



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre  
propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

**AUTORAS:**

Canchari De La Cruz, Maria Felicita ([orcid.org/0000-0002-3122-6577](https://orcid.org/0000-0002-3122-6577))

Lozano Gomez, Valeria Yojara ([orcid.org/0000-0001-5711-3776](https://orcid.org/0000-0001-5711-3776))

**ASESOR:**

Mtro. Casso Valdivia, Hugo ([orcid.org/0000-0002-7891-0819](https://orcid.org/0000-0002-7891-0819))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## DEDICATORIA

A Dios por todas sus bendiciones, por habernos permitido llegar a esta casa de estudios, ayudándonos a seguir adelante y por estar presente en todo ámbito de nuestras vidas.

A nuestros padres por su preocupación, apoyo; tanto económico como moral y su guía incondicional, lo cual nos impulsó a seguir adelante para lograr nuestros objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

A los ingenieros de la Universidad César Vallejo, que nos dieron los conocimientos y nos orientaron a lo largo del desarrollo de la tesis, apoyándonos en cada etapa de nuestra carrera profesional de Ingeniería Civil.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	13
3.1 Tipo y Diseño De investigación .....	13
3.2 Variables y operacionalización .....	14
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	15
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5 Procedimiento .....	19
3.6 Método de análisis de datos .....	38
3.7 Aspectos éticos .....	38
IV. RESULTADOS .....	39
V. DISCUSIONES .....	77
VI. CONCLUSIONES .....	84
VII. RECOMENDACIONES .....	86
REFERENCIAS	
ANEXOS	



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Proporciones volumétricas del mortero.....	12
<b>Tabla 2.</b> Cuadro de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión de la prueba piloto. ....	16
<b>Tabla 3.</b> Cuadro de muestras para el ensayo de variación dimensional, alabeo, densidad y absorción. ....	16
<b>Tabla 4.</b> Cuadro de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión....	17
<b>Tabla 5.</b> Cuadro de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión axial y compresión diagonal. ....	18
<b>Tabla 6.</b> Propiedades de los materiales.....	24
<b>Tabla 9.</b> Cantidad de materiales para el diseño de mezcla con 9% de sustitución en volumen de agregado fino por PET.....	30
<b>Tabla 10.</b> Cantidad de materiales para el diseño de mezcla con 12% de sustitución en volumen de agregado fino por PET.....	32
<b>Tabla 11.</b> Resultados de módulo de finura. ....	41
<b>Tabla 12.</b> Resultados de alabeo. ....	43
<b>Tabla 13.</b> Resultados de las variaciones dimensionales.....	45
<b>Tabla 14.</b> Absorción de los diferentes especímenes de la unidad de albañilería.	46
<b>Tabla 15.</b> Prueba de normalidad – Absorción .....	48
<b>Tabla 16.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas – Absorción.....	49
<b>Tabla 17.</b> Prueba de ANOVA - Absorción.....	49
<b>Tabla 18.</b> Prueba Post-Hoc de HDS Tukey (Comparaciones múltiples) – Absorción. ....	50
<b>Tabla 19.</b> Medias según la prueba HDS Tukey – Absorción.....	51
<b>Tabla 20.</b> Resultados de Densidad.....	51
<b>Tabla 21.</b> Prueba de normalidad - Densidad.....	53
<b>Tabla 22.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas – Densidad. ....	54

<b>Tabla 23.</b> Prueba de ANOVA – Densidad.....	54
<b>Tabla 24.</b> Prueba Post-Hoc de HDS Tukey (Comparaciones múltiples) – Densidad.....	55
<b>Tabla 25.</b> Medias según la prueba HDS Tukey – Densidad. ....	56
<b>Tabla 26.</b> Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días.....	57
<b>Tabla 27.</b> Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días.....	59
<b>Tabla 28.</b> Prueba de normalidad – f`b a los 28 días.....	62
<b>Tabla 29.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas – f`b a los 28 días.....	63
<b>Tabla 30.</b> Prueba de ANOVA – f`b a los 28 días. ....	63
<b>Tabla 31.</b> Prueba Post-Hoc de HDS Tukey (Comparaciones múltiples) – f`b a los 28 días. ....	64
<b>Tabla 32.</b> Medias según la prueba HDS Tukey – f`b a los 28 días.....	65
<b>Tabla 33.</b> Resultados de la resistencia a la compresión del mortero .....	65
<b>Tabla 34.</b> Resultado de la resistencia axial de pilas.....	66
<b>Tabla 35.</b> Prueba de normalidad - f`m.....	67
<b>Tabla 36.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas – f`m .....	68
<b>Tabla 37.</b> Prueba de ANOVA – f`m.....	68
<b>Tabla 39.</b> Medias según la prueba HDS Tukey – f`m.....	70
<b>Tabla 40.</b> Resultados de la resistencia a la compresión diagonal (v`m).....	71
<b>Tabla 41.</b> Prueba de normalidad – Resistencia a compresión diagonal (v`m) ....	72
<b>Tabla 42.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas – Resistencia a compresión diagonal (v`m).....	73
<b>Tabla 43.</b> Prueba de ANOVA – Resistencia a compresión diagonal (v`m).....	73
<b>Tabla 44.</b> Prueba Post-Hoc de HDS Tukey (Comparaciones múltiples) – Resistencia a compresión diagonal (v`m).....	74
<b>Tabla 45.</b> Medias según la prueba HDS Tukey – Resistencia a compresión diagonal (v`m).....	75
<b>Tabla 46.</b> Resultados de la clasificación final de las unidades de albañilería. ....	76

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Viviendas unifamiliares fabricadas con PET.....	6
<b>Figura 2.</b> Diferentes porcentajes de PET vs Resistencia a la compresión ( $f'_b$ ). ...	7
Figura 3. Estructura de los ladrillos .....	9
<b>Figura 4.</b> Modos de falla de compresión axial en pilas. ....	11
<b>Figura 5.</b> Modos de falla para el ensayo al corte .....	11
<b>Figura 6.</b> Detalles de la geometría de ladrillos de concreto con PET .....	33
<b>Figura 7.</b> Ensayo de compresión axial.....	37
<b>Figura 8.</b> Ensayo de compresión diagonal o corte.....	37
<b>Figura 9.</b> Creación de base de datos de absorción en SPSS.....	39
<b>Figura 10.</b> Valores de absorción en porcentaje (Vista de datos en SPSS).....	39
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de PET vs Módulo de finura de los agregados globales..	42
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de PET vs Alabeo.....	44
<b>Figura 13.</b> Absorción vs porcentaje de PET .....	47
<b>Figura 14.</b> Densidad vs Porcentaje de PET.....	52
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de PET vs resistencia a la compresión a los 7 días .....	58
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de PET vs resistencia a la compresión a los 28 días. ....	59
<b>Figura 17.</b> Resistencia a la compresión a los 7 y 28 días.....	60
<b>Figura 18.</b> Resistencia a la compresión vs Absorción. ....	61
<b>Figura 19.</b> Resistencia a la compresión vs Densidad. ....	61
<b>Figura 20.</b> Porcentaje de PET vs compresión axial a los 28 días.....	66
<b>Figura 21.</b> Porcentaje de PET vs Resistencia a la compresión diagonal.....	71

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto. Para la metodología se usó un enfoque cuantitativo, diseño aplicada y nivel experimental. El tamaño de muestra fue 674 especímenes. Se determinó las proporciones adecuadas para elaborar ladrillos de concreto sustituyendo el volumen de agregado fino por PET en la mezcla en porcentajes de 0%, 3%, 9% y 12%, obteniéndose 4 diseños. La resistencia a compresión ( $f'_b$ ) a los 28 días tuvo como resultados 221.24 kg/cm<sup>2</sup>, 217.16 kg/cm<sup>2</sup>, 213.14 kg/cm<sup>2</sup> y 208.85 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. La resistencia a compresión axial en pilas ( $f'_m$ ) fue de 121.18 kg/cm<sup>2</sup>, 116.92 kg/cm<sup>2</sup>, 105.28 kg/cm<sup>2</sup> y 100.10 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y la resistencia al corte en muretes ( $v'_m$ ) fue 10.30 kg/cm<sup>2</sup>, 8.56 kg/cm<sup>2</sup>, 8.36 kg/cm<sup>2</sup> y 8.15 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Asimismo, se realizó los ensayos de densidad, variación dimensional, alabeo, absorción (menor a 12%) donde se cumplió con la norma E.070, clasificando como Tipo IV y Tipo 17 (NTP 399.601). Concluyendo que la sustitución en volumen de agregado fino por PET no influye favorablemente sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.

**Palabras clave:** Polietileno Tereftalato, unidades de albañilería, módulo de finura, tracción diagonal, compresión axial.

## ABSTRACT

The present research work had as a general objective to evaluate the influence of the substitution in volume of fine aggregate by PET on the physical-mechanical properties of concrete bricks. For the methodology, a quantitative approach, applied design and experimental level were used. The sample size was 674 specimens. The appropriate proportions to make concrete bricks were determined by substituting the volume of fine aggregate for PET in the mixture in percentages of 0%, 3%, 9% and 12%, obtaining 4 designs. The compressive strength ( $f'_b$ ) at 28 days resulted in 221.24 kg/cm<sup>2</sup>, 217.16 kg/cm<sup>2</sup>, 213.14 kg/cm<sup>2</sup> and 208.85 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. The axial compressive strength in piles ( $f'_m$ ) was 121.18 kg/cm<sup>2</sup>, 116.92 kg/cm<sup>2</sup>, 105.28 kg/cm<sup>2</sup> and 100.10 kg/cm<sup>2</sup>, respectively, and the shear strength in low walls ( $v'_m$ ) was 10.30 kg/cm<sup>2</sup>, 8.56 kg/cm<sup>2</sup>, 8.36 kg/cm<sup>2</sup> and 8.15 kg/cm<sup>2</sup> respectively. Likewise, the tests of density, dimensional variation, warping, absorption (less than 12%) were carried out, where the E.070 standard was met, classifying as Type IV and Type 17 (NTP 399.601). Concluding that the substitution in volume of fine aggregate for PET does not favorably influence the physical-mechanical properties of concrete bricks.

**Keywords:** Polyethylene Terephthalate, masonry units, fineness modulus, diagonal traction, axial compression.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la realidad problemática debido a los desechos de residuos sólidos, es evidenciable, y estos en su mayoría se componen por envases de Polietileno Tereftalato (PET) que no se degradan con facilidad manteniéndose por mucho tiempo causando daño al ecosistema. Por otra parte, en la sociedad, el desconocimiento sobre los materiales nuevos para la construcción de viviendas es muy alto pues no hay normas ni reglamentos para trabajar con este material estructuralmente, por lo cual aumenta la demanda del ladrillo de concreto, de arcilla y de sílice-cal como las únicas soluciones para su uso en muros estructurales, pese a sus elevadas consecuencias ambientales. Por ello, el presente proyecto nace con la finalidad de contribuir al cuidado del medio ambiente, a través de la reutilización de estos residuos. Reutilizar envases plásticos PET, da la opción de que sirvan como materia prima para industria de la construcción, desarrollando nuevas tecnologías constructivas; ya que al sustituir parcialmente el volumen del agregado fino por PET en la mezcla para ladrillos de concreto se logran las resistencias mecánicas adecuadas para su uso en muros portantes en Lima, por ende, se propuso el diseño y fabricación de nuevos elementos ecológicos, aportando así en el ámbito de la Ingeniería Civil.

En el área profesional de Ingeniería Civil, fue necesario investigar este problema porque dio a conocer un nuevo método de elaboración de ladrillos, principalmente en el diseño de mezclas, que es donde se definió la sustitución en volumen y ya no en peso como se acostumbraba a hacer de manera convencional, beneficiando así tanto al sector de la construcción como a la sociedad porque se obtuvo una mejor resistencia a la compresión y propiedades físicas a menores costos de fabricación.

La investigación planteó el siguiente problema general: ¿Cómo influye la sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto?, así mismo se contará con los problemas específicos: ¿Qué efecto tiene la sustitución en volumen de agregado fino por PET en el módulo de finura de los agregados globales?, ¿Cómo influye la

sustitución en volumen de agregado fino por PET en las propiedades físicas de ladrillos de concreto?, ¿Cuál es el efecto de los diferentes porcentajes de PET en la resistencia a la compresión en las unidades de albañilería, la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia al corte en muretes?, ¿Cuál es la clasificación que se le da a la unidad de albañilería de concreto según los diferentes porcentajes de PET?

La investigación se justificó socialmente debido a que trasciende a una forma nueva de cuidar el medio ambiente ya que la contaminación está en aumento, perjudicando a la población por que genera enfermedades y causa el severo cambio climático, para ello se utilizó Polietileno Tereftalato en unidades de albañilería estructural, lo cual tiene como beneficio disminuir el impacto ambiental y, además, generar empleabilidad en el sector construcción para la fabricación de los ladrillos.

Se justificó de forma práctica debido a que, con esta nueva forma de hacer el reemplazo de agregado fino por PET, se mejorarán las propiedades físico mecánicas en comparación de la sustitución por peso. Además, en lo económico se requiere menos inversión para su elaboración ya que al obtener el PET de nuestro propio reciclaje generó un menor costo que los ladrillos comunes.

Teóricamente se justificó debido a que al comparar las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería se afianza el conocimiento de su empleabilidad y se amplía el interés hacia estudio de las propiedades térmicas y acústicas de los ladrillos con adición de PET para poder analizar sus características. Asimismo, se pudo reconocer el comportamiento de las unidades en relación a sus propiedades.

De forma metodológica se justificó ya que se aplicó el método científico y cuasi experimental porque solo se manipuló una sola variable y a través de esta aplicación se conoció las propiedades físico mecánicas de los ladrillos con la incorporación de PET, así como también la dosificación para su elaboración.

Asimismo, mediante un análisis científico se determinó la viabilidad del producto cumpliendo los parámetros normativos.

El objetivo general fue evaluar la influencia de la sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto. Los objetivos específicos son: Determinar el efecto que tiene la sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET en el módulo de finura de los agregados globales. Evaluar la influencia de la sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET en las propiedades físicas de ladrillos de concreto. Determinar el efecto de los diferentes porcentajes de PET en la resistencia a la compresión en las unidades de albañilería, la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia al corte en muretes. Clasificar a las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de PET, para evaluarlas respectivamente.

La hipótesis general que se planteó es la siguiente: La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye positivamente sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto. Las hipótesis específicas son: La sustitución en volumen de agregado fino por PET tiene efectos favorables en el módulo de finura de los agregados globales. La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye favorablemente sobre las propiedades físicas de ladrillos de concreto. El efecto de los diferentes porcentajes de PET en la unidad de albañilería de concreto, es el incremento de su resistencia a la compresión por unidad, a compresión axial en pilas y al corte en muretes. La clasificación para las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de PET, pertenece al tipo IV; según las normativas NTE.070 y al tipo 17; según la NTP 399.601, para ser utilizados en muros portantes.



## II. MARCO TEÓRICO

- **Antecedentes nacionales:** En cuanto a los antecedentes a nivel nacional, Echevarría Garro (2017), en Cajamarca, planteó el objetivo de establecer las características físico mecánicas del ladrillo de concreto con PET según la norma E.070, donde contienen el 0%, 3%, 6%, 9% de PET adicionado. Se obtuvo como resultado que resistieron 161.96 kg/cm<sup>2</sup>, 127.08 kg/cm<sup>2</sup>, 118.80 kg/cm<sup>2</sup> y 110.46 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, ocupando así la clasificación con respecto a la albañilería patrón clase IV para muros portantes y para las demás 3 muestras en la clase III para muros no portantes.

En Huancayo, Sedano Chuporgo (2019), planteó determinar si el PET cumple con los parámetros que están establecidos en las normas técnicas de albañilería. Donde utilizó 40 unidades como muestras con los porcentajes de 0%, 3%, 5%, 10% de PET. Obtuvo como resultado que la resistencia de compresión de la muestra patrón=178.71kg/cm<sup>2</sup>, la muestra con 3%=129.81 kg/cm<sup>2</sup>, clasificando así las dos muestras en el tipo IV para muros portantes, 5%=116.04 kg/cm<sup>2</sup>, el 10%=85.98 g/cm<sup>2</sup>, se clasificó en el tipo III y II, para muros no portantes por tener baja resistencia y cumplió con la norma E.070.

Por otro lado, respecto a la clasificación de las unidades de albañilería, Montero y Salinas (2020), realizaron una muestra de 64 ladrillos para edades 7 y 28 días con los porcentajes de 0% como patrón, 5%, 10% y 15% como muestras de tratamiento. Se llegó a los resultados, adicionando PET al 0% = 144.02 kg/cm<sup>2</sup> (RC), 5.26% (ABS); 5% = 155.11 kg/cm<sup>2</sup> (RC), 4.46% (ABS.); 10% = 161.76 kg/cm<sup>2</sup> (RC), 3.60 % (ABS.); 15% = 168.38 kg/cm<sup>2</sup> (RC), 3.20% (ABS). Llegando a clasificarse en el tipo IV para muros portantes.

Por otro Aviles y Carrasco, (2020), realizaron una investigación utilizando ladrillos con incorporación de PET con los porcentajes de 0%, 15%, 25%, y 50% para realizar los ensayos de sus propiedades. Dando como resultado, en cuanto a la variación; no se cumple con los parámetros, respecto al alabeo; se encuentra un cóncavo mínimo, convexo nulo cumpliendo la normativa, la absorción no cumple por tener resultados mayores al 12%, asimismo la resistencia de los

diferentes porcentajes incumple por ser menores a los 60 daN/cm<sup>2</sup> y se llega a la conclusión que el 15% tiene características físico mecánicas mejores.

Para realizar los diferentes ensayos de ALBAÑILERÍA (unidades), Gordillo Monteza (2020), realizó una investigación fabricando una muestra de 36 ladrillos, donde 9 estuvieron sin PET y los 27 restantes, con PET. Los porcentajes utilizados para los ensayos fueron de 5%, 10% y 15% de adición de PET y se tomó el respectivo control a la edad de 7, 14 y 28 días, dando como resultado, en cuanto a la resistencia (5% = 86.58 kg/cm<sup>2</sup>, 10% = 88.07 kg/cm<sup>2</sup>, 15% = 88.44kg/cm<sup>2</sup>), el mejor fue el ladrillo con 15% de PET perteneciendo al tipo II.

- **Antecedentes internacionales:** En cuanto a los antecedentes a nivel internacional, se busca encontrar una solución a la contaminación medioambiental y se ha propuesto como solución la reutilización del plástico reciclado para el sector construcción, por ello; en un principio se propuso su uso específico sin otro material adicional que no sea el plástico para la fabricación de las unidades, a lo cual se puede evaluar en el trabajo de Aguirre y Rodriguez (2016) , en Colombia, donde desarrollaron un ladrillo ecológico. Se obtuvo como resultado que alcanzó una resistencia mayor de 50 kg/cm<sup>2</sup> que es la mínima (según norma), con un peso ligero, además con una absorción adecuada no mayor a los 12%, por ende, sería una alternativa que si cumple con las normas en cuanto a la resistencia de compresión.

Además, para este tipo de ladrillos, se requieren más estudios; tanto en el ámbito económico como en el de fabricación, es por ello que en Argentina el equipo de investigación del Centro Experimental de la vivienda económica (CEVE) con ayuda de Berretta, Gatani, Gaggino y Argüelo (2006), desarrollaron un libro (manual), donde establecieron normas para el uso de ladrillos de PET; para lo cual la experimentación e investigación realizada desarrollará y transferirá nuevos métodos para construir viviendas (sociales). Por ello en Argentina existe ladrillos ecológicos con certificación por Subsecretaría de vivienda, donde pueden usarse para construir hasta 2 pisos.



*Figura 1.* Viviendas unifamiliares fabricadas con PET (Aguirre Villacis, Fabricio, 2017).

Para evaluar las propiedades del ladrillo con PET, Ortiz, Cristancho y Avellaneda (2019), para su artículo realizaron ensayos de la resistencia, absorción y módulo de rotura donde se verifica si cumple con las normas y se busca encontrar su variabilidad. Asimismo, se usaron especímenes en porcentajes de 5%, 10%, 15% de adición de PET, con las edades de 7 y 28 días. Se llegó al resultado de que el más adecuado es del 15% en cuanto a la resistencia a la flexotracción (4.3 MPa) y la durabilidad por ser el promedio de las más resistentes. La absorción también llegó a ser baja (menos del 12%).

