peso específico saturado superficialmente seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.675	2.668	2.662	2.669
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.762	2.753	2.747	2.754
<b>Porcentaje de absorción (%)</b>	1.874	1.854	1.854	<b>1.861</b>

**Observaciones:** El ensayo se realizó de todo el material representativo.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



*Carlos Enrique Tito Silva*

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**  
( ASTM C - 29, NTP 400.017, MTC E-203 )

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Cambaylo - 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Cambaylo - Lima

**MUESTRA** : AGREGADO FINO

**Fecha:** Octubre - 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	---	Agregado Fino Acopio				
Peso de tara	(g)		150.50	154.20	152.40	
Peso de tara + muestra húmeda	(g)		658.70	811.50	726.40	
Peso de tara + muestra seca	(g)		649.20	800.30	716.30	
<b>Contenido de humedad</b>	(%)		1.90	1.73	1.79	<b>1.810</b>

PESO UNITARIO SUELTO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	---	Agregado Fino Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(g)		9032.4	9021.3	9012.3	
Peso del recipiente	(g)		4860.8	4860.8	4860.8	
Peso de la muestra	(g)		4171.6	4160.5	4151.5	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )		2842.0	2842.0	2842.0	
Peso unitario suelto húmedo	(g/cm <sup>3</sup> )		1.468	1.464	1.461	
<b>Peso unitario suelto seco</b>	(g/cm <sup>3</sup> )		1.440	1.439	1.435	<b>1438</b>

PESO UNITARIO COMPACTADO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	---	Agregado Fino Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(g)		9889.4	9876.3	9862.1	
Peso del recipiente	(g)		4860.8	4860.8	4860.8	
Peso de la muestra	(g)		5028.6	5015.5	5001.3	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )		2842.0	2842.0	2842.0	
Peso unitario compactado húmedo	(g/cm <sup>3</sup> )		1.769	1.765	1.760	
<b>Peso unitario compactado seco</b>	(g/cm <sup>3</sup> )		1.736	1.735	1.729	<b>1733</b>

**Observaciones:** El ensayo se realizó con material representativo

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173



**ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA  
NORMA NTP 399.613**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"  
**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul  
**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima **FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA PATRÓN (N, 0%PET)**

Tipo de Material: Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

*Resistencia a la Compresión de Especímenes Prismáticos de Concreto  
Norma Técnica E 070 (NTP 399.613)*

**ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)**

Medidas de fabrica			Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )		
M1, 0%PET	22.90	8.60	13.10	299.99	69513.12	231.72		
M2, 0%PET	22.40	9.00	13.10	293.44	70795.65	241.26		
M3, 0%PET	22.80	9.00	13.00	296.40	72750.42	245.45		
M4, 0%PET	22.90	8.90	13.30	304.57	69805.33	229.19		
M5, 0%PET	23.00	9.10	13.00	299.00	71604.21	239.48		
RESISTENCIA PROMEDIO f' b						237.42		
DESVIACIÓN ESTANDAR						6.775		
RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )						230.64		

**Observaciones:**

La dosificación de cemento/arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



*Carlos Enrique Tito Silva*  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173



**ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA  
NORMA NTP 399.613**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA 10% DE PET**

Tipo de Material: Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

*Resistencia a la Compresión de Especímenes Prismáticos de Concreto*

*Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)*

**ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)**

Medidas de fabrica			Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO (cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)		RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	
M6, 10%PET	23.50	8.00	14.00	329.00	74862.71		227.55	
M7, 10%PET	23.30	9.00	14.00	326.20	79523.24		243.79	
M8, 10%PET	23.00	9.10	14.10	324.30	79313.16		244.57	
M9, 10%PET	23.20	9.00	13.90	322.48	77657.57		240.81	
M10, 10%PET	23.10	9.10	13.00	300.30	76943.63		256.22	
RESISTENCIA PROMEDIO f' b							<b>242.59</b>	
DESVIACIÓN ESTANDAR							<b>10.255</b>	
RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )							<b>232.33</b>	