Asimismo, Sánchez, Peña y Rico (2018) plantean en su artículo reutilizar el plástico, para ello se elaboró ladrillos con PET. Se comprobó que, si cumplen con las normas requeridas en cuanto a la resistencia y absorción. Se obtuvo como resultado que posee una buena absorción (menor a 12%) y durabilidad en todos sus porcentajes de adición; 5%, 10%, 15% de PET.

En cuanto a la dosificación de la mezcla, se requiere saber si es mejor la adición o la sustitución parcial del PET en lugar del agregado fino y, profundizando aún más; si es mejor sustituirla en peso o en volumen, es por ello que en Colombia, Acevedo y Posada, (2018), en su artículo, manifiestan que debido a que el PET tiene una densidad más baja que la arena, primeramente se reemplazó por el peso, a lo cual se vio un cambio en la curva de granulometría del fino pues aumentaron las partículas del PET para determinada cuantía de arena debido a que la densidad del PET es menor. En cuanto al estudio de la resistencia se elaboraron 9 probetas realizando la rotura a los 3,7 y 28 días dando como resultado que todas las probetas a los 28 días sobrepasaron el valor de 21 MPa.

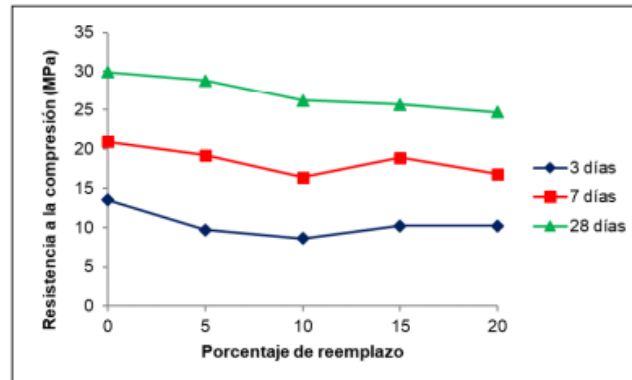


Figura 2. Diferentes porcentajes de PET vs Resistencia a la compresión ( $f'_b$ ). (Acevedo Jaramillo y Posada Franco, 2018, p.54)

En India, Dinesh y Hanumantha (2017), realizaron una investigación en cuanto a las resistencias mecánicas de compresión, flexión y tracción del concreto usando PET como fibra para la mezcla, para lo cual hicieron la sustitución del peso en cemento por PET en porcentajes de 0%, 0,5%, 1% y 1,5%. En cuanto a los estudios de resistencia (cubo), se observó que la mayor fue el concreto con 0.5% de PET (38.5 MPa), a los 28 días, en comparación del patrón (35.2 MPa). La mejor resistencia a la tracción (cilindro), fue en el porcentaje de 0.5% de PET (1.95 MPa) a los 28 días en comparación del patrón (1.65 MPa).

Asimismo, Krishnamoorthy, Tensing Sivaraja y Krishnaraja (India, 2017), hicieron un artículo sobre el uso de fibra de PET para el concreto investigando su comportamiento en ambientes severos, para lo cual se utilizaron tres reemplazos en volumen (0,5%, 1,0% y 1,5%). Se concluyó que la mezcla con fibra de PET al 1% tiene mejor respuesta ante un ataque de ácido lo cual sería el cloruro. La resistencia está en una posición no aceptable para las mezclas donde las condiciones son severas.

Khalid, Azmi, Mazenan, Shahidan y Ali (2018), realizaron una investigación para determinar las propiedades de pasta de cemento con PET, como la resistencia a la compresión y tracción en 7 y 28 días. Se usaron los porcentajes de 0,5%, 1,0%, 1,5% y 2,0% de fibra de PET. Con una relación a/c de 0.45. Siendo el espécimen con 1,0% de PET el más adecuado resistiendo 35 N de carga máxima.

- **Bases Teóricas:** Dentro de las Bases Teóricas se hablará del PET como uno de Materiales reciclados que se aplican en las nuevas construcciones.

**Polietileno Tereftalato:** Para este proyecto, se trabajó con hojuelas de PET, obtenidas de la trituración de botellas plásticas en la empresa EstoQuiero.Com E.I.R.L., ubicada en Cal. Domingo Astete Y Moscoso - 1649 - Urb. Los Cipreses con RUC N° 20602205593. Asimismo, entre las propiedades del PET (ver Anexo 1), las más importantes; para ser usado en la fabricación de ladrillos son su buena resistencia, su densidad, resistencia térmica, aislamiento eléctrico, resistencia a los ácidos que lo transforman en un buen material con muchos beneficios ya que presenta un notable comportamiento a esfuerzos continuos, óptima resistencia química, buena resistencia al desgaste, óptima conductividad térmica (Alvarez Raymundo y Bartolo Guerra, 2020, p.31).

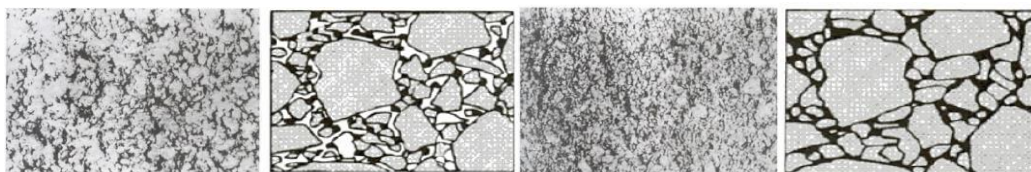
**Agregado Fino:** Para el presente trabajo se escogerán los agregados finos provenientes de la cantera “San Pedrito” que se encuentra en San Pedro–Panamericana Norte Km 407. Además, es importante que tengan una buena selección para el tamizado, pues ello va a influir en la calidad, resistencia y la preparación de la mezcla para el ladrillo. Para la conformación de especímenes de pruebas, se usarán agregados que se obtengan de la segregación de piedra y arena, que a la vez son materiales inorgánicos naturales y/o artificiales mezclados. No se usarán agregados de diámetros menores de 75  $\mu\text{m}$  (no deben pasar la malla N°200), ya que estos pueden ser limos o arcillas y perjudicar al concreto. Por ende, producen asentamientos en é y son más deformables (Polo Collantes, 2016, p.318).

**Agregado grueso:** El material grueso (confitillo de 3/8), escogido para esta investigación provendrá de la cantera “La Gloria” que se encuentra en Ate Vitarte – Carretera Central Km 14.8. Este material es triturado en las chancadoras para su comercialización, y usado para la mezcla junto con los demás agregados para la elaboración de nuestras muestras de ladrillos de concreto, este elemento brinda mayor trabajabilidad a la hora del batido de los materiales por tener aristas pequeñas y vivas para su adherencia (Polo Collantes, 2016, p. 342).

**Cemento Portland Tipo I:** Para la realización de la mezcla se precisa el uso del cemento Sol; Portland de tipo I, que cumple con la NTP 334.009, el cual es utilizado para construcciones generales, brindando mayor trabajabilidad y fraguado con los demás áridos que se usarán. Para las muestras de ensayo se usará el cemento formado por conglomerantes que se obtuvo de materiales combinados y molidos de arcillas calcinadas y rocas calizas que cumple el endurecimiento al contacto del agua (NTP 334.009, 2013, p.4)

**Agua:** Este elemento es un componente esencial para fabricar concretos cumpliendo la función de hidratar al cemento, brindar al cemento mayor trabajabilidad (actúa como lubricante) y adherencia con otros materiales (NTP 339.088, 2019, p. 6).

**Unidad de albañilería:** Para el presente proyecto se utilizará la unidad de albañilería denominada ladrillo, con medidas modulares fabricadas con agregados, agua y cemento. Además, para este ladrillo macizo la sección neta debe ser igual o mayor al 75% de la sección bruta (NTP 399.601,2015, p. 3). Se precisa elaborar ladrillos de concreto con la resistencia óptima, con peso específico y contenido de cemento mínimos, pues así se reducirá el precio de materiales y el peligro de elaborar ladrillos con desmedida contracción de fragua. La pasta de cemento debe unir a las partículas del agregado y por ende dar como resultado una estructura semi abierta (Gallegos y Casabonne, 2005, p.96).



*Figura 3.* Estructura de los ladrillos. A la izquierda se observa la textura ideal del ladrillo donde las partículas se adhieren en los puntos de contacto por la pasta de cemento y a la derecha una textura poco deseable donde la resistencia óptima se obtendrá con una excesiva densidad (Gallegos y Casabonne, 2005, p.98).

La aplicación o uso de los ladrillos presentan las limitaciones que se encuentran en el Anexo 3. En cuanto a las zonas sísmicas; para el uso de estos ladrillos en

muros, están caracterizadas en la norma NTE E030 (2018), para el diseño sismorresistente.

- Las Propiedades de los ladrillos de concreto se detallan a continuación.

**Geometría:** Se refiere a la uniformidad en las dimensiones, las aristas perpendiculares y el acabado de las superficies horizontales de asentado de las unidades de albañilería, los cuales serán definidos mediante las pruebas de variación dimensional y alabeo. Asimismo, un muro que posea geometría regular permite que las juntas sean uniformes tanto vertical como horizontalmente (con 1.5 cm máximo de espesor), para que la resistencia se incremente (Abanto Castillo, 2018, p.140).

**Densidad:** Respecto a la densidad, un ladrillo con mayor densidad tiene las ventajas de poseer una mayor resistencia ( $f'b$ ), un buen aislamiento térmico y acústico, ser menos permeable y por ende dejar menor paso de la humedad (Abanto Castillo, 2018, p. 143).

**Resistencia a la compresión ( $f'b$ ):** Esta propiedad enfoca la relación de la rotura de la carga a compresión del ladrillo y su sección bruta (NTP 399.601, 2015, p4). En este proyecto, la propiedad que se analizará principalmente es la capacidad de los materiales de resistir cargas que determinarán la clasificación del ladrillo según su magnitud. La importancia de esta propiedad reside en que la resistencia a la compresión axial en el muro de albañilería ( $f'm$ ), guarda una relación directamente proporcional con  $f'b$  (Abanto Castillo, 2018, p.139).

- En cuanto a los prismas de albañilería, según la E070 (2018, p. 549), la resistencia de los prismas a corte ( $v'm$ ) y a compresión axial ( $f'm$ ) se puede determinar empíricamente o realizándoles ensayos según la importancia y la zona sísmica de la edificación (ver Anexo N°4).

**Resistencia a la compresión axial en pilas ( $f'm$ ):** Según NTP 399.605 (2018, p. 4), los prismas se deberán construir con ladrillos asentados uno sobre otro. Asimismo, su relación altura-espesor ( $hp/tp$ ), no deberá ser menor de 1.3 ni mayor de 5. Es necesario seguir cargando a los prismas hasta que se registre el modo de falla, como indica la Figura 4.

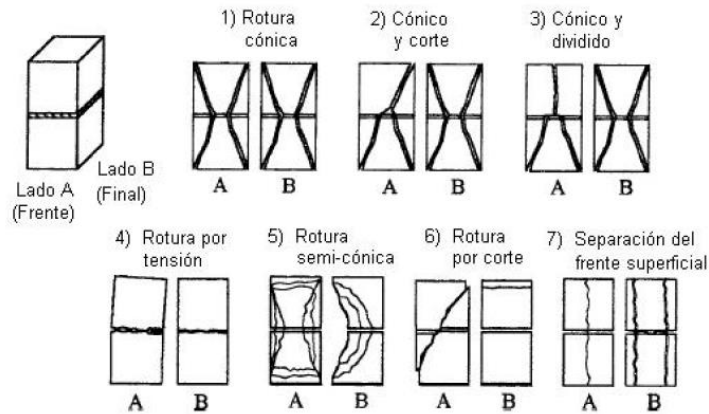


Figura 4. Modos de falla de compresión axial en pilas (NTP 399.605, 2013, p.14).

**Resistencia al corte o tracción diagonal en muretes ( $v'm$ ):** Según la norma NTP 399.621(2018, p. 4), esta propiedad se determina mediante el ensayo de corte y es un ensayo representativo puesto que es similar al comportamiento de un muro ante efectos sísmicos y el valor de  $v'm$  para el diseño no deberá exceder a  $0.319\sqrt{f'm}$  MPa ó  $(\sqrt{f'm} \frac{kg}{cm^2})$ . Los ejemplares serán muretes cuadrados con una mínima dimensión de 60cm x 60 cm, con mínimo dos ladrillos enteros por hilada. El modo de falla del murete es por tracción diagonal o corte y esto pasa de forma frágil al presentarse la primera grieta. Cuando no existen precompresiones o son pequeñas la falla ocurre siguiendo las juntas verticales y horizontales a un ángulo de  $45^\circ$  con la hilada. Cuando la tensión principal llega a su valor crítico se da la falla (Gallegos y Casabonne, 2005, p.244).

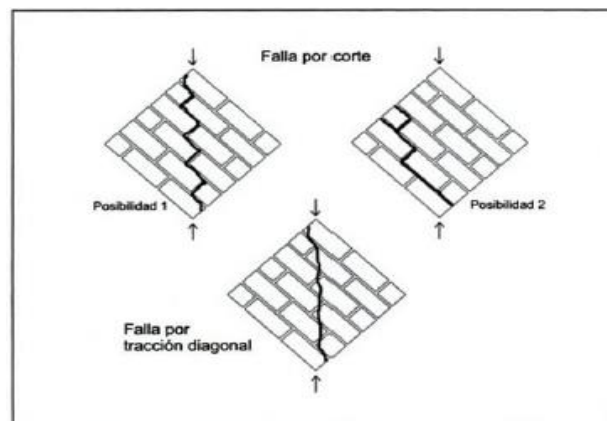


Figura 5. Modos de falla para el ensayo al corte (Gallegos y Casabonne, 2005, p.240).

**Mortero:** Según la Norma Técnica E070 (2018, p. 545), este es un adhesivo y su adhesión debe ser fuerte, durable y total con los ladrillos. Asimismo, se constituye de agregado fino y aglomerantes añadiéndoles la máxima cantidad de



agua para que se genere una composición adherente, trabajable y que no presente segregación de los agregados. En la Tabla 1 se muestran los tipos de mortero según las proporciones.

**Tabla 1.** *Proporciones volumétricas del mortero.*

COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	1 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: E070, 2018, p.546.

- Para el presente trabajo de investigación se siguió la normatividad vigente que se detalla a continuación.

**Normas para el concreto:** El diseño de mezclas por el Método American Construction Institute (ACI) se desarrolló con las normas de ACI 211. Para la prueba del revenimiento se seguirá lo establecido en las normas ASTM C-143 y la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.035.

**Normas para los componentes del concreto:** La NTP 339.088 se utilizará para los requisitos del agua en la mezcla del concreto y para definir el tipo de cemento, lo mencionado en NTP 334.009 y ASTM C-150. Para hacer la clasificación de agregados, la NTP 400.011 y NTP 400.012. Para realizar los ensayos de peso unitario suelto (PUS) y el peso unitario compacto (PUC) se utilizarán las normas ASTM C-29 y NTP 400.017. Para los ensayos de densidad, absorción y densidad relativa (gravedad específica), se seguirá lo establecido en la norma ASTM C 128 y NTP 400.022; para el agregado fino y PET y las normas ASTM C 127 y NTP 400.021; para el agregado grueso.

**Normas para las unidades de albañilería:** Se usó la norma E 0.70 (Albañilería) y la NTP 399.601, que contienen los parámetros constituidos para los ladrillos de concreto, las normas NTP 399.604 y ASTM C-140; para realizar las pruebas de las propiedades de la albañilería. Se utilizarán las normas NTP 399.605, para la prueba de compresión axial en pilas y NTP 399.621 para la prueba de compresión diagonal en muretes, para estos dos últimos ensayos en los que se requiere mortero se utilizará las normas NTP 399.607 y NTP 399.610, las cuales indican su proceso de elaboración y el ensayo de compresión en cubos de mortero se hará a la edad de 7 y 28 días, siguiendo la norma ASTM C109.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y Diseño De investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación se embarcó dentro de un enfoque cuantitativo pues para los procesos se empleó datos numéricos con medición controlada y se orientó a los resultados. Vásquez Rodríguez, (2020, p. 46), señaló que en el enfoque cuantitativo se usarán procesos empíricos, metódicos y cuidadosos para originar conocimiento.

Según su orientación corresponde al tipo aplicada ya que se planteó la meta de adquirir conocimientos nuevos de las unidades albañilería de concreto para utilizarlas en muros estructurales. Alvarez Risco, (2020, p. 3), definió la investigación aplicada, como aquella meta de adquirir un nuevo conocimiento con el cual se va acceder a las resoluciones de problemas prácticos.

Según la evolución del fenómeno estudiado es de tipo longitudinal pues se estudió los fenómenos de la variable en estudio, se midió en diferentes ocasiones y se hizo el control de su evolución a medida del tiempo (Alvarez Risco, 2020, p. 4).

Según la direccionalidad pertenece al tipo prospectivo pues se estudió la causa en el presente para evaluar su efecto en el futuro (Alvarez Risco, 2020, p. 4).

Según el tipo de recolección de datos es de tipo prolectivo ya que la información se recopiló por la perspectiva del investigador (Alvarez Risco, 2020, p. 5).

Según la comparación de poblaciones es de tipo comparativa pues se comparó las variables en la población para contrastar las hipótesis con el fin de comparar prevalencias (Alvarez Risco, 2020, p. 3).

El nivel de investigación que indica su profundidad es el nivel III, predictiva; pues se planteó hipótesis predictivas para ser contrastadas a

través de experimentos y usando la estadística inferencial mediante la prueba ANOVA del programa IBM SPSS Statistics 21. Según Caballero Romero (2014, p. 40), señaló que, en este nivel, se aborda hipótesis predictivas para luego ser contrastadas.

### 3.1.2 Diseño de investigación

Diseño experimental: El diseño es de tipo cuasi experimental, porque se manipuló solo la variable independiente que es el porcentaje en volumen de Polietileno Tereftalato. Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 151) indicaron que, “en el diseño cuasi experimental se manobra una variable independiente por lo mínimo con el motivo de que se vean cambios en la variable dependiente y se diferenció del diseño experimental puro.”

## 3.2 Variables y operacionalización

- **Definición conceptual**

**Variable Independiente: Sustitución por PET**

Conceptualmente se definió al PET como un polímero termoplástico, que se produce través de la polimerización del etilenglicol con ácido tereftáltico. Pertenece al grupo de los poliésteres, tanto que puede ser amorfo o parcialmente cristalizado, lo cual se supedita a la velocidad de enfriamiento después del conformado (Suasnavas Flores, 2017, p. 8).

**Variable Dependiente: Propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.**

La variable dependiente del modo conceptual se definió según Yeltsin Macedo, (2019, p. 24), donde mencionó que “las propiedades físicas se manifiestan ante cualquier efecto de calor, luz o electricidad, mientras que las mecánicas se manifiestan cuando se aplica una fuerza ante un elemento sólido”.

- **Definición operacional**

**Variable Independiente: Sustitución por PET**

Luego se indicó para esta variable la definición operacional donde se observó que para determinar los requisitos para la sustitución del porcentaje

en volumen de Polietileno Tereftalato se utilizó como referencia las normas NTP 400.037 y ASTM C-33 ya que se cumplió con lo establecido en ellas.

**Variable Dependiente: Propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.**

También se precisó la variable operacional, que sirvió para establecer los requisitos para las propiedades físico mecánicas de los ladrillos de concreto donde se usó las normas E.070, NTP 399.604, NTP 399.605 y NTP 399.621.

- **Indicadores**

Los indicadores en la investigación, tanto para la V.I y V.D, están detallados en la matriz de consistencia que se encuentra en el Anexo 9.

- **Escala de medición**

Se utilizó la escala de razón. Para ello Hernández et al. (2014, p. 216), mencionan que, en este nivel, se debe tener unidad de medida común, intervalos iguales entre las categorías y aplicación de operaciones aritméticas básicas y sus derivaciones y el cero debe ser real y absoluto

### **3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1 Población**

La población se conformó por los ladrillos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con PET al 0%, 3%, 9% y 12%. Además, tiene un criterio de selección inclusivo ya que las características particulares de las unidades de albañilería se consideraron como parte de la población.

#### **3.3.2 Muestra**

El tamaño de la muestra total para el estudio fue de 674 especímenes y para la prueba piloto fue 24 especímenes.

#### **3.3.3 Muestreo**

- Para realizar la prueba piloto (Tabla 2), en el ensayo de resistencia a la compresión; para la muestra de control, se fabricaron 3 unidades de albañilería Tipo IV la cual es de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 0% de PET. Para la muestra de tratamiento, se tomó 3 especímenes de concreto con

3%,9% y 12% de PET, para el ensayo a los 7 días. El número de especímenes de la muestra se determinó tomando como referencia la norma NTP 399.604. Esta prueba piloto también sirvió para los estudios de compresión diagonal y compresión axial en pilas en muretes pues dependiendo de los valores que resulten de la resistencia a compresión por unidades se podrá distinguir si la resistencia en conjunto cumplirá con los valores establecidos en norma pues influye directamente en la resistencia final.

**Tabla 2.** Cuadro de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión de la prueba piloto.

TIPO DE MUESTRAS	ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ESPECÍMENES TOTALES (Edad 7 días)	NORMA
MUESTRA DE CONTROL	Unidad de albañilería con 0% PET	3	NTP 399.604
MUESTRAS DE TRATAMIENTO	Unidad de albañilería con 3% de PET	3	
	Unidad de albañilería con 9% de PET	3	
	Unidad de albañilería con 12% de PET	3	

Nota: En la tabla se pueden distinguir el número de especímenes totales establecidos por norma para la prueba piloto; tanto de las muestras de control como de las muestras de tratamiento, con los cuales se realizará el proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia.

- Para la representatividad de las muestras totales, el criterio utilizado fue el muestreo probabilístico por conveniencia. A continuación, se describe de forma precisa como se tomó las muestras para cada tipo de ensayo.

En los ensayos de variación dimensional y alabeo, densidad y absorción (Tabla 3); para la muestra de control se fabricaron 3 unidades de albañilería Tipo IV, la cual fue de concreto con 0% de PET. Para la muestra de tratamiento, se fabricaron 3 especímenes de concreto con 3% de PET, 9% y 12% de PET. El número de especímenes de la muestra se determinó tomando como referencia la norma NTP 399.604.

**Tabla 3.** Cuadro de muestras para el ensayo de variación dimensional, alabeo, densidad y absorción.

TIPO DE MUESTRAS	VARIACIÓN DIMENSIONAL, ALABEO, DENSIDAD Y ABSORCIÓN	ESPECÍMENES TOTALES	NORMA
MUESTRA DE CONTROL	Unidad de albañilería con 0% PET	3	NTP 399.604
MUESTRAS DE TRATAMIENTO	Unidad de albañilería con 3% de PET	3	
	Unidad de albañilería con 9% de PET	3	
	Unidad de albañilería con 12% de PET	3	

*Nota:* En la tabla se pueden distinguir el número de especímenes totales establecidos por norma, tanto de las muestras de control como de las muestras de tratamiento, con los cuales se realizará el proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia.

En el ensayo de resistencia a la compresión (Tabla 4); para la muestra de control, se fabricaron 6 unidades de albañilería Tipo IV de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con 0% de PET. Para la muestra de tratamiento, se tomó 3 especímenes de concreto para cada uno de los diseños (con 3%, 9% y 12% de PET), para el ensayo a los 7 días y 3 a los 28 días. Para definir el número de especímenes de la muestra se siguió lo establecido en la norma NTP 399.604.

**Tabla 4.** Cuadro de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión.

TIPO DE MUESTRAS	ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ESPECÍMENES TOTALES	ESPECÍMENES	NORMA
MUESTRA DE CONTROL	Unidad de albañilería con 0% PET	6	3	NTP 399.604
MUESTRAS DE TRATAMIENTO	Unidad de albañilería con 3% de PET	6	3	
	Unidad de albañilería con 9% de PET	6	3	
	Unidad de albañilería con 12% de PET	6	3	

*Nota:* En la tabla se pueden distinguir el número de especímenes totales establecidos por norma, tanto de las muestras de control como de las muestras de tratamiento, con los cuales se realizará el proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia.

Para los ensayos de compresión axial se fabricaron 3 pilas de 5 unidades de albañilería cada una y para la compresión diagonal en se fabricaron 3 muretes de aproximadamente 18 ladrillos, con los cuales se hicieron los respectivos ensayos a la edad de 28 días.

**Tabla 5.** Cuadro de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión axial y compresión diagonal.

TIPO DE MUESTRAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y COMPRESIÓN DIAGONAL	ESPECÍMENES TOTALES (Edad 28 días)	NORMA
MUESTRA DE CONTROL	Unidad de albañilería con 0% PET	3	NTP 399.605 Y NTP 399.621
MUESTRAS DE TRATAMIENTO	Unidad de albañilería con 3% de PET	3	
	Unidad de albañilería con 9% de PET	3	
	Unidad de albañilería con 12% de PET	3	

*Nota:* En la tabla se pueden distinguir el número de especímenes totales establecidos por norma, tanto de las muestras de control como de las muestras de tratamiento, con los cuales se realizará el proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnica

Las técnicas usadas en el análisis y procesamiento fueron la **técnica de análisis documental**; que estuvo conformada por las fuentes como artículos, tesis, libros, manuales y videos, la **técnica de observación**; con la cual identificó la problemática de la zona en estudio y la **técnica de experimentación**; que consistió el ensayo de módulo de finura, resistencia a la compresión en unidad, densidad, de alabeo, variación dimensional, absorción, resistencia a compresión diagonal en muretes y resistencia a la compresión axial en pilas.

#### 3.4.2 Instrumentos

Los instrumentos fueron las notas de campo, fichas de recolección de datos para los ensayos de la absorción, resistencia a la compresión, resistencia al corte, absorción, densidad, variación dimensional, alabeo,

asimismo se utilizaron instrumentos de laboratorio para los ensayos, que están mencionados detalladamente en el acápite de procedimiento.

### **3.4.3 Validez**

Los instrumentos son válidos porque se estimuló la información exacta y relevante. La validez se vió reflejada mediante el juicio de tres expertos que son: Mg. Hugo Casso Valdivia, en el laboratorio; el Ing. Jorge Francisco Ramirez Japana, CIP N° 84286, el Ing. David Leoncio Vasquez Lopez, CIP N° 57142 y el Ing. Efraín Raul Cairampoma Contreras, CIP N° 250757.

### **3.4.4 Confiabilidad**

Para redactar la presente investigación se tomó la información de diversas fuentes como libros con ISBN registrado, artículos de investigación científica de revistas indexadas como Scopus, Scielo, Redalyc, tesis de Universidades licenciadas y normas publicadas por INDECOPI. En relación a la confiabilidad de los instrumentos a emplear para los respectivos especímenes se encontró calibradas y comprobados por parte de un prestigiado y experimentado laboratorio "MASTERLEM S.A.C", cuya ubicación está en Huachipa, además se realizó los ensayos en base a las normas nacionales e internacionales como el NTP, NTC, ASTM, ACI, NTE.070 entre otros. Asimismo, el laboratorio cuenta con máquinas calibradas y certificadas por el INACAL y se contó con la asesoría de ingenieros especializados y colegiados para realizar dichas pruebas.

## **3.5 Procedimiento**

### **3.5.1 I Fase: Investigación de fuentes bibliográficas**

En esta fase se hizo la búsqueda de fuentes bibliográficas que comprenden libros, revistas, normas nacionales e internacionales.

### **3.5.2 II Fase: Elaboración de fichas de recolección de datos**

Se hicieron los formatos de todas las fichas según las normas NTP y ASTM, para realizar la toma de datos en el laboratorio.



### **3.5.3 III Fase: Elaboración de hojuelas de PET**

Para la obtención de las hojuelas de PET primero se hizo la recolección de las botellas plásticas que se obtuvieron de nuestro reciclaje doméstico a lo largo de 1 año, luego se procedió a lavar y desinfectar el material remojándolo por 3 días en cloro y detergente, para luego cepillarlas interior y exteriormente con los ya mencionados desinfectantes y enjuagarlas 3 veces. Después de ello se quitaron las tapas y seguros que están constituidos por Polipropileno (PP) y las bases inferior y superior, con el fin de solo dejar el material que vamos a utilizar que es el cuerpo de las botellas, luego se procedió a cortarlas con cooter para dejarlas geométricamente en forma de rectángulos. Por último, el material fue llevado a la empresa EstoQuiero.Com E.I.R.L. para proceder con su trituración y así convertirse en hojuelas de PET reciclado.

### **3.5.4 IV Fase: Ensayos a los agregados**

- **Muestreo**

Se realizaron los ensayos a los agregados para indicar sus propiedades físicas. Se procedieron a hacer las pruebas de gravedad específica, P.U.S, P.U.C. y granulometría con el agregado fino, grueso y el PET.

El procedimiento del muestreo se realizó respetando las normas del ASTM D75 y ASTM C 702. Para la toma de muestras primero se determinó la cantidad de material necesaria para los ensayos. Antes de realizar los ensayos se procedió a reducir el material fino mediante el cuarteo de muestra donde se vació el material, con la ayuda de una lampa mezclando y amontonando la muestra para luego verterse en el centro formando un cono, luego se aplastó con una pala creando un círculo de espesor homogéneo. Se procedió a dividir en cuatro partes formando un ángulo recto y se separó diagonalmente las dos partes opuestas para volver a formar el cono, este procedimiento se repitió tres veces. El último cuarteo (ya que es poco material), se hizo con una paleta y se descartó las dos cuartas partes opuestas diagonalmente hasta llegar a un peso; en la primera cuarta parte del material, de no más de 300gr (agregado fino y PET) y de no más de 1kg (agregado grueso).

Luego se llevó la muestra a secar para el ensayo de granulometría y la segunda cuarta parte del material se separó para el ensayo de gravedad específica. Para el muestreo de los materiales en los agregados globales, se procedió a realizar el cuarteo de cada material, esto con el objetivo de obtener las proporciones representativas. Se empezó cuarteando el agregado fino, también se pesó este mismo agregado, hasta llegar a un peso de menos 2 kg de agregado global; en la primera cuarta parte del material, para luego llevar la muestra para el ensayo de granulometría.

- **Granulometría**

Para realizar el ensayo de granulometría a los agregados; el cual es un ensayo de control, se tomó como referencia la NTP 400.012, (2018) y la norma internacional ASTM C 33-03, (2013) o AASHTO M6/M80. Este ensayo es importante para seleccionar los tamaños de diámetro y tener la información que se requiere para calcular el módulo de finura y la cantidad de material que hay sobre cada número de tamiz y así poder clasificar al agregado en su respectivo tipo y darle el uso adecuado según sus características. Los tamices usados son: #3/8, 4, # 8, # 16, #30, #50, #100, #200 y tamiz de fondo. Después del cuarteo respectivo la muestra tiene que ser secado al ambiente, seguidamente la muestra fue lavada en la malla N°200 para sacar los agregados de diámetros menores a 75µm de diámetro y las impurezas; en forma de barro, pues estos afectarían la trabajabilidad del concreto, absorbiendo el agua del concreto y por sus propiedades de adherencia. Luego el espécimen se llevó al horno calibrado a una temperatura de 110 °C ±5°C. Después los tamices en conjunto fueron puestos en la máquina de zarandeo a unos 6 minutos, registrando luego su peso retenido. Por último, para el ensayo de granulometría a los agregados globales, se utilizó los siguientes instrumentos: tamices de distintas mallas (1", ¾", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo), balanza para obtener el peso retenido en cada malla, palas para que colocar la mezcla en las mallas

y taras. Este agregado global se tamizó en las mallas mencionadas anteriormente y se zarandeó, luego se pesó lo retenido en cada malla.

- **Gravedad Específica y Humedad superficial**

La Gravedad específica del agregado fino, grueso y PET es importante a fin de conocer el volumen de agregado adecuado para las mezclas de concreto. El ensayo se realizó con lo establecido en las Normas ASTM C 127 y ASTM C 128. Para realizar este ensayo en el agregado fino los instrumentos usados fueron una balanza con sensibilidad a 0.1 g y precisión de 0.1%, frasco (para usarlo en el procedimiento volumétrico), un picnómetro (para la gravimetría), un frasco Le Chatelier, un molde y pisón (para la humedad superficial), un horno, un cucharón de albañilería, embudo, una espátula, la malla N°4 y una bandeja metálica. Se pesó la muestra en la tara, luego se sumergió en agua y se expuso al aire libre a temperatura ambiente. Para evitar la absorción de la base se puso un plástico y el material introduciéndose en el molde, luego se compactó con el pisón con golpes delicados dejándolo caer a una altura de 5mm. Seguidamente tuvo como peso 500 gr en dos muestras, una para el secado al horno y otra para retirar el aire incorporado, se procedió a colocar la arena en la fiola mediante un embudo, agregando agua hasta la marca para retirar el aire atrapado agitando la fiola durante 15 minutos, luego reposó durante 30 minutos sacando las burbujas. Para el calibrado, se secó las paredes, se pesó y se tomó la temperatura, la cual cumplió la norma de 21°C y finalmente se calibró el agua al mismo grado.

Para realizar la prueba de gravedad específica en el agregado grueso, los materiales utilizados fueron una canasta de alambre, un contenedor con agua, una tara, una balanza, Tamiz N.º 4, confitillo de ½, horno. Luego el agregado grueso fue lavado y se puso a temperatura ambiente durante 24 horas. Sumergiéndose en agua mediante la canasta de alambre tomando en cuenta que el hilo de suspensión sea lo más delicado posible lo cual no altere al pesado. Después de ello la muestra pasó a secarse sobre un paño, hasta eliminar el agua superficialmente a

la vista y luego se determinó el peso del espécimen en estado saturado superficialmente seco.

- **Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compacto**

Asimismo, en el estudio de los pesos Unitarios del agregado fino, grueso y PET se utilizó la norma ASTM C-29. Los instrumentos usados fueron la varilla de acero, comba, balanza calibrada, moldes y cuchara para concreto. Se empezó por determinar el peso y volumen del molde (utilizando el pie rey / o wincha se midió la altura y el diámetro del molde para hallar el volumen). Para el P.U.S., se coloca el material en el molde sin ser compactado desde una altura no mayor de 50 mm equivalente a (2"), por encima del molde, cuando esté lleno el molde se enrazó con la varilla de acero de 5/8 y por último se pesó el molde con el contenido de arena. Para el P.U.C. se usó los mismos materiales del peso suelto, pesando el molde, después se hizo el llenado con la ayuda de una cuchara para concreto hacia el molde la cual obtuvo como referencia a 3 muestras, el proceso del llenado se hizo en 3 capas con 25 golpes por cada tercio, con la varilla de acero de 5/8" y 10 golpes con una comba de goma, luego ya llenado todo el molde se enrazó también con la varilla de acero pesando cada molde.

### **3.5.5 V Fase: Diseño de mezclas**

Se usó el Método ACI, con el cual se procedió a hacer los cálculos de las proporciones de los materiales que conforman a la mezcla de concreto que se empleó en las unidades de albañilería de un muro portante a ser construido en Lima. Tomando en cuenta que no hay condicionamientos en el diseño por intervención de ataques por sulfatos, congelación o ion cloruro. Las propiedades de los materiales de los agregados que se presentan en la Tabla 6, se obtuvo mediante las pruebas elaboradas en el laboratorio "MASTERLEM S.A.C".

**Tabla 6. Propiedades de los materiales.**

<b>CEMENTO PORTLAND</b>	
TIPO	ASTM Tipo I "Sol"
Peso específico	3.12 gr/cm <sup>3</sup>
<b>AGUA</b>	
Características	Potable
Peso específico	1 gr/cm <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>	
Peso específico	2.65 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.83%
Contenido de humedad	3%
Módulo de fineza	2.91
<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Tamaño máximo	3/8"
Peso seco compactado	0.53
Peso específico	2.68 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.9%
Contenido de humedad	0.19%
Módulo de fineza	5.79
<b>PET</b>	
Peso específico	1.58 gr/cm <sup>3</sup>

*Nota:* Los datos restantes de los agregados finos y gruesos se obtuvieron mediante los ensayos realizados a cada tipo de material que integra al concreto, en el laboratorio Masterlem S.A.C.,  
Fuente: Elaboración propia.

El ladrillo requiere que la mezcla posea consistencia seca, sin embargo, ya que no se usó mesa vibradora, se utilizó un slump de 0 a 2" pulgadas, para permitir una mejor trabajabilidad del concreto, pues el procedimiento se hizo a vibrado manual. En el Anexo 5 se detallan los valores de asentamiento y consistencia escogidos. El volumen unitario de agua necesario para la mezcla; que posee un asentamiento es de 0" a 2" y un tamaño máximo nominal del confitillo de 3/8", es de 207 lt/m<sup>3</sup>. Además, como el concreto que se vació no estuvo sometido a condiciones de intemperismo severo, no se necesita la incorporación de aire a la mezcla. Asimismo, el contenido de aire atrapado el agregado grueso que posee un tamaño máximo de 3/8" fue 3%, usando la Anexo 6.

Para el diseño de mezcla se utilizó una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días. Luego, como no hay condiciones de intemperismo severo, ni intervención de sulfatos, o diversas acciones que dañen al concreto, se escogió la relación a/c solo por resistencia (210 kg/cm<sup>2</sup> para este caso).

Usando el Anexo 7, mediante interpolación se obtiene que la relación agua-cemento por resistencia es de 0,68. También se procedió a calcular el volumen del agregado grueso, compacto y seco, mediante la interpolación directa la cual se usó la tabla del Anexo 8 según el valor del módulo de finura del agregado fino y el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Para saber el limitante en porcentaje de PET a reemplazar que permitía la arena, de los resultados de granulometría del PET mencionados anteriormente (Anexo 14), se observó que en su mayoría se queda retenida en la malla número 8 (2.36mm), por lo tanto, para la arena usada se determinó que este tamaño de partículas representa el 12% del total, indicando que este es el mayor porcentaje que se puede reemplazar y se determinó que se trabajarían con el 0%, 3%, 9% y 12% del peso de la arena.

- **Diseño para la muestra de control: Unidad de albañilería con 0% de PET**

Luego de hacer los cálculos por el Método ACI para el diseño de mezcla de la muestra de control, que se pueden ver detalladamente en el Anexo 29, se calcularon las proporciones en peso seco y corregido.

Proporción en peso seco:

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	: 3.96	: 0.65	/ 23.72 lt/saco

Proporción en peso corregido:

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1	: 4.08	: 0.65	/ 22.09 lt/saco

Para preparar las muestras de control se calculó necesarias 163 unidades de albañilería, las que luego se multiplicó por el factor de seguridad 1.1, de lo cual el producto fue 169 ladrillos. Luego se procedió a calcular el volumen de 1 ladrillo con 0% de PET dividiendo su densidad

promedio y su peso seco promedio (tomados en laboratorio) para después multiplicarla por la cantidad de ladrillos.

Cantidad de unidades de albañilería con 0% de PET:  $163 \times 1.1 = 169$  ladrillos

Volumen de 1 ladrillo= Densidad 0% / Peso Seco 0%:

$$\frac{4.48463 \text{ kg}}{2104 \text{ kg/m}^3} = 0.00213 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow 169 \times 0.00213 \text{ m}^3 = 0.360 \text{ m}^3$$

La cantidad de materiales por cada porcentaje de PET fue el producto del volumen de los 169 ladrillos y los pesos corregidos por humedad, estos valores cumplieron con la proporción corregida. Se debió considerar el factor de desperdicio para poder tener los valores para la cantidad de materiales en kilogramos, con ello se llegó a los valores mencionados en la Tabla 7, para el ladrillo patrón.

**Tabla 7.** Cantidad de materiales para el diseño de mezcla con 0% de PET.

Material	De diseño (kg)	Corregido (kg) fd=0.5
Cemento	133.63	140.31
Agua	69.46	72.93
Agregado grueso	86.56	90.89
Agregado fino	544.81	572.05

Nota: La tabla indica los materiales y sus cantidades usadas de diseño y luego su corrección considerando el factor de desperdicio. Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño para la muestra de tratamiento: Unidad de albañilería con 3% de PET**

Para hacer la sustitución en volumen, los cálculos por el Método ACI para el diseño de mezcla de las muestras de tratamiento con 3% de PET (que se pueden ver detalladamente en el Anexo 30), se hicieron de la

misma manera a excepción de los valores de diseño en peso seco del agregado fino (1469.70kg/m<sup>3</sup>) en donde se quitó el 3% de peso del agregado fino en seco (44.09 kg/m<sup>3</sup>) multiplicando a este valor por la relación de densidades del PET y la arena (0.6), de lo cual el producto fue 26.29 kg/m<sup>3</sup> que es el valor del peso seco y corregido del PET en reemplazo del agregado fino. La fórmula utilizada para el reemplazo en volumen, se especifica a continuación.

$$V_{ARENA} = V_{PET}$$

$$\frac{m_{arena}}{\rho_{arena}} = \frac{m_{pet}}{\rho_{pet}}$$

$$\rightarrow m_{3\%pet} = \frac{\rho_{pet}}{\rho_{arena}} \times m_{3\%arena}$$

Reemplazando:

$$\rightarrow m_{3\%pet} = \frac{1.58 \text{ gr/cm}^3}{2.65 \text{ gr/cm}^3} \times 42.77 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 26.29 \text{ kg/m}^3$$

Proporción en peso seco:

Cemento	A.F.	A.G.	PET	Agua
1 :	3.84 :	0.65 /	0.071 /	23.72 lt/saco

Proporción en peso corregido:

Cemento	A.F.	A.G.	PET	Agua
1 :	3.95 :	0.65 /	0.071 /	22.146 lt/saco

Para preparar las muestras de control se calculó necesarias 163 unidades de albañilería, las que luego se multiplicó por el factor de seguridad 1.1, de lo cual el producto fue 169 ladrillos. Luego se procedió a calcular el volumen de 1 ladrillo con 3% de PET dividiendo su densidad promedio y su peso seco promedio (tomados en laboratorio) para después multiplicarla por la cantidad de ladrillos.