**Observaciones:**

La dosificación de cemento arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA  
NORMA NTP 399.613**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Colantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA 25% DE PET**

*Tipo de Material:* Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

*Resistencia a la Compresión de Especímenes Prismáticos de Concreto*

*Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)*

**ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)**

Medidas de fabrica			Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO (cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)		RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	
M11, 25%PET	23.00	9.50	13.30	305.90	78680.63		257.21	
M12, 25%PET	23.00	8.50	13.50	310.50	82985.20		267.26	
M13, 25%PET	23.00	8.30	13.00	299.00	79967.36		267.45	
M14, 25%PET	23.10	9.00	13.50	311.85	81035.78		259.85	
M15, 25%PET	23.00	8.90	13.00	299.00	79869.88		267.12	
RESISTENCIA PROMEDIO f' b							<b>263.78</b>	
DESVIACIÓN ESTANDAR							<b>4.882</b>	
RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )							<b>258.90</b>	

**Observaciones:**

*La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto*

*Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.*

*Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.*



  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA  
NORMA NTP 399.613**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA 40% DE PET**

Tipo de Material: Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

*Resistencia a la Compresión de Especímenes Prismáticos de Concreto*

*Norma Técnica E.070 (NTP 399.613)*

**ANÁLISIS DE COMPRESIÓN POR UNIDAD (f' b)**

Medidas de fabrica			Largo(cm)	23	Ancho(cm)	13	Altura(cm)	9
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)		RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	
M16, 40%PET	23.00	9.00	13.30	305.90	63674.22		208.15	
M17, 40%PET	23.00	9.20	13.50	310.50	61550.04		198.23	
M18, 40%PET	23.00	9.10	13.00	299.00	54687.46		182.90	
M19, 40%PET	23.10	9.00	13.00	300.30	65534.31		218.23	
M20, 40%PET	23.00	9.20	13.00	299.00	60632.55		202.78	
RESISTENCIA PROMEDIO f' b							<b>202.06</b>	
DESVIACIÓN ESTANDAR							<b>13.047</b>	
RESISTENCIA f' b (kg/cm <sup>2</sup> )							<b>189.01</b>	

**Observaciones:**

*La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto*

*Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.*

*Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.*




**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173



## ANEXO 04: Ensayo de compresión diagonal en muretes



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

### ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA NORMA NTP 399.621

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo - 2021"  
**SOLICITANTE** : Perez Cofantes, Diego Saul  
**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima **FECHA** : Octubre - 2021

#### MUESTRA PATRÓN (N, 0%PET)

Tipo de Material: Concreto

#### Resultados de los ensayos realizados

Resistencia a la Compresión de Muretes de Albañilería  
Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)

#### ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	Vm(kg/cm <sup>2</sup> )
MU1, 0%PET	61.45	63.20	13.40	835.16	19382.72	15.41
MU2, 0%PET	60.75	62.25	12.80	787.20	18122.22	16.28
MU3, 0%PET	62.20	61.13	13.98	862.08	19219.03	15.76
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )						16.15
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm <sup>2</sup> )						0.34
RESISTENCIA V'm (kg/cm <sup>2</sup> )						15.81

#### Observaciones:

La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero.

La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte.

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA  
NORMA NTP 399.621**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"  
**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul  
**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima **FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA 10% DE PET**

Tipo de Material: Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

**Resistencia a la Compresión de Muretes de Albañilería**  
Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)

**ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)**

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	Vm(kg/cm <sup>2</sup> )
MU4, 10%PET	61.52	60.24	12.59	766.48	16056.73	14.81
MU5, 10%PET	60.08	61.46	13.45	817.36	15521.70	13.43
MU6, 10%PET	62.76	60.65	13.80	851.53	16791.53	13.94
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>14.06</b>
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>0.70</b>
RESISTENCIA V'm (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>13.36</b>

**Observaciones:**

La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero.