Cantidad de unidades de albañilería con 3% de PET:  $163 \times 1.1 = 169$



Volumen de 1 ladrillo= Densidad 3% / Peso Seco 3%:

$$\frac{4.58557 \text{ kg}}{2.094 \text{ kg/m}^3} = 0.00219 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow 169 \times 0.00219 \text{ m}^3 = 0.370 \text{ m}^3$$

La cantidad de materiales por cada porcentaje de PET fue el producto del volumen de los 169 ladrillos y los pesos corregidos por humedad, estos valores cumplieron con la proporción corregida.

Los valores de diseño se obtuvieron del producto de los pesos corregidos por humedad de todos los materiales y el volumen total (0.370m<sup>3</sup>). Además, el valor de diseño del PET se obtuvo del producto del peso seco del mismo y el volumen total mencionado anteriormente. Por último, se debió considerar el factor de desperdicio para poder tener los valores para la cantidad de materiales en kilogramos, con ello se llegó a los valores mencionados en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Cantidad de materiales para el diseño de mezcla con 3% de sustitución en volumen de agregado fino por PET.

Material	De diseño (kg)	Corregido (kg) fd=0.5
Cemento	137.27	144.14
Agua	71.53	75.11
Agregado grueso	88.92	93.37
Agregado fino (97%)	542.89	570.03
Polietileno Tereftalato (3%)	9.44	9.91

Nota: La tabla indica los materiales y sus cantidades usadas de diseño y luego su corrección considerando el factor de desperdicio, además la cantidad de PET en sustitución del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño para la muestra de tratamiento: Unidad de albañilería con 9% de PET**

Para hacer la sustitución en volumen, los cálculos por el Método ACI para el diseño de mezcla de las muestras de tratamiento con 9% de PET (que se pueden ver detalladamente en el Anexo 31), se hicieron de la

misma manera a excepción de los valores de diseño en peso seco del agregado fino (1469.7 kg/m<sup>3</sup>) en donde se quitó el 9% de peso del agregado fino en seco (132.27 kg/m<sup>3</sup>) multiplicando a este valor por la relación de densidades del PET y la arena (0.6), de lo cual el producto fue 78.86 kg/m<sup>3</sup> que es el valor del peso seco y corregido del PET en reemplazo del agregado fino. La fórmula utilizada para el reemplazo en volumen, se especifica a continuación.

$$\rightarrow m_{9\%pet} = \frac{\rho_{pet}}{\rho_{arena}} \times m_{9\%arena}$$

Reemplazando:

$$\rightarrow m_{9\%pet} = \frac{1.58 \text{ gr/cm}^3}{2.65 \text{ gr/cm}^3} \times 132.27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 78.86 \text{ kg/m}^3$$

Proporción en peso seco:

Cemento	A.F.	A.G.	PET	Agua
1	: 3.61	: 0.65	/ 0.213	/ 23.72 lt/saco

Proporción en peso corregido:

Cemento	A.F.	A.G.	PET	Agua
1	: 3.71	: 0.65	/ 0.213	/ 22.26 lt/saco

Para preparar las muestras de control se calculó necesarias 163 unidades de albañilería, las que luego se multiplicó por el factor de seguridad 1.1, de lo cual el producto fue 169 ladrillos. Luego se procedió a calcular el volumen de 1 ladrillo con 9% de PET dividiendo su densidad promedio y su peso seco promedio (tomados en laboratorio) para después multiplicarla por la cantidad de ladrillos.

Cantidad de unidades de albañilería con 9% de PET:  $163 \times 1.1 = 169$  ladrillos

Volumen de 1 ladrillo= Densidad 9% / Peso Seco 9%:

$$\frac{4.5183 \text{ kg}}{2.079 \text{ kg/m}^3} = 0.00217 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow 169 \times 0.00217 \text{ m}^3 = 0.367 \text{ m}^3$$

La cantidad de materiales (Tabla 9) por cada porcentaje de PET fue el producto del volumen de los 169 ladrillos y los pesos corregidos por humedad, estos valores cumplieron con la proporción corregida. Los valores de diseño se obtuvieron del producto de los pesos corregidos por humedad de todos los materiales y el volumen total (0.367m<sup>3</sup>). Además, el valor de diseño del PET se obtuvo del producto del peso seco del mismo y el volumen total mencionado anteriormente. Por último, se debió considerar el factor de desperdicio para poder tener los valores para la cantidad de materiales en kilogramos.

**Tabla 9.** Cantidad de materiales para el diseño de mezcla con 9% de sustitución en volumen de agregado fino por PET.

Material	De diseño (kg)	Corregido (kg) fd=0.5
Cemento	136.23	143.04
Agua	71.34	74.90
Agregado grueso	88.25	92.66
Agregado fino (91%)	505.44	530.71
Polietileno Tereftalato (9%)	28.96	30.41

Nota: La tabla indica los materiales y sus cantidades usadas de diseño y luego su corrección considerando el factor de desperdicio, además la cantidad de PET en sustitución del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño para la muestra de tratamiento: Unidad de albañilería con 12% de PET**

Para hacer la sustitución en volumen, los cálculos por el Método ACI para el diseño de mezcla de las muestras de tratamiento con 12% de PET (que se pueden ver detalladamente en el Anexo 32), se hicieron de la misma manera a excepción de los valores de diseño en peso seco del agregado fino (1469.7 kg/m<sup>3</sup>) en donde se quitó el 12% de peso del agregado fino en seco (176.36 kg/m<sup>3</sup>) multiplicando a este valor por la

relación de densidades del PET y la arena (0.6), de lo cual el producto fue 105.15 kg/m<sup>3</sup> que es el valor del peso seco y corregido del PET en reemplazo del agregado fino. La fórmula utilizada para el reemplazo en volumen, se especifica a continuación.

$$\rightarrow m_{12\%pet} = \frac{\rho_{pet}}{\rho_{arena}} \times m_{12\%arena}$$

Reemplazando:

$$\rightarrow m_{12\% pet} = \frac{1.58 \text{ gr/cm}^3}{2.65 \text{ gr/cm}^3} \times 176.36 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 105.15 \text{ kg/m}^3$$

Proporción en peso seco:

Cemento	A.F.	A.G.	PET	Agua
1	: 3.49	: 0.65 /	0.283 /	23.72 lt/saco

Proporción en peso corregido:

Cemento	A.F.	A.G.	PET	Agua
1	: 3.59	: 0.65 /	0.283 /	22.31 lt/saco

Para preparar las muestras de control se calculó necesarias 163 unidades de albañilería, las que luego se multiplicó por el factor de seguridad 1.1, de lo cual el producto fue 169 ladrillos. Luego se procedió a calcular el volumen de 1 ladrillo con 12% de PET dividiendo su densidad promedio y su peso seco promedio (tomados en laboratorio) para después multiplicarla por la cantidad de ladrillos.

Cantidad de unidades de albañilería con 12% de PET:  $163 \times 1.1 = 169$  ladrillos

Volumen de 1 ladrillo = Densidad 12% / Peso Seco 12%:

$$\frac{4.41767 \text{ kg}}{2.054 \text{ kg/m}^3} = 0.00215 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow 169 \times 0.00215 \text{ m}^3 = 0.363 \text{ m}^3$$

La cantidad de materiales (Tabla 10) por cada porcentaje de PET fue el producto del volumen de los 169 ladrillos y los pesos corregidos por humedad, estos valores cumplieron con la proporción corregida.

Los valores de diseño se obtuvieron del producto de los pesos corregidos por humedad de todos los materiales y el volumen total (0.363 m<sup>3</sup>). Además, el valor de diseño del PET se obtuvo del producto del peso seco del mismo y el volumen total mencionado anteriormente. Por último, se debió considerar el factor de desperdicio para poder tener los valores para la cantidad de materiales en kilogramos.

**Tabla 10.** Cantidad de materiales para el diseño de mezcla con 12% de sustitución en volumen de agregado fino por PET.

Material	De diseño (kg)	Corregido (kg) $fd=0.5$
Cemento	134.83	141.57
Agua	70.78	74.31
Agregado grueso	87.34	91.71
Agregado fino (88%)	483.74	507.92
Polietileno Tereftalato (12%)	38.22	40.13

*Nota:* La tabla indica los materiales y sus cantidades usadas de diseño y luego su corrección considerando el factor de desperdicio, además la cantidad de PET en sustitución del agregado fino. Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.6 VI Fase: Elaboración de las unidades de albañilería, pilas y muretes

- **Dimensionamiento**

Primero se establecieron las dimensiones del ladrillo (Figura 6), que fueron de 22 cm x 13 cm x 9 cm, de largo, ancho y altura respectivamente, cuya resistencia de diseño es de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El molde usado es de acero y facilita un mejor desmoldamiento al ladrillo porque tienen un mecanismo fácil de expulsión, así como también permiten una compactación eficiente y por ende una mayor durabilidad y resistencia.

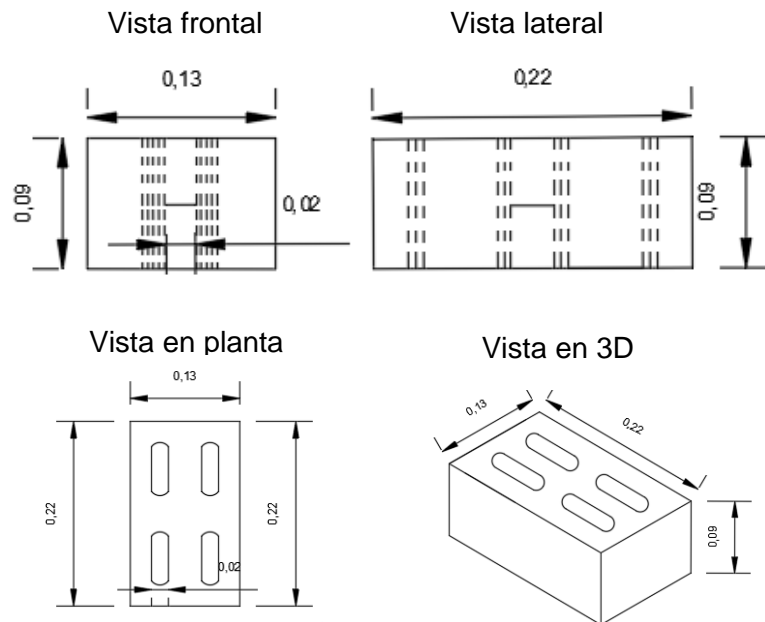


Figura 6. Detalles de la geometría de ladrillos de concreto con PET. Fuente: Elaboración propia.

- **Fabricación de unidades de albañilería**

Para empezar con la fabricación de los ladrillos se pesó los materiales (cemento, arena gruesa, confitillo, agua y PET), según los cuatro diseños de mezcla ( con PET al 0%, 3%, 9% y 12%). Primero se colocaron en el mixer los agregados, después el cemento y por último el agua de a pocos. Para este procedimiento se usó una mezcladora certificada, de esta forma se realizó la mezcla de los materiales que se van a colocar en los moldes de las unidades de ALBAÑILERÍA.

Luego de que se realizó la mezcla de los materiales y se obtuvo el concreto de una consistencia seca, se procedió a realizar la prueba de Slump y utilizando como instrumento el Cono de Abrahams y con ello se hizo la prueba en la mezcla recién preparada en los 4 diseños. Para la realización de esta prueba se colocó el concreto en 3 capas al interior del cono, realizando un vibrado manual en cada capa, con una varilla 5/8", dándole una cantidad de 25 golpes para que de esta manera el concreto este compactado dentro del cono de Abrahams, según indica la NTP 339.035. El revenimiento en la prueba de Slump para los 4 diseños fue de 1/2".

Se hizo la colocación de la mezcla al molde de acero, compactando con una varilla para que tenga la mínima cantidad de vacíos y obtener una mejor resistencia en las unidades de albañilería. Además, tuvo un curado prolongado de 3 veces al día durante 7 días y se envolvió los ladrillos con un plástico para que no se pierda la humedad.

- **Fabricación de pilas**

Se procedió a elaborar las pilas asentando 1 ladrillo en 5 hiladas, colocando el mortero en todo el perímetro y en los vacíos del ladrillo verificando previamente que la relación altura/espesor de las pilas estuviera dentro de los parámetros de 1.3 y 5. Luego se procedió a refrentar con una capa de cemento, cal y arena en las bases de las pilas. Por último se hizo el curado regando las pilas tres veces al día durante los 7 primeros días y los siguientes 7 días, una sola vez, envolviéndolas luego con plástico para que mantengan su humedad, hasta 2 días antes de empezar con los ensayos de compresión axial.

- **Fabricación de muretes**

Los muretes se fabricaron de forma geométrica cuadrada de 680 mm x 680 mm en promedio, comprendiendo tres unidades por hilada en 5 hiladas, el mortero usado fue el P1 1:3 (cemento: arena gruesa). Asimismo, se refrentó la esquina superior del murete con una capa de cemento, cal y arena. Finalmente se hizo el curado regándolos tres veces al día durante los 7 primeros días y los siguientes 7 días, una sola vez, envolviéndolas luego con plástico para que mantengan su humedad, hasta 2 días antes de empezar con los ensayos de compresión diagonal.

### **3.5.7 VII Fase: Ensayos a las unidades de albañilería**

- **Absorción y Densidad**

Para estas pruebas se aplicó la norma NTP 399.604. Se usó como instrumentos una balanza con sensibilidad de 0,5 %, donde se pesaron

las unidades en estado seco (secando el ladrillo en el horno por 24 horas), seguidamente el peso sumergido (que consta en sumergir las muestras en agua durante 24 horas, registrando los pesos), asimismo se hizo el retiro del agua del ladrillo sumergido y con la ayuda de un paño húmedo se hace el secado de los especímenes y se registra su peso (peso saturado). Finalmente, para calcular la absorción y densidad se usaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Absorción, \%} = [(Ws - Wd) / Wd] \times 100,$$

$$\text{Densidad (D)} = \left( \frac{Wd}{Ws - Wi} \right) \times 1000$$

Dónde Wd es peso seco al horno del espécimen (kg), Ws es peso saturado(kg) y Wi es peso sumergido (kg).

- **Variación Dimensional**

Para esta prueba se empleó como instrumento de medición un vernier certificado con una precisión de 0.01mm, se midió el ancho, largo y alto no se consideró los empalmes, detalles similares y los surcos de la banda en la toma de las medidas, según indica NTP 399.604 y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

Luego que se aplicó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de variación dimensional de largo, ancho y altura.

$$\text{Var. Dim. \%} = \frac{(X - Xp) \times 100}{Xp}$$

Dónde X es largo, ancho o altura de fabricación (mm) y Xp es largo, ancho o altura promedio(mm).



- **Alabeo**

Se usó la norma NTP 399.613. Se empleó como instrumento una cuña de 12.5 mm de ancho, 12.5 mm de espesor (reducido hasta 0mm) y 60mm de longitud. Para las superficies cóncavas y convexas se mide el espacio con 1 mm de aproximación en cada uno de los cuatros lados desde la superficie plana, luego usando la cuña se midió esta distancia con aproximación de 1 mm y se registró como desviación convexa del borde. Según indica NTP 399.613. La medición de las muestras de concavidad se hizo con la regla graduada en las dos esquinas de cada elemento hasta que los valores sean registrados.

- **Resistencia a Compresión en unidades (f'b)**

Se empleó una máquina de ensayo (Figura 10), que se equipa con dos bloques de soporte de acero, después que el centroide de la superficie de apoyo de la unidad de ALBAÑILERÍA se alinie con el centro de la rótula. Se realizó el refrentado en todos los especímenes. Luego se esperó 1día para realizar el ensayo. Pasando los 7 y 28 días de su fabricación y curado, se seleccionó los especímenes. Se colocó los ladrillos en la máquina de compresión centrando en el equipo el ejemplar a ensayar con los platos. Se ajustó la prensa y se aplicó la carga con velocidad uniforme, registrándose la carga de compresión máxima en Newtons como P<sub>máx</sub>. Fórmula:

$$MPa = \frac{P_{máx}}{A_n}$$

Dónde P<sub>máx</sub> es carga máxima (N) y A<sub>n</sub> es el área neta de la superficie de contacto (mm<sup>2</sup>).

- **Resistencia a la compresión axial en pilas (f'm)**

Se usó como guía la NTP 399.605 (2013). A la edad de 28 días se sometió las pilas al ensayo en la prensa de compresión universal Amsler. La f'm se determinó con la siguiente fórmula.

$$f'm = \frac{Carga\ Máxima}{A}$$

Dónde,  $f'm$  es la Resistencia a la compresión axial (Mpa) y A: Área de contacto (cm<sup>2</sup>)

Luego se procedió a corregir el resultado con el factor de corrección por esbeltez interpolando valores que indica la norma E070.

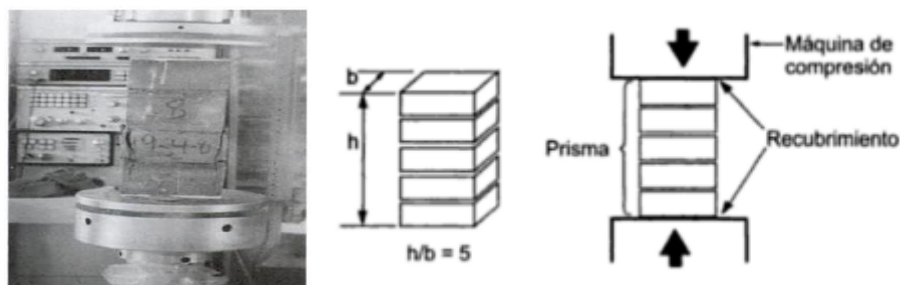


Figura 7. Ensayo de compresión axial (Gallegos y Casabonne, 2005 p. 202).

- **Resistencia al corte o tracción diagonal en muretes ( $v'm$ )**

Para esta prueba se tomó como guía la norma NTP 399.621 (2015). A la edad de 28 días se sometió a los muretes al ensayo en la prensa de compresión universal Amsler (Figura 8).

La  $V'm$  se obtuvo dividiendo la carga máxima entre el área bruta del espécimen.

$$V_m = \frac{0.707P}{A_b} \quad , \quad A_b = \frac{L + H}{2} \times t$$

Dónde  $V_m$  es la Resistencia a compresión diagonal (Mpa),  $A_b$  el Área bruta del espécimen, L, H y t es el Largo, ancho y espesor del murete (en cm) respectivamente.

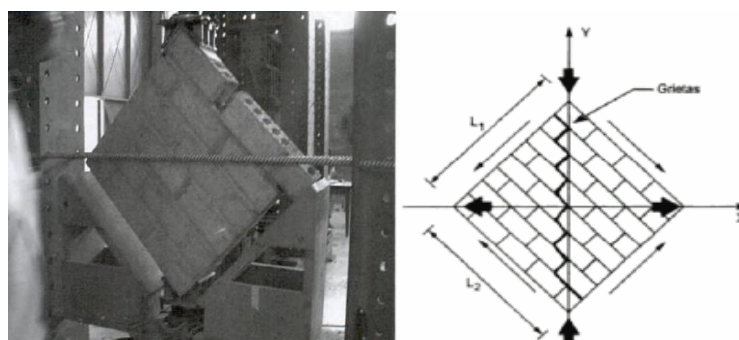


Figura 8. Ensayo de compresión diagonal o corte. (Gallegos y Casabonne, 2005 p. 238)

### **3.5.7 VIII Fase: Análisis de los resultados obtenidos**

Con los resultados obtenidos en laboratorio se procederá a hacer el análisis para realizar las discusiones, conclusiones y recomendaciones.

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

Se utilizó el Método de Análisis de datos Univariante, para hallar la relación que existen entre las muestras mediante tablas y gráficos de dispersión del software Excel y para la contratación de hipótesis de muestras relacionadas se usó la Estadística Inferencial mediante el software IBM SPSS Statistics 21; empleando las tablas de medidas de centralización (la media, la mediana) y medidas de dispersión o variación (el coeficiente de variación, varianza, desviación típica).

### **3.7 Aspectos éticos**

Las fuentes utilizadas estarán bajo estricta revisión y referenciadas en la bibliografía. Además, el procedimiento y elaboración para la redacción del presente trabajo se hará evaluándose mediante el Turnitin con el cual se verificará los antiplagios y con el compromiso de las investigadoras de no alterar la naturaleza de los datos. Para realizar los ensayos se seguirá las normas nacionales e internacionales las cuales son reguladas por instituciones especializadas con autoridad para establecerlas. Además, estarán supervisadas por el ingeniero y especialistas de laboratorio. Los resultados serán supervisados y verificados por los ingenieros especialistas en el tema, quienes los aprobaron.

#### IV. RESULTADOS

- **Objetivo general:** Evaluar la influencia de la sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.

El resultado del objetivo general está en función de los 4 objetivos específicos, por ende, se detallan los resultados de dichos objetivos.

- **Validación de hipótesis**

**Hipótesis general:** La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye positivamente sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.

Para la realización de validación de la hipótesis general se creó la Base de Datos, tal cual se detalla en la Figura 9.

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Muestra	Numérico	8	0		{1. Muestra ...	Ninguna	25	Derecha	Ordinal	Entrada
2	Alabeo	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
3	Variación_Dimensional	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	14	Derecha	Escala	Entrada
4	Absorción	Numérico	8	3		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
5	Densidad	Numérico	8	3		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
6	Resistencia_1	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	13	Derecha	Escala	Entrada
7	Resistencia_2	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	13	Derecha	Escala	Entrada
8	Resistencia_corte	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
9	Resistencia_axial	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada

Figura 9. Creación de base de datos de absorción en SPSS. Fuente: Elaboración propia.

Luego se introdujo los valores de los resultados obtenidos en el laboratorio MASTERLEM S.AC.; en sus respectivas unidades de medida como se muestra en la Figura 10.

	Muestra	Alabeo	Variación_Dimensional	Absorción	Densidad	Resistencia_1	Resistencia_2	Resistencia_corte	Resistencia_axial
1	Muestra de control (0%PET)	.15	.49	8.960	2.105	139.67	222.76	10.40	121.96
2	Muestra de control (0%PET)	.10	1.50	8.480	2.101	139.05	220.67	10.23	120.83
3	Muestra de control (0%PET)	.10	1.59	8.520	2.107	138.16	220.29	10.27	120.75
4	Muestra de tratamiento (3%PET)	.10	.61	8.850	2.107	135.45	216.34	8.69	113.95
5	Muestra de tratamiento (3%PET)	.10	1.27	9.190	2.094	136.36	216.80	8.48	120.11
6	Muestra de tratamiento (3%PET)	.11	1.14	9.020	2.093	134.96	218.32	8.52	116.71
7	Muestra de tratamiento (9%PET)	.05	.61	9.150	2.081	120.89	213.98	8.38	103.64
8	Muestra de tratamiento (9%PET)	.10	1.02	9.050	2.082	124.53	212.42	8.36	106.47
9	Muestra de tratamiento (9%PET)	.05	.11	9.590	2.076	122.50	213.01	8.33	105.72
10	Muestra de tratamiento (12%P...	.00	.54	9.490	2.055	109.36	209.34	8.13	99.79
11	Muestra de tratamiento (12%P...	.05	1.52	9.450	2.052	114.20	209.16	8.18	99.62
12	Muestra de tratamiento (12%P...	.05	-.64	9.470	2.056	119.13	208.04	8.12	100.88

Figura 10. Valores de absorción en porcentaje (Vista de datos en SPSS). Fuente: Elaboración propia.

## **4.1 Resultados de los agregados**

Estos resultados corresponden al primer objetivo específico.

**Objetivo específico 1:** Determinar el efecto que tiene la sustitución en volumen de agregado fino por PET en el módulo de finura de los agregados globales.

### **4.1.1 Propiedades del agregado fino**

El agregado fino cumplió con los diámetros requeridos en cuanto al porcentaje pasante, según norma NTP 400.037 para clasificarlo como tal, además se puede observar que está dentro de los límites granulométricos y gradaciones requeridas en cuanto al pasante para la malla 50 y 100 lo cual permite la trabajabilidad, bombeo y exudación normal para su uso en el concreto. En cuanto al módulo de finura fue 2.9 siendo normal ya que debe ser mayor a 2.3 y lo recomendable es de 2.50 a 3 (Ver Anexo 11).

### **4.1.2 Propiedades del agregado grueso**

La granulometría del agregado grueso cumple con los diámetros requeridos en cuanto al porcentaje pasante, según norma NTP 400.037 para clasificarlo como tal, además se puede observar que está dentro de los límites granulométricos requeridos y las gradaciones en cuanto al HUSO N°8. El módulo de finura fue 5.79 cuyo resultado depende del tamaño máximo del material (Ver Anexo 12).

### **4.1.3 Propiedades del Polietileno Tereftalato**

La granulometría del tereftalato de polietileno no cumplió con los diámetros requeridos según norma NTP 400.037 para clasificarlo como agregado fino, debido que no se encuentra entre los límite mínimo y máximo El módulo de finura fue 5.13 y ya que debe ser mayor a 2.3 se tomó como agregado fino. (Ver Anexo 13).

#### 4.1.4 Análisis granulométrico de los agregados globales

La granulometría del agregado global cumplió con los parámetros de la norma NTP 400.037 para los tamices N° 30, 50 y 100 en su mayoría, para un TMN de 3/8" (ver Anexos 25, 26, 27 y 28), pues la curva granulométrica estuvo dentro de los límites mínimos y máximos para esos tamices. Además, se encontró que el módulo de finura que predomina en el agregado global es el del agregado grueso y PET, mas no del fino y al aumentar este indicador en el agregado, le otorgará mayor resistencia de compresión al concreto, ya que su forma angular le permite mayor cohesión. Sin embargo, al actuar las demás propiedades intrínsecas del PET provocan que la resistencia baje de una manera significativa además de su forma laminar que hace que se distorsione la curva granulométrica.

**Tabla 11.** Resultados de módulo de finura.

Muestra	Módulo de finura de ensayos
MC- PET 0%	3.36
MT- PET 3%	3.43
MT- PET 9%	3.61
MT- PET 12%	3.83

*Nota:* En la tabla se puede distinguir los resultados de las variaciones de los módulos de finura y el porcentaje de PET en sustitución del fino. Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados son relevantes pues al determinar ello, se corroboró el tipo de agregado con el que se está realizando la mezcla para el concreto y a la vez hacer un eficiente diseño de mezcla con el que se obtuvo una proporción sin error para las tres distintas sustituciones de PET en lugar del agregado fino.

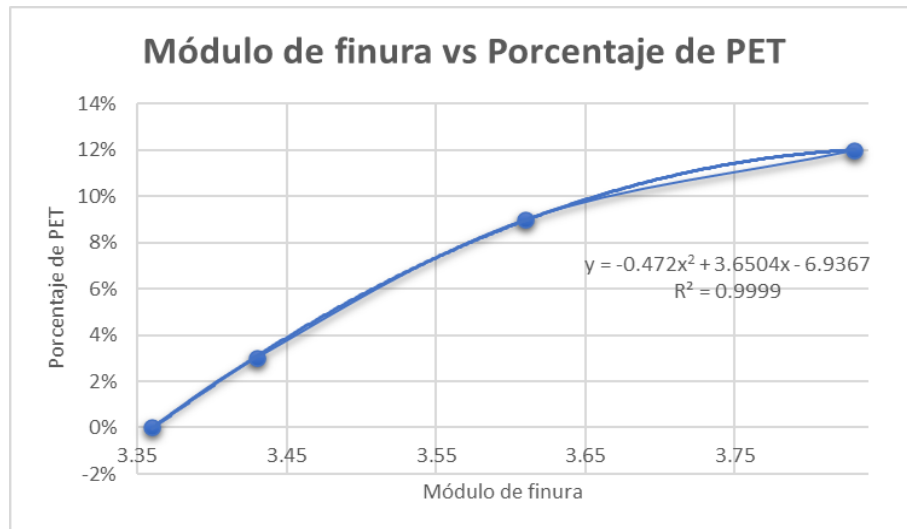


Figura 11. Porcentaje de PET vs Módulo de finura de los agregados globales. En la gráfica se puede distinguir la relación del módulo de finura con el PET en sustitución y la ecuación de la línea de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica en la Figura 11 se pudo determinar las variaciones, estas se dieron en 0.01, 0.08 y 0.19 al sustituir 3%, 9% y 12% de PET en lugar del agregado fino respectivamente, lo cual indica que el módulo de finura aumenta directamente proporcional al porcentaje que se sustituye de PET, sin embargo, aumenta de una manera mínima. Con ello se determinó que el concreto se comportó con una mínima dificultad en la trabajabilidad al momento de mezclar mecánicamente el concreto y al vibrar manualmente la mezcla colocada en los moldes de metal para las unidades de albañilería.

- **Validación de hipótesis**

Para la validación de la primera hipótesis específica se utilizaron los resultados del peso específico, pesos unitarios y granulometrías según la normativa. Se hace la contrastación de hipótesis.

**Ho:** La sustitución en volumen de agregado fino por PET tiene efectos favorables en el módulo de finura de los agregados globales.

**Ha:** La sustitución en volumen de agregado fino por PET tiene efectos desfavorables en el módulo de finura de los agregados globales.

Se acepta la hipótesis nula planteada, pues tuvo efectos favorables al aumentar mínimamente el módulo de finura (de 3.36 a 3.83) con el PET incorporado; ya que así mejora la propiedad de resistencia por lo cual, se acepta la  $H_0$  y se rechaza la  $H_a$ .

## 4.2 Resultados de las propiedades físicas de las unidades de albañilería.

Este resultado corresponde al segundo objetivo específico.

**Objetivo específico 2:** Evaluar la influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET en las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

### 4.2.1 Alabeo

En el ensayo del alabeo se analizó 3 especímenes sacando su concavidad, convexidad ya que estos generan un mayor espesor en las juntas, alterando sus propiedades (la junta del mortero, el contacto con el ladrillo es de 1.5cm). Se pudo determinar con estos ensayos que la sustitución de PET influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo, en los cuales se aplicó la selección y usos de buenos materiales definidos para una durabilidad en los ensayos de absorción y resistencia a compresión mejorando así las propiedades mecánicas.

Para obtener la clasificación según los resultados del patrón y de las muestras con incorporación de tereftalato de polietileno (3%,9% y 12%), de la unidad de albañilería de concreto se usó de referencia de la norma E 0.70. Se clasificó en el tipo V mencionado en el objetivo específico.

**Tabla 12.** Resultados de alabeo.

Muestra	Alabeo			Clases de ladrillo para fines Estructurales
	Concavidad	Convexidad	Alabeo (mm)	
MC - 0% PET	0.12	0.02	0.12	Clase: V
MT- 3% PET	0.07	0.07	0.07	Clase: V
MT - 9% PET	0.04	0.06	0.06	Clase: V
MT - 12%PET	0.02	0.03	0.03	Clase: V

*Nota.* Resumen del promedio de los resultados de alabeo. Fuente: Elaboración propia.



En la Tabla 12 se muestran los resultados del Alabeo para las unidades de albañilería de concreto en las muestras con 0%,3%,9%, y12% de PET, las variaciones en los resultados fueron: (3%=0.05 mm), (9%=0.06mm) y (12%=0.09mm) con respecto al patrón, correspondiendo a la clase V ya que tienen un alabeo menor al 2 mm, según la norma E.070, cumpliendo de manera satisfactoria.

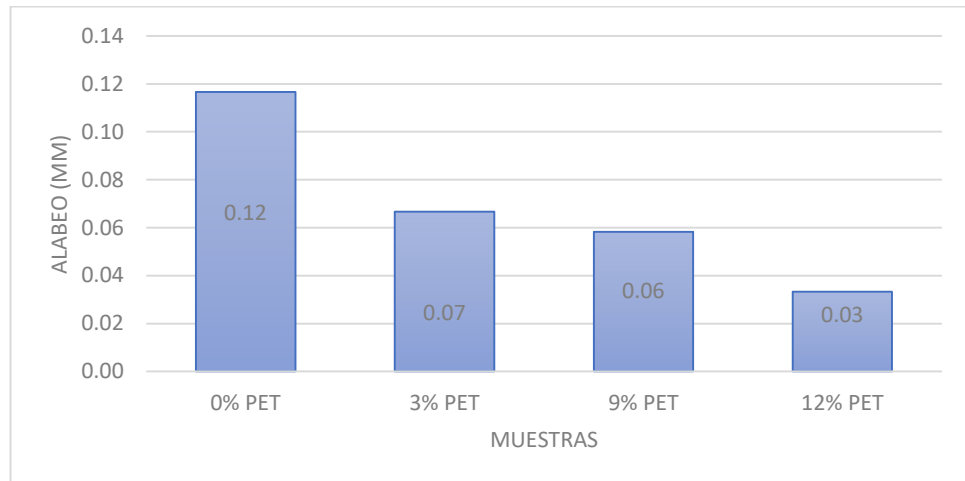


Figura 12. Porcentaje de PET vs Alabeo. Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica de barras de la Figura 12 se observa los resultados del alabeo de la muestra patrón y las muestras con PET, para darle clasificación según la norma E.070, entonces viendo la imagen se puede deducir que al momento de incorporar PET el alabeo baja dándole así mayor resistencia.

- **Validación de hipótesis**

Este resultado corresponde a la segunda hipótesis específica planteada, para lo cual se hace la contrastación de  $H_0$  y  $H_a$ .

**$H_0$ :** La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye favorablemente las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

**Ha:** La sustitución en volumen agregado fino por PET influye desfavorablemente en las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

**Ho:**  $U_{control} > U_{tratamiento}$

**Ha:**  $U_{control} \leq U_{tratamiento}$

Al disminuir las medias de las muestras de tratamientos respecto a la media de la muestra de control según la regla de decisión, se acepta la Ho y se niega la Ha, por lo cual queda demostrado que la sustitución en volumen de agregado fino por PET influye favorablemente sobre las propiedades físicas de alabeo en los ladrillos de concreto.

#### 4.2.2 Variación dimensional

El resultado de esta propiedad es relevante ya que si no hay uniformidad en las dimensiones menor es la resistencia, por lo cual esta variación depende mucho de la geometría de los ladrillos y por ende del espesor de las juntas de mortero. La clasificación según los resultados se hizo tomando como referencia la norma E070.

**Tabla 13.** Resultados de las variaciones dimensionales.

Variación dimensional de los ladrillos con PET reciclado (0%, 3%, 9% y 12%)							
MUESTRAS	L (mm)	Variación %	Ancho (mm)	Variación %	Altura (mm)	Variación %	Clase de unidad de albañilería
MC PET 0%	221.08	0.49	131.95	1.50	91.43	1.59	Tipo V
MT PET 3%	221.33	0.61	131.65	1.27	91.03	1.14	Tipo V
MT PET 9%	221.33	0.61	131.33	1.02	90.10	0.11	Tipo V
MT PET 12%	221.20	0.54	131.97	1.52	89.29	-0.64	Tipo V

*Nota.* Resumen del promedio de los resultados de la variación dimensional. Fuente:

Elaboración propia.

En la Tabla 13 se observa que la variación dimensional de todos los diferentes porcentajes tanto del patrón como del 3%, 9% y 12% de PET cumplieron con los parámetros de la norma E.070, clasificándose en el tipo V para su uso en muros portantes.

- **Validación de hipótesis**

Se hace la contrastación de la segunda hipótesis específica:

**Ho:** La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye favorablemente las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

**Ha:** La sustitución en volumen agregado fino por PET influye desfavorablemente en las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

**Ho:**  $U_{control} > U_{tratamiento}$

**Ha:**  $U_{control} \leq U_{tratamiento}$

Las medias de las muestras de tratamiento aumentaron respecto a la media de la muestra de control (solo en cuanto al largo del ladrillo), por lo cual se niega la Ho y se acepta la Ha y queda demostrado que la sustitución en volumen de agregado fino por PET influye desfavorablemente sobre las propiedades físicas de variación dimensional en los ladrillos de concreto.

#### 4.2.3 Absorción

Las variaciones del ensayo de la absorción nos permitieron conocer la capacidad que contiene el ladrillo para absorber agua; y ya que no absorben más de lo permitido, estos ladrillos tendrán trabajabilidad porque permitirán que las partículas se unan correctamente al concreto, sin embargo, lo más importante es que tendrán buena durabilidad para lugares con intemperización moderada como es Lima.

**Tabla 14.** Absorción de los diferentes especímenes de la unidad de albañilería.

Muestra	Absorción (%)	Clase de unidad de albañilería E - 070	Clase de unidad de albañilería NTP 399.604
MC- PET 0%	8.65	IV	17
MT- PET 3%	9.02	IV	17
MT- PET 9%	9.27	IV	17
MT- PET 12%	9.47	IV	17

Fuente: Elaboración propia.

Se cumplió con los requisitos de las normas, (Tabla 14), ya que la absorción estuvo dentro de lo máximo que está permitido por la norma

que es 12% (E.070) y máximo 10% (NTP 399.601 para Tipo 17). Se puede interpretar que las variaciones en absorción de los diferentes porcentajes de sustitución del PET en comparación de las muestras de control fueron mínimas, ya que se diferenciaron en 0.37, 0.24 y 0.2 (para el 3%, 9% y 12% de PET respectivamente).

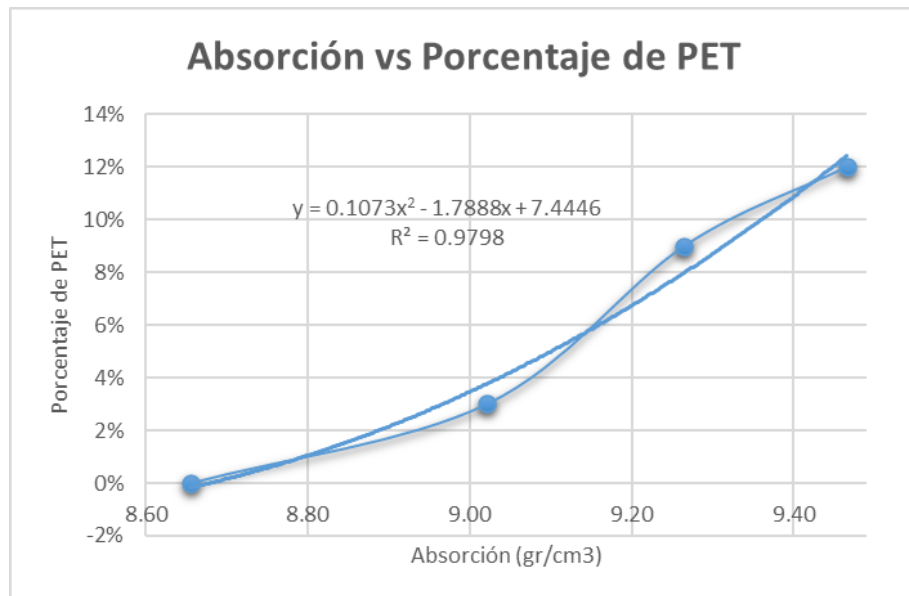


Figura 13. Absorción vs porcentaje de PET. En la gráfica de barras se muestran los resultados del ensayo de la absorción de todos los especímenes de las unidades de albañilería. Fuente: Elaboración propia

De la gráfica de dispersión en la Figura 13 se observa que la absorción guarda una relación directa con la sustitución del PET ya que a medida que aumenta el porcentaje en volumen de PET, la absorción también aumenta lo cual se puede ver en la línea de tendencia polinómica de la gráfica y se puede distinguir que a pesar de que el polietileno tereftalato no tenga una alta absorción, sus partículas laminares crean vacíos en el concreto lo cual hace que el espécimen absorba más agua.

- **Validación de hipótesis**

Este resultado corresponde a la segunda hipótesis específica planteada, para lo cual se procedió a determinar su validación mediante el programa SPSS. En cuanto a la prueba de normalidad, como los datos empleados

no superan la cantidad de 30, se analizó la estadística mediante la prueba de Shapiro Will.