La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173



**ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA  
NORMA NTP 399.621**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo - 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Colantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA 25% DE PET**

*Tipo de Material:* Concreto

**Resultados de los ensayos realizados****Resistencia a la Compresión de Muretes de Albañilería**

*Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)*

**ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)**

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	V'm(kg/cm <sup>2</sup> )
MU7, 25%PET	61.34	60.78	13.20	805.99	12754.27	11.19
MU8, 25%PET	63.08	60.25	13.85	854.06	11959.50	9.90
MU9, 25%PET	62.32	60.79	14.25	877.16	13192.19	10.63
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>10.57</b>
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>0.65</b>
RESISTENCIA V'm (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>9.93</b>

**Observaciones:**

*La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero.*

*La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte*

*Las muestras han sido identificadas y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.*

*Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.*



  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA  
NORMA NTP 399.621**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"  
**SOLICITANTE** : Perez Colarites, Diego Saul  
**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima **FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA 45% DE PET**

*Tipo de Material:* Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

*Resistencia a la Compresión de Muretes de Albañilería  
Norma Técnica E.070 (NTP 399.621)*

**ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL CORTE EN MURETES (V'm)**

MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	V'm(kg/cm <sup>2</sup> )
MU10, 45%PET	60.45	60.85	13.70	830.91	8876.98	7.55
MU11, 45%PET	60.85	63.75	12.80	797.44	7921.94	7.02
MU12, 45%PET	61.54	64.90	13.46	850.94	9103.08	7.56
RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>7.38</b>
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>0.31</b>
RESISTENCIA V'm (kg/cm <sup>2</sup> )						<b>7.07</b>

**Observaciones:**

*La dosificación cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo; 14 días de curado para el mortero.*

*La dimensión mínima del murete según la NTP 399.621 es 600mmx600mm. Según la Norma Técnica E.070, V'm es la resistencia característica de la albañilería al corte*

*Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.*

*Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.*



**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# ANEXO 04F: Ensayo de variación dimensional



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL NORMA E-070 DEL RNE

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**FECHA** : Octubre - 2021

### MUESTRA PATRÓN (N, 0%PET)

Tipo de Material: Concreto

### Resultados de los ensayos realizados

Análisis de Variación Dimensional en Ladrillo de Concreto

Los ensayos corresponden a la Norma E-070 del RNE

### ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL (%)

ESPECÍMEN	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)						
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Lp	H1	H2	H3	H4	Hp		
0% de Pet	221.4	219.1	219.03	221.3	220.2075	132.02	133.34	134.6	132.67	133.1575	80.85	86.78	87.76	85.1	85.1225		
0% de Pet	220.6	219.5	219.6	218.9	219.65	131.82	132.67	133.54	134.65	133.17	85.1	86.58	89.7	87.46	87.21		
0% de Pet	229.8	221	229.9	228.55	227.3125	130.23	133.21	133.56	133.54	132.635	86.13	87.76	86.4	88.95	87.31		
0% de Pet	229	220.1	217.8	228.76	223.915	130.34	133.21	134.21	132.53	132.5725	87.79	85.08	80.5	86.8	85.0425		
0% de Pet	221.3	227.6	229.8	228.9	226.9	132.21	132.21	133.54	133.67	132.9075	88.6	84.2	86.46	87.3	86.64		
0% de Pet	229.4	229.07	228.05	229.56	229.02	132.45	132.54	133.2	135.54	133.4325	87.78	80.66	89.7	90	87.035		
0% de Pet	220.05	229.92	228.95	228.94	226.965	131.21	131.43	131.66	132.67	131.7425	87.65	88.48	87.8	87.9	87.9575		
0% de Pet	228.02	229.5	229.89	228.2	228.9025	130.12	132.76	132.54	134.65	132.5175	85.14	86.03	80.7	86.4	84.5675		
Largo fabricación L:					230	Ancho fabricación A:					130	Altura fabricación H:					90
Desv. Estándar $\sigma$ :					3.702	Desv. Estándar $\sigma$ :					0.527	Desv. Estándar $\sigma$ :					1.284
Largo promedio $L_p$ :					225.36	Ancho promedio $A_p$ :					132.77	Altura promedio $H_p$ :					86.36
Var. Dimensional V%:					2.018	Var. Dimensional V%:					2.128	Var. Dimensional V%:					4.044