Regla de decisión (Shapiro-Wilk):

Si Sig. > 0.05, existe normalidad

Si Sig. ≤ 0.05, no existe normalidad

**Tabla 15. Prueba de normalidad – Absorción**

	Muestra	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Absorción	Muestra de control (0%PET)	,812	3	,144
	Muestra de tratamiento (3%PET)	1,000	3	1,000
	Muestra de tratamiento (9%PET)	,883	3	,334
	Muestra de tratamiento (12%PET)	1,000	3	1,000

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15 se interpreta que para la prueba de normalidad el nivel de significancia en la muestra de control es 0.144, en la muestra de tratamiento con 3% de PET es 1, con 9% de PET es 0.334 y con 12% es 1, las cuales son mayores a 0.05. Esto indica que la distribución de datos de la absorción en las cuatro muestras se comporta de manera normal lo cual quiere decir que los datos son PARAMÉTRICOS, entonces se trabajó con ANOVA para distinguir la veracidad del análisis.

Regla de decisión (Estadístico de Levene):

Si Sig. ≤ 0.05, no hay homogeneidad de varianzas

Si Sig. > 0.05, si hay homogeneidad de varianzas

Se procedió a hacer la prueba de Homocedasticidad para verificar la homogeneidad de las varianzas.

**Tabla 16. Prueba de homogeneidad de varianzas – Absorción.**

Absorción			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
3,664	3	8	,063

Fuente: Elaboración propia.

En la prueba de Levene (Tabla 16), el nivel de significancia es 0.063 mayor a 0.05 lo cual indica que hay homogeneidad de varianzas entre los cuatro diseños de acuerdo a su absorción. Por ende, se usó la prueba ANOVA para verificar si al menos una de las muestras es distinta a las demás de acuerdo a su absorción.

Regla de decisión (Anova):

Si Sig.  $\leq$  0.05, al menos un diseño es diferente

Si Sig.  $>$  0.05, los diseños no son diferentes entre sí

**Tabla 17. Prueba de ANOVA - Absorción**

Absorción					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,108	3	,369	8,086	,008
Intra-grupos	,366	8	,046		
Total	1,474	11			

Fuente: Elaboración propia.

Según Anova (Tabla 17), la significancia es 0.008. Esto quiere decir que al menos un diseño es diferente de acuerdo a su absorción. Para saber que diseños son distintos se hizo la prueba de Post-Hoc de HDS Tukey.

**Tabla 18. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey (Comparaciones múltiples) – Absorción.**

Variable dependiente: Absorción						
HSD de Tukey						
(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra de control (0%PET)	Muestra de tratamiento (3%PET)	-,366667	,174531	,231	-,92558	,19224
	Muestra de tratamiento (9%PET)	-,610000*	,174531	,033	-1,16891	-,05109
	Muestra de tratamiento (12%PET)	-,816667*	,174531	,007	-1,37558	-,25776
Muestra de tratamiento (3%PET)	Muestra de tratamiento (9%PET)	-,243333	,174531	,536	-,80224	,31558
	Muestra de tratamiento (12%PET)	-,450000	,174531	,120	-1,00891	,10891
Muestra de tratamiento (9%PET)	Muestra de tratamiento (12%PET)	-,206667	,174531	,653	-,76558	,35224

Nota. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La prueba Post Hoc demuestra que la comparación de la muestra de control con 0% de PET y 3% de PET; 0% de PET y 12%; 3% de PET y 9% de PET; 3% de PET y 12% de PET y con 9% de PET y 12% de PET no tienen diferencias significativas porque sus significancias son mayores a 0.05 y las demás comparaciones de muestras tienen diferencias significativas entre sí.

Se hace la contrastación de hipótesis:

**Ho:** La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye favorablemente sobre las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

**Ha:** La sustitución en volumen agregado fino por PET influye desfavorablemente sobre las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

**Ho:**  $U_{control} > U_{tratamiento}$

**Ha:**  $U_{control} \leq U_{tratamiento}$

**Tabla 19. Medias según la prueba HDS Tukey – Absorción.**

HSD de Tukey <sup>a</sup>			
Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Muestra de control (0%PET)	3	8,65333	
Muestra de tratamiento (3%PET)	3	9,02000	9,02000
Muestra de tratamiento (9%PET)	3		9,26333
Muestra de tratamiento (12%PET)	3		9,47000

*Nota.* Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Al aumentar las medias de las muestras de tratamiento respecto a la media de la muestra de control según la regla de decisión, se niega  $H_0$  y se acepta la  $H_a$  por lo cual se demostró que la sustitución en volumen de agregado fino por PET influye desfavorablemente sobre las propiedades físicas de absorción de ladrillos de concreto.

#### 4.2.4 Densidad

La densidad del ladrillo patrón fue disminuyendo a medida que se le incorporó PET en diferentes porcentajes, como se observa en la Tabla 20. En el ladrillo patrón la densidad fue 2.104 gr/cm<sup>3</sup>, a diferencia del ladrillo con 3% de PET que después del ensayo resultó con un valor de 2.098 gr/cm<sup>3</sup>, el espécimen con 9% de PET, 2.079 gr/cm<sup>3</sup> y el espécimen con 12% de PET, 2.054 gr/cm<sup>3</sup>. Así como también se halló que todos estos valores cumplen con la norma que indica la mínima densidad de 2 gr/cm<sup>3</sup> para un ladrillo de peso normal (NTP 399.601).

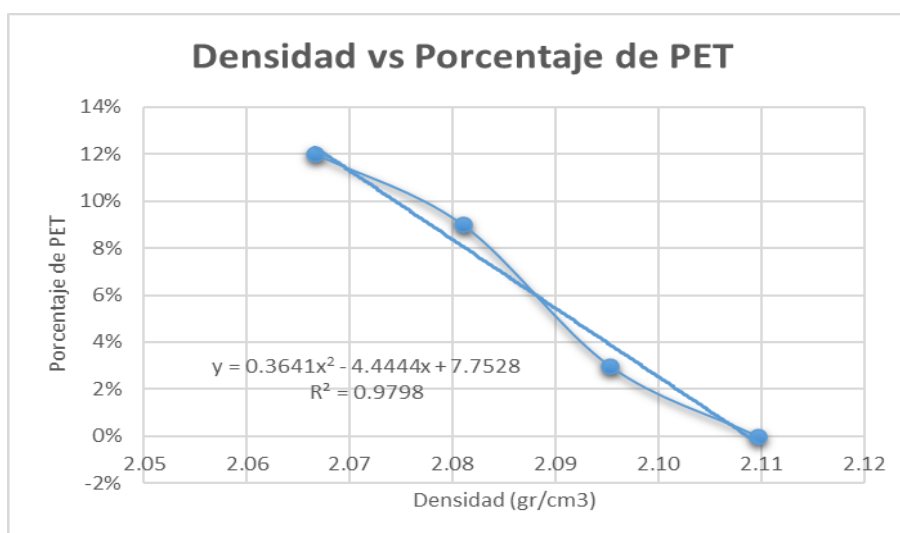
**Tabla 20. Resultados de Densidad.**

Muestra	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )
MC- PET 0%	2.104
MT- PET 3%	2.098
MT- PET 9%	2.079
MT-PET 12%	2.054

*Nota:* En la tabla se puede distinguir los resultados de la densidad y su respectiva clasificación como un ladrillo Tipo 14. Fuente: Elaboración propia.



Estos resultados presentan una relevancia significativa, porque esta propiedad guarda una relación directa con la resistencia ya que indica el espacio que es ocupado por las partículas en el concreto y, además, es relevante porque una baja densidad va ayudar a que el esfuerzo de la mano de obra o del equipo necesario al manipularlo, elaborarlo y asentarlos sea menor y así aumentar la eficiencia en cualquier proyecto realizado con esta unidad.



*Figura 14.* Densidad vs Porcentaje de PET. En la gráfica se puede distinguir el comportamiento de la densidad respecto a la sustitución de PET y la ecuación de la línea de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 14 se puede interpretar que se variaciones se dan cuando el ladrillo de tratamiento con 3% de PET disminuye en 0.01 gr/cm<sup>3</sup>, el ladrillo de tratamiento con 9% de PET en 0.02 gr/cm<sup>3</sup> y el espécimen con 12% de PET disminuye en 0.05 gr/cm<sup>3</sup>, respecto al ladrillo patrón; volviéndolo aún más liviano, demostrando así la relación inversamente proporcional entre porcentaje de PET y la propiedad física de la densidad. Con ello se determinó que las muestras de tratamiento van a ser más livianas ya que las partículas del PET tienen la propiedad de poseer una muy baja densidad (1.58 gr/cm<sup>3</sup>; resultado obtenido en laboratorio), a comparación del agregado fino (2.65 gr/cm<sup>3</sup>; resultado de laboratorio), además que como la forma de las partículas de hojuelas de PET es distinta a la forma redondeada de las partículas del agregado

fino, entonces se generan mayores espacios vacíos en el concreto, lo cual causa una disminución de la densidad.

- **Validación de hipótesis**

Este resultado corresponde a la segunda hipótesis específica planteada, para lo cual se procedió a determinar su validación mediante el programa SPSS.

En cuanto a la prueba de normalidad, como los datos empleados no superan la cantidad de 30, se analizó la estadística mediante la prueba de Shapiro Will.

Regla de decisión (Shapiro-Wilk):

Si Sig. > 0.05, existe normalidad

Si Sig. ≤ 0.05, no existe normalidad

**Tabla 21.** Prueba de normalidad - Densidad.

	Muestra	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Densidad	Muestra de control (0%PET)	,964	3	,637
	Muestra de tratamiento (3%PET)	,803	3	,122
	Muestra de tratamiento (9%PET)	,871	3	,298
	Muestra de tratamiento (12%PET)	,923	3	,463

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 21, la significancia en la muestra de control es 0.637, en la muestra de tratamiento con 3% de PET es 0.122, con 9% de PET es 0.298 y con 12% es 0.463, las cuales son mayores a 0.05. Esto indica que la distribución de datos de la densidad en las cuatro muestras se comporta de manera normal lo cual quiere decir que los datos son PARAMÉTRICOS, entonces se trabajó con ANOVA para distinguir la veracidad del análisis.

Se procedió a hacer la prueba de Homocedasticidad para verificar la homogeneidad de las varianzas.

Regla de decisión (Estadístico de Levene):

Si Sig.  $\leq$  0.05, no hay homogeneidad de varianzas

Si Sig.  $>$  0.05, si hay homogeneidad de varianzas

**Tabla 22.** Prueba de homogeneidad de varianzas – Densidad.

Densidad			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
4,359	3	8	,43

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 22 se indica la prueba de Levene donde el nivel de significancia es 0.43 y es mayor a 0.05 lo cual indica que hay homocedasticidad entre las cuatro muestras de acuerdo a su densidad. Por ende, se usó la prueba ANOVA para verificar si al menos una de las muestras es distinta a las demás de acuerdo a su densidad.

Regla de decisión (Anova):

Si Sig.  $\leq$  0.05, al menos un diseño es diferente

Si Sig.  $>$  0.05, los diseños no son diferentes entre sí

**Tabla 23.** Prueba de ANOVA – Densidad.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,005	3	,002	70,979	,000
Intra-grupos	,000	8	,000		
Total	,005	11			

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 23; en la prueba Anova la significancia es 0.00. Esto quiere decir que al menos una muestra es diferente de acuerdo a su densidad. Para saber que muestras son distintas se hará la prueba de Post-Hoc de HDS Tukey.

**Tabla 24. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey (Comparaciones múltiples) – Densidad.**

Variable dependiente: Densidad						
HSD de Tukey						
(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra de control (0%PET)	Muestra de tratamiento (3%PET)	,006333	,003764	,391	-,00572	,01839
	Muestra de tratamiento (9%PET)	,024667*	,003764	,001	,01261	,03672
	Muestra de tratamiento (12%PET)	,050000*	,003764	,000	,03795	,06205
Muestra de tratamiento (3%PET)	Muestra de tratamiento (9%PET)	,018333*	,003764	,005	,00628	,03039
	Muestra de tratamiento (12%PET)	,043667*	,003764	,000	,03161	,05572
Muestra de tratamiento (9%PET)	Muestra de tratamiento (12%PET)	,025333*	,003764	,001	,01328	,03739

Nota. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05. Elaboración propia.

La prueba Post Hoc (Tabla 24) indica que la comparación de muestra de control con de 0% de PET con la muestra de tratamiento de 3% de PET no tienen diferencias significativas porque sus significancias son mayores a 0.05 y las demás comparaciones de muestras tienen diferencias significativas entre sí.

Se hace la contrastación de la primera hipótesis específica:

**Ho:** La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye favorablemente sobre las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

**Ha:** La sustitución en volumen agregado fino por PET influye desfavorablemente sobre las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

$$\mathbf{Ho: } U_{control} \leq U_{tratamiento}$$

$$\mathbf{Ha: } U_{control} > U_{tratamiento}$$

**Tabla 25. Medias según la prueba HDS Tukey – Densidad.**

HSD de Tukey <sup>a</sup>				
Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Muestra de tratamiento (0%PET)	3	2,10433		
Muestra de tratamiento (3%PET)	3		2,09800	
Muestra de tratamiento (9%PET)	3			2,07967
Muestra de control (12%PET)	3			2,05433

*Nota.* Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000. Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 25 se interpreta que, al disminuir las medias de las muestras de tratamiento respecto a la media de la muestra de control según la regla de decisión, se niega  $H_0$  y se acepta  $H_a$ , por lo cual queda demostrado que la sustitución en volumen de agregado fino por PET influye desfavorablemente sobre las propiedades físicas de absorción en los ladrillos de concreto.

### 4.3 Resultados de las propiedades mecánicas

Este resultado corresponde al tercer objetivo específico planteado.

**Objetivo específico 3:** Determinar el efecto de los diferentes porcentajes de PET en la resistencia a la compresión en las unidades de albañilería, la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia al corte en muretes.

#### 4.3.1 Resistencia a la compresión ( $f'b$ ) a los 7 días

De acuerdo a lo que indica la norma E070, el ladrillo patrón obtuvo la resistencia ( $f'b$ ) de 138, 96 kg/cm<sup>2</sup> y ya que cumple con la resistencia mínima para ladrillo Tipo IV (130 kg/cm<sup>2</sup>) se puede utilizar como muestra de control. La muestra de tratamiento con 3% de PET tuvo una resistencia de 135.59 kg/cm<sup>2</sup> clasificando, así como un ladrillo Tipo IV, las muestras con 9% y 12% de PET llegaron a la resistencia de 122.06

kg/cm<sup>2</sup> y 114.81 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, clasificando, así como ladrillos Tipo III. Los resultados que se obtuvieron en el laboratorio fueron que las muestras patrón resistieron una carga máxima de 321 594.00 N, las muestras con 3% de PET en reemplazo del agregado fino soportaron una carga máxima de 316 457.00 N, las muestras con 9% de PET en reemplazo del agregado fino, una carga máxima de 281 823.67 N y las muestras con 12% de PET, una carga máxima de 265 440.67 N antes de la rotura.

**Tabla 26.** Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días.

Muestra	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )	Clase de unidad de albañilería E - 070	Clase de unidad de albañilería NTP 399.601
MC-PET 0%	138.96	IV	10
MT-PET 3%	135.59	IV	10
MT-PET 9%	122.06	III	10
MT-PET 12%	114.81	III	10

Fuente: Elaboración propia.

Las variaciones encontradas en el ensayo de resistencia a la compresión (Tabla 26) fueron relativamente bajas, debido a que la muestra patrón si logró cumplir con la norma para ser utilizado en muro portante. En los especímenes de 3% de PET se observa una variación de 3.7 kg/cm<sup>2</sup>, en las unidades con 9% de PET una variación de 16.32 kg/cm<sup>2</sup> y en las unidades de 12% de PET una variación de 24.73 kg/cm<sup>2</sup> con respecto al ladrillo patrón.

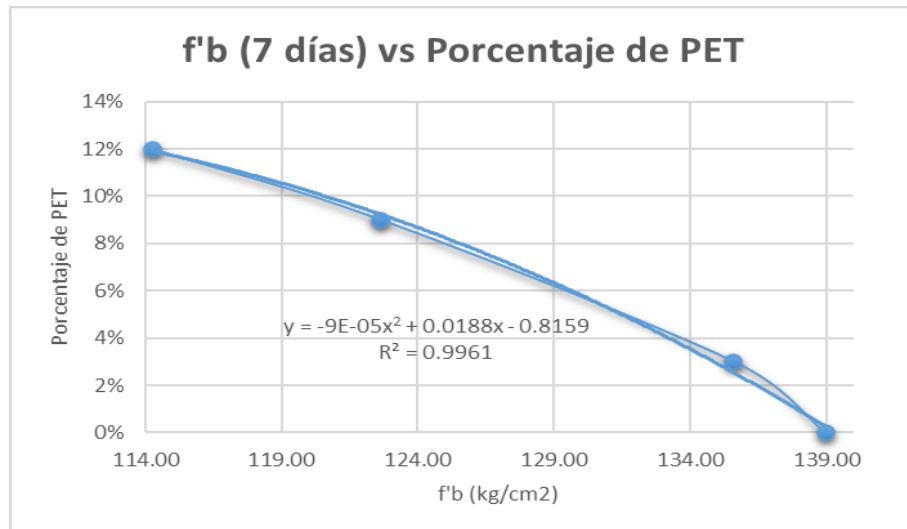


Figura 15. Porcentaje de PET vs resistencia a la compresión a los 7 días. En la gráfica se aprecia el comportamiento de la resistencia a la compresión a la edad de 7 días, a medida que se le incorpora el PET en sustitución, además muestra la ecuación de la línea de tendencia. Elaboración propia.

Se puede interpretar de la gráfica en la Figura 15 que la resistencia tiene un comportamiento que va decreciendo proporcionalmente con las cantidades de PET utilizados en la mezcla con la que se elaboraron las distintas muestras.

#### 4.3.2 Resistencia a la compresión (f'b) a los 28 días

Según la Tabla 27, el ladrillo patrón obtuvo la resistencia (f'b) de 221,24 kg/cm<sup>2</sup> y ya que cumple con la resistencia mínima de acuerdo a lo que indica la norma E070 para ladrillo Tipo V (180 kg/cm<sup>2</sup>) se puede utilizar como muestra de control. La muestra de tratamiento con 3% de PET, con 9% y 12% de PET llegaron a la resistencia de 217.16 kg/cm<sup>2</sup>, 213.14 kg/cm<sup>2</sup> y 208.85 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, clasificando, así como ladrillos Tipo V. Respecto a los resultados que se obtuvieron en el laboratorio; las muestras patrón llegaron a tener una carga máxima de 512 168.00 N, las muestras con 3% de PET en reemplazo del agregado fino llegaron a soportar una carga máxima de 504 567.67 N, las muestras con 9% de PET en reemplazo del agregado fino llegó a tener una carga máxima de 493 411.00 N y las muestras con 12% de PET llegaron a soportar una carga máxima de 485 265.00 N antes de la rotura.

**Tabla 27. Resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días.**

Muestra	Resistencia a la compresión $f'b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Clase de unidad de albañilería E - 070	Clase de unidad de albañilería NTP 399.601
MC-PET 0%	221.24	V	17
MT-PET 3%	217.16	V	17
MT-PET 9%	213.14	V	17
MT-PET 12%	208.85	V	17

Nota: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con 0%, 3%, 9%, 12% PET y su clasificación según resultados obtenidos.

Fuente: Elaboración propia.

Las variaciones encontradas en el ensayo de resistencia a la compresión fueron relativamente bajas, debido a que todas las muestras lograron cumplir con la norma para ser utilizado en muro portante. En los especímenes con 3% de PET se observa una variación de 4.09 kg/cm<sup>2</sup>, en las unidades con 9% de PET una variación de 8.11 kg/cm<sup>2</sup> y en las unidades de 12% de PET una variación de 12.40 kg/cm<sup>2</sup> a comparación del ladrillo patrón.

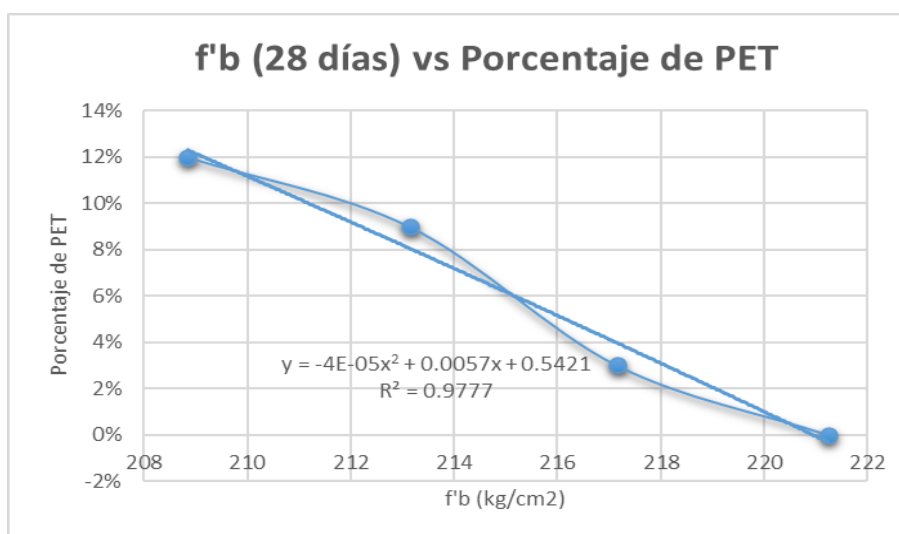


Figura 16. Porcentaje de PET vs resistencia a la compresión a los 28 días. En la gráfica se puede apreciar el comportamiento de la resistencia a la compresión a los 28 días, a medida que se le incorpora el PET y muestra la ecuación de la línea de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

Se puede interpretar de la Figura 16 que la resistencia guarda una relación inversamente proporcional con las cantidades de PET utilizados con la que se elaboraron las distintas muestras.



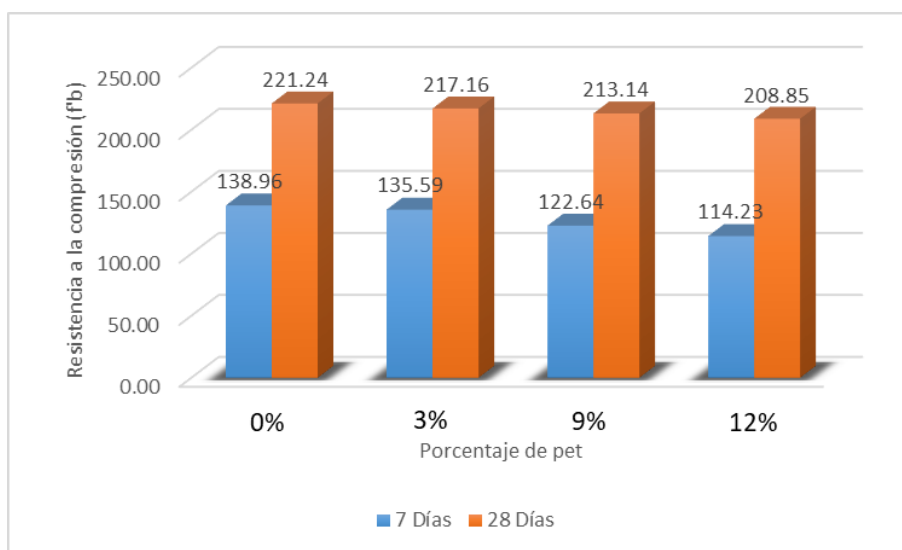
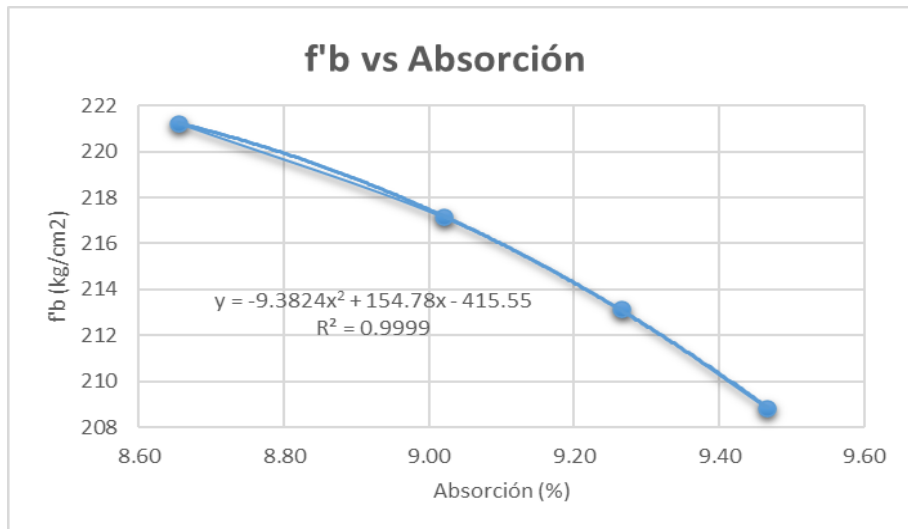


Figura 17. Resistencia a la compresión a los 7 y 28 días. Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 17; donde se comparan los valores de resistencia a las edades de 7 y 28 días, se puede inferir que la resistencia aumentó en 37%, 38%, 42% y 45% para las muestras de tratamiento con 0%, 3%, 9% y 12% de PET respectivamente y mantuvieron sus variaciones mínimas entre sí, tanto a los 7 como a los 28 días.

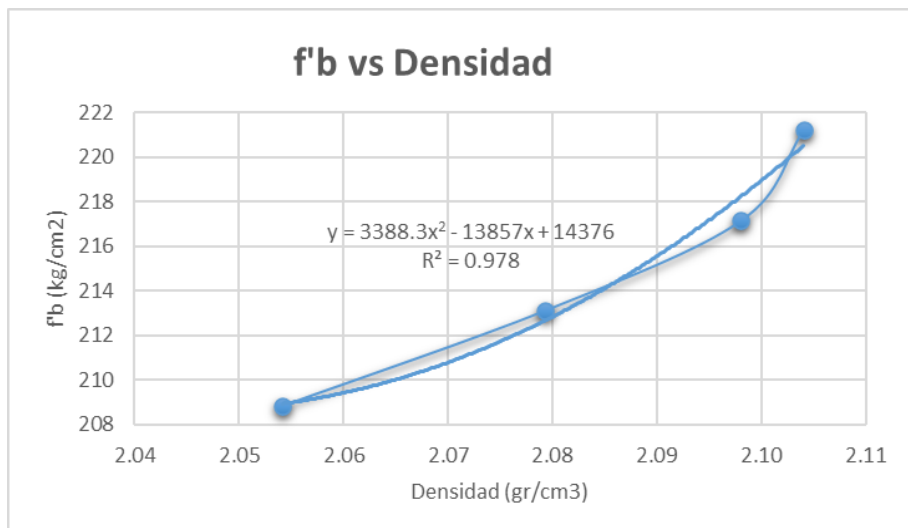
Asimismo, para una mayor interpretación de los resultados se muestra, en la Figura 18 y Figura 19, las diversas comparaciones de las propiedades de las unidades de albañilería de concreto con respecto a su propiedad de resistencia a la compresión.

De la gráfica mostrada en la Figura 18 se puede interpretar que la relación de la absorción con la resistencia a la compresión ( $f'b$ ), es inversa esto indica que cuando el ladrillo tiende a absorber más agua por los vacíos que originan las hojuelas, va resistir menos las cargas a las que estará sometido.



*Figura 18.* Resistencia a la compresión vs Absorción. En la gráfica se puede apreciar el comportamiento de la resistencia a la compresión y su relación con la absorción, además muestra la ecuación de la línea de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica mostrada en la Figura 19 se puede interpretar que la relación de la densidad y la resistencia a la compresión  $f'b$ , es directa, de donde se infiere que las partículas de PET crean una estructura semiabierta y; si bien es cierto trae ventajas para que estos sean rellenos por pasta de cemento, la resistencia por unidad se va afectar al aumentar la densidad, sin embargo, el ladrillo presentará un buen comportamiento en conjunto para un muro de albañilería.



*Figura 19.* Resistencia a la compresión vs Densidad. En la gráfica se puede apreciar el comportamiento de la resistencia y su relación con la densidad, además muestra la ecuación de la línea de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

- **Validación de hipótesis (f'b) a los 28 días**

Este resultado corresponde a la tercera hipótesis específica planteada, para lo cual se procedió a determinar su validación mediante SPSS. Como los datos empleados no superan la cantidad de 30, se analizó la estadística mediante la prueba de Shapiro Will.

Regla de decisión (Shapiro-Wilk):

Si Sig. > 0.05, existe normalidad

Si Sig. ≤ 0.05, no existe normalidad

**Tabla 28.** Prueba de normalidad – f'b a los 28 días.

Muestra		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_2	Muestra de control (0%PET)	,862	3	,274
	Muestra de tratamiento (3%PET)	,913	3	,427
	Muestra de tratamiento (9%PET)	,981	3	,733
	Muestra de tratamiento (12%PET)	,852	3	,245

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la prueba de normalidad el nivel de significancia en la muestra de control es 0.274, en la muestra de tratamiento con 3% de PET es 0.427, con 9% de PET es 0.733 y con 12% es 0.245, las cuales son mayores a 0.05. Esto indica que la distribución de datos de la resistencia a la compresión en las cuatro muestras se comporta de manera normal lo cual quiere decir que los datos son PARAMÉTRICOS, entonces se trabajó con ANOVA para distinguir la veracidad del análisis.

Regla de decisión (Estadístico de Levene):

Si Sig. ≤ 0.05, no hay homogeneidad de varianzas

Si Sig. > 0.05, si hay homogeneidad de varianzas

**Tabla 29. Prueba de homogeneidad de varianzas – f'b a los 28 días.**

Resistencia_2			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,977	3	8	,450

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la prueba de Levene el nivel de significancia es 0.450 y es mayor a 0.05 lo cual indica que hay homocedasticidad entre las cuatro muestras de acuerdo a su f'b. Por ende, se usó la prueba ANOVA para verificar si al menos una de las muestras es distinta a las demás de acuerdo a su densidad.

Regla de decisión (Anova):

Si Sig.  $\leq$  0.05, al menos un diseño es diferente

Si Sig.  $>$  0.05, los diseños no son diferentes entre sí

**Tabla 30. Prueba de ANOVA – f'b a los 28 días.**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	254,623	3	84,874	85,749	,000
Intra-grupos	7,918	8	,990		
Total	262,542	11			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según Anova la significancia es 0.00. Esto quiere decir que al menos un diseño es diferente de acuerdo a su resistencia a la compresión. Para saber que diseños son distintos se hizo la prueba de Post-Hoc de HDS Tukey.

**Tabla 31. Prueba Post-Hoc de HSD Tukey (Comparaciones múltiples) – f'b a los 28 días.**

Variable dependiente: Resistencia_2						
HSD de Tukey						
(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra de control (0%PET)	Muestra de tratamiento (3%PET)	4,08667*	,81232	,004	1,4853	6,6880
	Muestra de tratamiento (9%PET)	8,10333*	,81232	,000	5,5020	10,7047
	Muestra de tratamiento (12%PET)	12,39333	,81232	,000	9,7920	14,9947
Muestra de tratamiento (3%PET)	Muestra de tratamiento (9%PET)	4,01667*	,81232	,005	1,4153	6,6180
	Muestra de tratamiento (12%PET)	8,30667*	,81232	,000	5,7053	10,9080
Muestra de tratamiento (9%PET)	Muestra de tratamiento (12%PET)	4,29000*	,81232	,003	1,6887	6,8913

*Nota.* La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la Tabla 31 se puede inferir que la prueba Post Hoc de HSD Tukey indica que la comparación de muestra de tratamiento con 3% de PET con la muestra de tratamiento de 9% de PET no tienen diferencias significativas porque sus significancias son mayores a 0.05. Las demás muestras tienen diferencias significativas entre sí, porque sus significancias son menores a 0.05.

Se hace la contrastación de la segunda hipótesis específica:

**Ho:** El efecto de los diferentes porcentajes de PET en la unidad de albañilería de concreto, es el incremento de su resistencia a la compresión por unidad, de la resistencia a compresión axial en pilas y resistencia al corte en muretes.

**Ha:** El efecto de los diferentes porcentajes de PET en la unidad de albañilería de concreto, es la disminución de su resistencia a la compresión por unidad, de la resistencia a compresión axial en pilas y resistencia al corte en muretes.

**Ho:**  $U_{control} < U_{tratamiento}$

**Ha:**  $U_{control} \geq U_{tratamiento}$

**Tabla 32.** Medias según la prueba HDS Tukey – f'b a los 28 días.

HSD de Tukey <sup>a</sup>					
Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Muestra de tratamiento (12%PET)	3	208,8467			
Muestra de tratamiento (9%PET)	3		213,1367		
Muestra de tratamiento (3%PET)	3			217,1533	
Muestra de control (0%PET)	3				221,2400

*Nota.* Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se utiliza el tamaño muestral de la media armónica = 3,000. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Al disminuir las medias de las muestras de tratamientos respecto a la media de la muestra de control según la regla de decisión, se niega Ho y se acepta Ha, por lo cual queda demostrado que la sustitución en volumen de agregado fino por PET no mejora las propiedades mecánicas en los ladrillos de concreto.

#### 4.3.3 Resistencia a la compresión del mortero (f'cm)

El resultado de la resistencia a compresión promedio del mortero Tipo P1 (Tabla 33); cuya dosificación es 1:3 (cemento: agregado fino) fue de 204.91 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 33.** Resultados de la resistencia a la compresión del mortero

Mortero Tipo P1	Dimensiones(cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(kg)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
	Lado A	Lado B				
M -01	5.10	5.10	26.01	5403.00	20.37	207.73
M -02	5.10	5.00	25.50	5213.00	20.05	204.43
M -03	5.00	5.00	25.00	5064.00	19.86	202.56
f'b promedio:						204.91

Fuente: Elaboración propia

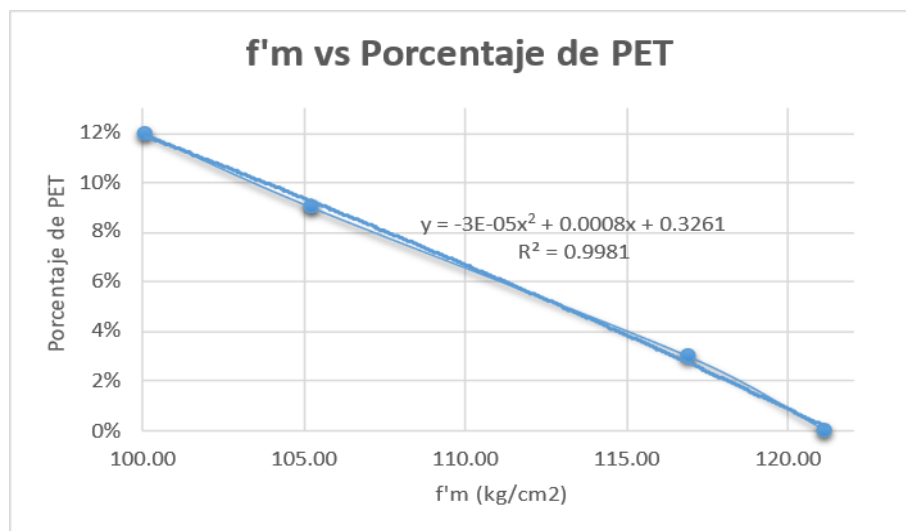
#### 4.3.4 Resistencia a la compresión axial en pilas (f'm)

Para realizar este ensayo se utilizó 3 muestras por cada diseño a la edad de los 28 días. Para el cual se analizó su esbeltez, su carga de rotura de un total de 12 pilas, donde se usó la norma NTP 399.605. La resistencia axial de pilas para los diferentes porcentajes de los 4 diseños se muestra detalladamente en el Anexo 73.

**Tabla 34.** Resultado de la resistencia axial de pilas

Muestra	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
MC-0%PET	121.18
MT-3%PET	116.92
MT-9%PET	105.28
MT-12%PET	100.10

Nota. Resultado de los ensayos de resistencia axial de pilas de las unidades de albañilería con 0%, 3%, 9%, 12% PET. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 20.** Porcentaje de PET vs compresión axial a los 28 días. En la gráfica se puede apreciar el comportamiento de la resistencia axial a medida que se le incorpora el PET en sustitución y la ecuación de la línea de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se puede interpretar en la gráfica de la Figura 20 que la resistencia axial tiene un comportamiento que va disminuyendo proporcionalmente con las cantidades de PET utilizados en la mezcla con la que se elaboraron las distintas muestras.

- **Validación de la hipótesis ( $f'm$ ) a los 28 días**

Este resultado corresponde a la tercera hipótesis específica planteada, para lo cual se procedió a determinar su validación mediante el programa SPSS.

En cuanto a la prueba de normalidad, como los datos empleados no superan la cantidad de 30, se analizó la estadística mediante la prueba de Shapiro Will.

Regla de decisión (Shapiro-Wilk):

Si Sig. > 0.05, existe normalidad

Si Sig.  $\leq$  0.05, no existe normalidad

**Tabla 35.** Prueba de normalidad -  $f'm$ .

	Muestra	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia - axial	Muestra de control (0%PET)	,798	3	,109
	Muestra de tratamiento (3%PET)	,826	3	,178
	Muestra de tratamiento (9%PET)	,959	3	,610
	Muestra de tratamiento (12%PET)	,793	3	,097

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la prueba de normalidad el nivel de significancia en la muestra de control es 0.109, en la muestra de tratamiento con 3% de PET es 0.178, con 9%de PET es 0.610 y con 12% es 0.97, las cuales son mayores a 0.05. Esto demuestra que la distribución de datos de la resistencia axial de pilas en las cuatro muestras se comporta de manera normal lo cual quiere decir que los datos son PARAMÉTRICOS, entonces se trabajó con ANOVA para distinguir la veracidad del análisis.

Se procedió a hacer la prueba de Homocedasticidad para verificar la homogeneidad de las variables.

Regla de decisión (Estadístico de Levene):

Si Sig.  $\leq$  0.05, no hay homogeneidad de varianzas

Si Sig. > 0.05, si hay homogeneidad de varianzas



**Tabla 36. Prueba de homogeneidad de varianzas – f`m**

Resistencia axial			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
4,798	3	8	,054

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la prueba de Levene el nivel de significancia es 0.054 y es mayor a 0.05 lo cual indica que hay homocedasticidad entre las cuatro muestras de acuerdo a su f`m. Por ende, se usó la prueba ANOVA para verificar si al menos una de las muestras es distinta a las demás de acuerdo a su compresión axial de pilas.

Regla de decisión (Anova):

Si Sig.  $\leq$  0.05, al menos un diseño es diferente

Si Sig.  $>$  0.05, los diseños no son diferentes entre sí

**Tabla 37. Prueba de ANOVA – f`m**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	140,006	3	46,669	135,007	,000
Intra-grupos	2,765	8	,346		
Total	142,771	11			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según Anova la significancia es 0.00. Esto quiere decir que al menos una muestra es diferente de acuerdo a su compresión axial. Para saber que muestras son distintas se hizo la prueba de Post-Hoc de HDS Tukey.

**Tabla 38.** Prueba Post -Hoc de HSD Tukey (comparaciones múltiples)-

Variable dependiente: compresión axial HSD de Tukey						
(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra de control (0%PET)	Muestra de tratamiento (3%PET)	4,06133*	,48005	,000	2,5240	5,5986
	Muestra de tratamiento (9%PET)	6,82333*	,48005	,000	5,2860	8,3606
	Muestra de tratamiento (12%PET)	9,17900*	,48005	,000	5,2860	8,3606
Muestra de tratamiento (3%PET)	Muestra de tratamiento (9%PET)	2,76200*	,48005	,002	1,2247	4,2993
	Muestra de tratamiento (12%PET)	5,11767*	,48005	,000	3,5804	6,6550
Muestra de tratamiento (9%PET)	Muestra de tratamiento (12%PET)	2,35567*	,48005	,005	,8184	3,8930

f'm

*Nota.* La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La prueba Post Hoc demuestra que la comparación de muestra de control con de 9% de PET y la muestra de tratamiento de 12% de PET no tienen diferencias significativas (0.0051) porque sus significancias son mayores a 0.05 y las demás comparaciones de muestras si tienen diferencias significativas entre sí.

Se hace la contrastación de la tercera hipótesis específica:

**Ho:** El efecto de los diferentes porcentajes de PET en la unidad de albañilería de concreto, es el incremento de su resistencia a la compresión por unidad, de la resistencia a compresión axial en pilas y resistencia al corte en muretes.

**Ha:** El efecto de los diferentes porcentajes de PET en la unidad de albañilería de concreto, es el decrecimiento de su resistencia a la compresión por unidad, de la resistencia a compresión axial en pilas y resistencia al corte en muretes.