### Observaciones:

La dosificación de cementoarena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



Dirección: Mz. T Lt. 13 Al. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206983 / 969625105  
www.gmigingenieros.com

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL  
NORMA E-070 DEL RNE**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA 10% DE PET**

Tipo de Material: Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

**Análisis de Variación Dimensional en Ladrillo de Concreto**

Los ensayos corresponden a la Norma E-070 del RNE

**ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL (%)**

ESPECÍMEN	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)						
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Lp	H1	H2	H3	H4	Hp		
10% de Pet	229.1	221.3	229.03	221.3	225.1825	132.02	133.34	134.6	132.67	133.1575	86.85	86.78	87.76	85.1	86.6225		
10% de Pet	229.5	228.9	229.6	228.9	229.225	131.82	132.67	133.54	133.21	132.81	80.1	86.58	87.46	80.78	83.73		
10% de Pet	221	218.55	219	218.56	219.2775	130.23	133.21	133.56	133.21	132.5525	86.13	90	80.95	86.58	85.915		
10% de Pet	220.1	218.76	227.8	218.75	221.3525	130.34	134.6	132.02	132.21	132.2925	87.79	87.9	89.8	87.76	88.3125		
10% de Pet	230	230.2	218	218.67	224.2175	132.21	133.54	131.82	133.34	132.7275	88.6	86.4	87.3	87.3	87.4		
10% de Pet	220.07	230.56	228.05	219.56	224.56	133.54	133.56	130.23	132.67	132.5	86.58	89.66	87.1	80	85.835		
10% de Pet	229.92	230.94	228.95	218.94	227.1875	133.56	132.02	131.66	133.21	132.6125	83.76	88.48	86.13	87.9	86.5675		
10% de Pet	220.5	228.2	229.8	218.25	224.1875	130.12	131.82	132.54	134.65	132.2825	80.08	86.03	80	86.4	83.1275		
Largo fabricación L:					230	Ancho fabricación A:					130	Altura fabricación H:					90
Desv. Estándar $\sigma$ :					3.101	Desv. Estándar $\sigma$ :					0.287	Desv. Estándar $\sigma$ :					1.750
Largo promedio $L_p$ :					224.40	Ancho promedio $A_p$ :					132.62	Altura promedio $H_p$ :					85.94
Var. Dimensional V%:					2.435	Var. Dimensional V%:					2.013	Var. Dimensional V%:					4.513

**Observaciones:**

La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



Dirección: Mr. E Lt. 13 Av. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
www.gmigingenieros.com

  
-----  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173



**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL  
NORMA E-070 DEL RNE**

**PROYECTO** : "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabaylo – 2021"

**SOLICITANTE** : Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN** : Carabaylo - Lima

**FECHA** : Octubre - 2021

**MUESTRA 25% DE PET**

Tipo de Material: Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

**Análisis de Variación Dimensional en Ladrillo de Concreto**

Los ensayos corresponden a la Norma E-070 del RNE

**ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL (%)**

ESPECÍMEN	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Lp	H1	H2	H3	H4	Hp
25% de Pet	227.1	227.8	218	218.67	222.8925	129.6	132.67	128.6	132.67	130.885	90.85	86.78	90.76	85.1	88.3725
25% de Pet	229	218	218.05	229.56	223.6525	133.54	134.65	133.54	133.21	133.735	80.1	89.58	87.46	86.78	85.98
25% de Pet	226.07	230.05	218.95	228.94	226.0025	133.56	133.54	133.56	133.21	133.4675	86.13	90	89.95	86.58	88.165
25% de Pet	232.9	229.6	220.69	230.05	228.31	135.21	132.53	132.02	132.21	132.9925	87.79	87.9	80.8	87.76	86.0625
25% de Pet	218.55	229	229.58	230.08	226.8025	133.54	133.67	131.82	133.34	133.0925	83.6	86.4	82.3	88.3	85.15
25% de Pet	231.76	227.8	221.09	229.8	227.6125	133.23	132.67	133.2	129.54	132.16	86.58	90.66	81.1	90.08	87.105
25% de Pet	228	228	220.1	227.8	225.975	131.66	133.21	131.66	132.67	132.3	87.76	83.48	86.13	87.9	86.3175
25% de Pet	229.52	228.2	220.1	228.9	226.68	132.54	130.65	132.54	134.65	132.595	87.08	86.03	90.01	86.4	87.38
	Largo fabricación L: 230					Ancho fabricación A: 130					Altura fabricación H: 90				
	Desv. Estándar $\sigma$ : 1.860					Desv. Estándar $\sigma$ : 0.698					Desv. Estándar $\sigma$ : 1.130				
	Largo promedio Lp: 225.99					Ancho promedio Ap: 132.65					Altura promedio Hp: 86.82				
	Var. Dimensional V%: 1.743					Var. Dimensional V%: 2.041					Var. Dimensional V%: 3.537				

**Observaciones:**

La dosificación de cemento/arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



Dirección: Mz. E L. 13 As. Papa Juan Pablo II - SWP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 909625105  
www.gmigingenieros.com

  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL  
NORMA E-070 DEL RNE**

**PROYECTO :** "Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayillo – 2021"

**SOLICITANTE :** Perez Collantes, Diego Saul

**UBICACIÓN :** Carabayillo - Lima

**FECHA :** Octubre - 2021

**MUESTRA 40% DE PET**

Tipo de Material: Concreto

**Resultados de los ensayos realizados**

**Análisis de Variación Dimensional en Ladrillo de Concreto**

Los ensayos corresponden a la Norma E-070 del RNE

**ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL (%)**

ESPECÍMEN	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)						
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Lp	H1	H2	H3	H4	Hp		
40% de Pet	219.1	221.3	229.03	221.3	222.6825	133.23	133.21	137.6	132.67	134.1775	80.58	89.7	87.76	85.1	85.785		
40% de Pet	229.5	218.9	229.6	228.9	226.725	134.34	133.21	133.54	130.65	132.935	87.76	86.4	87.46	82.78	86.1		
40% de Pet	221	218.55	229	228.56	224.2775	137.21	132.21	133.56	133.54	134.13	81.08	90	88.95	85.58	83.9025		
40% de Pet	220.1	218.76	217.8	228.75	221.3525	135.34	134.6	130.21	132.53	133.17	87.8	87.76	88.8	87.76	88.03		
40% de Pet	220	218	217.8	228.76	221.14	134.21	133.54	123.54	133.67	131.24	87.3	88.3	87.3	87.3	87.55		
40% de Pet	220.07	229.56	230	228	226.9075	133.54	133.56	137.23	132.67	134.25	87.1	90.08	87.1	90	86.07		
40% de Pet	230.9	228.94	228.05	219.56	226.8625	135.56	137.02	133.66	137.21	135.8625	80.13	80.9	83.13	88.9	83.265		
40% de Pet	220.5	228.2	228.95	218.94	224.1475	137.12	133.82	137.54	135.65	136.0325	90.08	86.03	90	86.4	88.1275		
Largo fabricación L:					230	Ancho fabricación A:					130	Altura fabricación H:					90
Desv. Estándar $\sigma$ :					2.407	Desv. Estándar $\sigma$ :					1.565	Desv. Estándar $\sigma$ :					1.809
Largo promedio Lp:					224.26	Ancho promedio Ap:					133.97	Altura promedio Hp:					86.10
Var. Dimensional V%:					2.495	Var. Dimensional V%:					3.057	Var. Dimensional V%:					4.329

**Observaciones:**

La dosificación de cemento:arena es 1:2, curado de 28 días del ladrillo de concreto

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



Dirección: Ms. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 909625105  
www.gmigingenieros.com

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

## Anexo 5: Reporte fotográfico



Obtención de agregados en lugar de estudio



Ensayo de tamizado del agregado



Ensayo de contenido de humedad



Peso de agregados en balanza calibrada





Realización de ladrillo de concreto con PET



Ensayo de compresión en unidades



Ensayo de variabilidad dimensional



Armado de murete