**Ho:**  $U_{control} < U_{tratamiento}$

**Ha:**  $U_{control} \geq U_{tratamiento}$

**Tabla 39.** Medias según la prueba HDS Tukey – f'm

HSD de Tukey <sup>a</sup>					
Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Muestra de control (0%PET)	3	121.18			
Muestra de tratamiento (3%PET)	3		116.92		
Muestra de tratamiento (9%PET)	3			105.28	
Muestra de tratamiento (12%PET)	3				100.10

Nota. Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se utiliza el tamaño muestral de la media armónica = 3.000. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Al disminuir las medias de las muestras de tratamientos respecto a la media de la muestra de control según la regla de decisión, se niega Ho y se aceptala Ha, por lo cual queda demostrado que el efecto de los diferentes porcentajes de Polietileno Tereftalato en la unidad de albañilería de concreto, no incrementa su f'b, f'm y v'm.

#### 4.3.5 Resistencia a la compresión diagonal/corte (v'm)

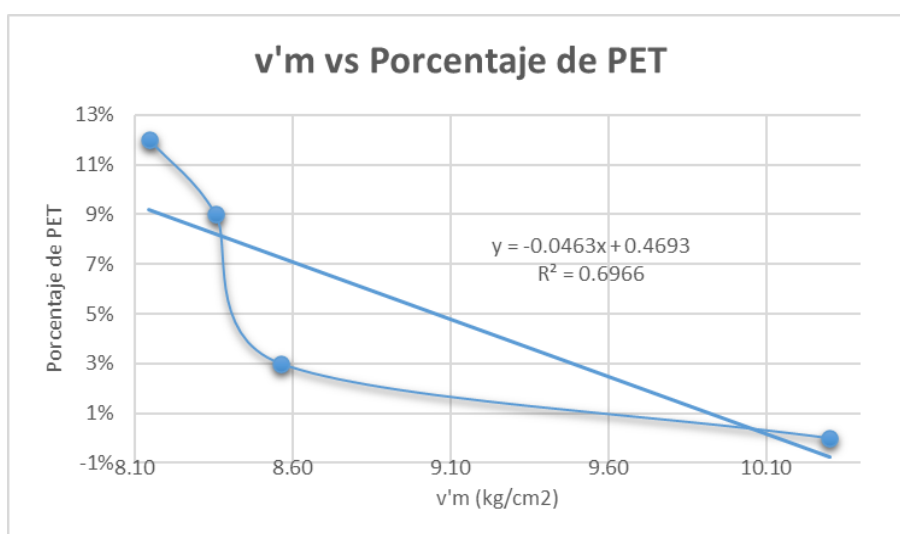
Según la Tabla 40, el murete patrón obtuvo la resistencia (v'm) de 10.30 kg/cm<sup>2</sup>. La muestra de tratamiento con 3% de PET tuvo una resistencia de 8.56 kg/cm<sup>2</sup>, las muestras con 9% tuvieron una resistencia de 8.36 kg/cm<sup>2</sup> y los ladrillos con 12% de PET llegaron a la resistencia de 8.15 kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo para ser utilizados para la construcción de muros portantes según la norma E070. Los resultados de laboratorio (ver Anexo 74, 75 76 y 77) fueron que las muestras patrón llegaron a tener una carga máxima de 127 094.00N, las muestras con 3% de PET en reemplazo del agregado fino llegaron a soportar una carga máxima de 106 153.67N, las muestras con 9% de PET en reemplazo del agregado fino llego a tener una carga máxima de 102930.67 N y las muestras con 12% de PET llegaron a soportar una carga máxima de 100 567.00N antes de la rotura.

**Tabla 40.** Resultados de la resistencia a la compresión diagonal ( $v'm$ ).

Muestra	Resistencia a la compresión diagonal $v'm$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión diagonal $v'm$ (Mpa)
	MC-0%PET	10.30
MT-3%PET	8.56	0.84
MT-9%PET	8.36	0.82
MT-12%PET	8.15	0.80

Nota: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con 0%, 3%, 9%, 12% PET y su clasificación según resultados obtenidos. Fuente: Elaboración propia.

Las variaciones encontradas en el ensayo de resistencia a la compresión diagonal fueron relativamente bajas, debido a que todas las muestras lograron cumplir con la norma para ser utilizado en muro portante. En los especímenes de 3% de PET se observa una variación de 1.74 kg/cm<sup>2</sup>, en las unidades con 9% de PET una variación de 1.94 kg/cm<sup>2</sup> y en las unidades de 12% de PET una variación de 2.15 kg/cm<sup>2</sup> a comparación del murete patrón.



**Figura 21.** Porcentaje de PET vs Resistencia a la compresión diagonal. En la gráfica se aprecia el comportamiento de  $v'm$  a los 28 días, a medida que se le incorpora el PET en sustitución, además muestra la ecuación de la línea de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

Se puede interpretar de la Figura 21 que la resistencia tiene un comportamiento inversamente proporcional con las cantidades de PET utilizadas en la mezcla con la que se elaboraron las distintas muestras.

- **Validación de hipótesis ( $v'm$ ) a los 28 días**

Este resultado corresponde a la tercera hipótesis específica planteada, para lo cual se procedió a determinar su validación mediante el programa SPSS como se ve en la Figura 26.

En cuanto a la prueba de normalidad, como los datos empleados no superan la cantidad de 30, se analizó la estadística mediante la prueba de Shapiro Will.

Regla de decisión (Shapiro-Wilk):

Si Sig. > 0.05, existe normalidad

Si Sig.  $\leq$  0.05, no existe normalidad

**Tabla 41.** Prueba de normalidad – Resistencia a compresión diagonal ( $v'm$ )

	Muestra	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_ corte	Muestra de control (0%PET)	,915	3	,436
	Muestra de tratamiento (3%PET)	,892	3	,359
	Muestra de tratamiento (9%PET)	,961	3	,622
	Muestra de tratamiento (12%PET)	,887	3	,344

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la prueba de normalidad el nivel de significancia en la muestra de control es 0.436, en la muestra de tratamiento con 3% de PET es 0.359, con 9% de PET es 0.622 y con 12% es 0.344, las cuales son mayores a 0.05. Esto indica que la distribución de datos de la resistencia a la compresión en las cuatro muestras se comporta de manera normal lo cual quiere decir que los datos son PARAMÉTRICOS, entonces se trabajó con ANOVA para distinguir la veracidad del análisis.

Regla de decisión (Estadístico de Levene):

Si Sig.  $\leq$  0.05, no hay homogeneidad de varianzas

Si Sig. > 0.05, si hay homogeneidad de varianzas

**Tabla 42.** Prueba de homogeneidad de varianzas – Resistencia a compresión diagonal (v'm)

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
3,773	3	8	,059

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la prueba de Levene el nivel de significancia es 0.059 y es mayor a 0.05 lo cual indica que hay homocedasticidad entre las cuatro muestras de acuerdo a su f'b. Por ende, se usará la prueba ANOVA para verificar si al menos una de las muestras es distinta a las demás de acuerdo a su densidad.

Regla de decisión (Anova):

Si Sig.  $\leq$  0.05, al menos un diseño es diferente

Si Sig.  $>$  0.05, los diseños no son diferentes entre sí

**Tabla 43.** Prueba de ANOVA – Resistencia a compresión diagonal (v'm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8,776	3	2,925	554,013	,000
Intra-grupos	,042	8	,005		
Total	8,818	11			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según Anova la significancia es 0.00. Esto quiere decir que al menos una muestra es diferente de acuerdo a su resistencia a la compresión. Para saber que muestras son distintas se hizo la prueba de Post-Hoc de HDS Tukey.

**Tabla 44. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey (Comparaciones múltiples) – Resistencia a compresión diagonal ( $v'm$ )**

Variable dependiente: Resistencia_corte						
HSD de Tukey						
(I) Muestra	(J) Muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra de control (0%PET)	Muestra de tratamiento (3%PET)	1,73833*	,05933	,000	1,5483	1,9283
	Muestra de tratamiento (9%PET)	1,94433*	,05933	,000	1,7543	2,1343
	Muestra de tratamiento (12%PET)	2,15400*	,05933	,000	1,9640	2,3440
Muestra de tratamiento (3%PET)	Muestra de tratamiento (9%PET)	,20600*	,05933	,034	,0160	,3960
	Muestra de tratamiento (12%PET)	,41567*	,05933	,001	,2257	,6057
Muestra de tratamiento (9%PET)	Muestra de tratamiento (12%PET)	,20967*	,05933	,031	,0197	,3997

Nota.\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la Tabla 44 se puede inferir que la prueba Post Hoc de HSD Tukey demuestra que todas las comparaciones tienen diferencias significativas entre sí, porque sus significancias son menores a 0.05.

Se hace la contrastación de la tercera hipótesis específica:

**Ho:** El efecto de los diferentes porcentajes de PET en la unidad de albañilería de concreto, es el incremento de su resistencia a la compresión por unidad, de la resistencia a compresión axial en pilas y resistencia al corte en muretes.

**Ha:** El efecto de los diferentes porcentajes de PET en la unidad de albañilería de concreto, es la disminución de su resistencia a la compresión por unidad, de la resistencia a compresión axial en pilas y resistencia al corte en muretes.

**Ho:**  $U_{control} < U_{tratamiento}$

**Ha:**  $U_{control} \geq U_{tratamiento}$

**Tabla 45.** Medias según la prueba HDS Tukey – Resistencia a compresión diagonal (v'm)

HSD de Tukey <sup>a</sup>					
Muestra	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Muestra de control (0%PET)	3	10,3000			
Muestra de tratamiento (3%PET)	3		8,5617		
Muestra de tratamiento (9%PET)	3			8,3557	
Muestra de tratamiento (12%PET)	3				8,1460

Nota. Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Al disminuir las medias de las muestras de tratamientos respecto a la media de la muestra de control según la regla de decisión, se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la sustitución en volumen de agregado fino por PET no mejora las propiedades mecánicas de resistencia a compresión diagonal en muretes.

#### 4.4 Resultado de la clasificación final

Este resultado corresponde al cuarto objetivo específico planteado.

**Objetivo específico 4:** Clasificar a las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de PET, para evaluarlas respectivamente.

En la Tabla 46 se puede ver la clasificación final de las unidades de albañilería las cuales; tomando como referencia la norma E070, fue de Tipo IV, es decir que se le puede dar uso en muros portantes para la zona sísmica 4, ya que cumplieron con la absorción mínima de 12%, los requerimientos de variación dimensional, alabeo y tuvieron una resistencia compresión por encima de 18 MPa requeridos por dicha norma. Asimismo, se obtuvo como resultado; siguiendo la NTP 399.601, que clasificó como Tipo 17, es decir que se le puede dar uso en lugares donde se necesita una resistencia a la compresión



moderada y resistencia a la intervención de frío y penetración de la humedad ya que cumplió con los requerimientos de absorción mínima del 10% y su resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) sobrepasó los 17 MPa requeridos por esta norma.

**Tabla 46.** Resultados de la clasificación final de las unidades de albañilería.

Muestras	Absorción E-070 / NTP 399.601	Alabeo E-070	Variación Dimensional E-070	Resistencia a la Compresión E-070 / NTP 399.601	Clasificación final E-070	Clasificación final NTP 399.601
MC-0% PET	Tipo IV /Tipo 17	Tipo V	Tipo V	Tipo V /Tipo 17	Tipo IV	Tipo 17
MT-3% PET	Tipo IV /Tipo 17	Tipo V	Tipo V	Tipo V /Tipo 17	Tipo IV	Tipo 17
MT-9% PET	Tipo IV /Tipo 17	Tipo V	Tipo V	Tipo V /Tipo 17	Tipo IV	Tipo 17
MT-12% PET	Tipo IV /Tipo 17	Tipo V	Tipo V	Tipo V /Tipo 17	Tipo IV	Tipo 17

Nota: En la tabla se pueden distinguir las clasificaciones según las propiedades ensayadas a las muestras de control y de tratamiento, además se observa su clasificación final. Fuente: Elaboración propia.

- **Validación de hipótesis**

La validación corresponde a la cuarta hipótesis específica, descrita a continuación.

**Ho:** La clasificación para las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de PET, pertenece al tipo IV; según las normativas NTE.070 y al tipo 17; según la NTP 399.601, para ser utilizados en muros portantes.

**Ha:** La clasificación para las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de PET, no pertenece al tipo IV; según las normativas NTE.070 ni al tipo 14; según la NTP 399.601, para ser utilizados en muros portantes.

En base a los resultados de la Tabla 46 se acepta la Ho y se rechaza Ha.

## V. DISCUSIÓN

- **Objetivo específico 1:** Determinar el efecto que tiene la sustitución en volumen de agregado fino por PET en el módulo de finura de los agregados globales.

Para este objetivo se encontró que el agregado fino y grueso si cumplieron con la normativa NTP 400.037, mas no el PET, porque al momento de hacer la granulometría se observó que no estaba entre los limites mínimo y máximo, en cuanto a su módulo de finura, los parámetros se cumplieron para un agregado grueso. Asimismo, se encontró que la granulometría del PET altera la gradación de los agregados globales en los tamices 4, 8 y 16 en su mayoría, lo cual se ve reflejado en el módulo de finura que tiende a clasificarlo como agregado grueso.

Las limitaciones que se dieron para utilizar la buena distribución de la granulometría fueron en la colocación, pues al aplicarse manualmente el apisonado, se mengua la calidad del ladrillo en cuanto a la difícil trabajabilidad y la disminución de la resistencia. Además, estos resultados están limitados en cuanto a su análisis, pues al ser una sola muestra de cada tipo de agregado global según el porcentaje de PET contenido; no se pudo obtener una gráfica estadística para la validación de hipótesis de esta propiedad.

Al comparar los resultados de granulometría con los del trabajo de investigación de Arrieta y Peñaherrera (2001), donde afirman que el concreto que se asienta compactándolo manualmente necesita más agua y no lo deja beneficiarse con buena gradación y módulo de finura de los agregados; se comprobó ello, pues los resultados de la presente investigación, con la ayuda del vibrado mecánico la resistencia de los ladrillos elaborados con PET se hubiera podido incrementar.

Luego se compararon los resultados con la investigación de Piñeros y Herrera (2018), donde obtuvieron que el agregado fino y grueso estuvo bien graduado entre los límites máximos y mínimos y el módulo de finura del fino se encontró

dentro del rango, lo cual facilitó a que se cumplan con la debida consistencia de la mezcla, a lo cual se verificaron los resultados de la presente investigación, pues al estar bien gradados los agregados nos permitieron una óptima resistencia. Se verificaron los resultados comparándolos además a lo que afirman ellos mismos, donde mencionan que, al variar la cantidad de fino para sustituirlo por PET, se pierde la propiedad de la resistencia y también se pierde mortero lo cual produce discontinuidades.

En la tesis de Alvarez y Bartolo (2020), que agregaron 27%, 32% y 37% de PET para fabricar ladrillos de concreto, al realizar la granulometría a los agregados por separado, obtuvo un valor de módulo de finura del PET de 4.70 que califica para un agregado grueso, lo cual concuerda con los resultados del presente trabajo pues presentó un módulo de finura de 5.13 que califica también como un agregado grueso.

Se observó una diferencia al comparar nuestros resultados con los de Caballero y Florez (2016), que sustituyeron 12.5%, 25% y 37.5% de PET por el fino y determinaron que se puede utilizar como tal porque presenta un módulo de finura correspondiente a una arena media y su gradación estuvo dentro de los límites, obteniendo un 2.83, 3.5 y 3.2 MPa de resistencia respectivamente, con lo cual difieren de los resultados de la presente investigación pues nuestro PET tuvo un módulo de finura de 5.13 y no estuvo dentro de los límites granulométricos para un fino, sin embargo se llegó a superar la resistencia deseada con los 4 diseños, disminuyendo con la sustitución de PET.

Finalmente, se quiere incentivar a realizar estudios más profundos del campo de análisis hecho e investigaciones en cuanto a la variación del módulo de finura analizando la influencia de diversos tamaños de diámetros del tereftalato de polietileno en los agregados mixtos.

- **Objetivo específico 2:** Evaluar la influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET en las propiedades físicas de ladrillos de concreto.

Respecto al alabeo, se encontró que cumplió con lo establecido en la norma E070, ya que tuvo menos de 2mm de variación, por lo cual se clasificó en clase V. Para ello se comparó con los resultados de Sedano Chuporgo (2019), donde indica que la granulometría y la dosificación de todos los agregados influyen en las propiedades de alabeo. En su muestra con adición del PET del (3%) obtuvo de concavidad= 0.90mm y convexidad= 0.60mm, para el (9%) de PET su concavidad es 0.95mm y la convexidad de 0.75mm, mencionando que la calidad de los ladrillos depende de cada etapa del proceso de fabricación y su curado. Entonces se pudo deducir que tanto los resultados de la presente investigación como los de la tesis anterior cumplieron con la normativa E0.70 para ser usados en muros portantes.

La fortaleza que se encontró fue que los ensayos de alabeo permitieron conocer la diferencia de las muestras tanto patrón como las muestras de 3%, 9% y 12% de PET en sustitución, lo cual muestra que no hubo tanta discontinuidad porque variaron mínimamente, por lo cual no muestra una deformación excesiva al momento del nivelado del material.

La relevancia de la investigación del ensayo de alabeo radica en que identificando si el ladrillo tiene concavidad y convexidad se puede facilitar el asentado de ladrillos y no demandar más mortero de lo necesario, además de que ello hace disminuir la resistencia ya que el mortero más que resistir la compresión, su principal propiedad es la adherencia.

Los hallazgos de la variación dimensional fueron que se cumplió con los requisitos para la clasificación que la norma E070 de albañilería indica y se logró llegar al tipo de unidad de albañilería deseada (Tipo V). Para ello se realizó la comparación de los resultados de (Avilés y Carrasco, 2020), en su investigación interpretan que la unidad de albañilería que no contiene PET no llegó a cumplir los estándares que se solicita para el ensayo de variación dimensional, caso contrario a las muestras elaboradas en el presente trabajo de investigación en el cual la muestra patrón si llega a cumplir lo requerido en la norma, además se puede comparar en la tesis del mismo autor que las unidades de albañilería elaboradas con un 15% y 25% de PET tampoco

llegaron a cumplir con la variabilidad permitido por la norma en las medidas de altura, pero sí lograron tener una mejora en la medida de largo y ancho, donde más resaltó la muestra con 15% de PET incorporado y logra adecuarse a la norma a pesar de incumplir con el porcentaje en la altura, a comparación con el presente proyecto de investigación donde se realizaron las muestras con 3%, 9% y 12% de PET en sustitución, a lo cual se obtuvo que a mayor cantidad de PET las variaciones iban teniendo una diferencia mínima de disminución, cumpliendo así para ser usada en muro portante.

Se tuvo como fortaleza que las variaciones no fueron tan significativas, el mismo molde diseñado para la elaboración de estas muestras y el buen acomodo de las partículas hicieron que tengan un bajo promedio de variación. La relevancia de esta propiedad es la misma que se cumple para el alabeo.

Para la absorción el hallazgo fue la relación directamente proporcional que tuvo el espécimen a medida que se le aumentaba la sustitución de PET, lo cual afectó a la resistencia a compresión. Por ello, se hizo las respectivas comparaciones con artículos y revistas donde Gaggino, (2016), en su artículo de ladrillos y placas tuvo como resultado; en cuanto al ensayo de absorción, que de las 7 muestras tomadas solo cuatro de ellas cumplían con la norma, las otras estaban por encima de lo establecido. También se comparó con el artículo de León Téllez y Morales (2017), donde se utilizaron porcentajes de PET de 25%, 20%, 30%, 35% Y 40%. Dando como resultado que el promedio de absorción adicionando PET resultó 8.1%, mientras tanto la muestra patrón obtuvo 8.6 %. A lo cual los dos investigadores tuvieron un aumento de absorción a medida que incorporaron PET. Con estas dos comparaciones verificamos que se asemejan con el presente trabajo donde la absorción promedio tuvo un porcentaje de 9.3 % y la del patrón un 8.3% verificando que a más cantidad de PET aumenta la absorción.

Para la densidad el hallazgo fue la variación inversamente proporcional que tenía el espécimen a medida que se le aumentaba la sustitución parcial de PET, lo cual afectó a la resistencia a compresión. Al comparar estos resultados con los de la tesis de (Echeverría Garro, 2017), donde menciona que la densidad

actúa inversamente proporcional al porcentaje de PET que se le agrega, ya que la gravedad específica del agregado fino es mayor que la del PET; se verifica que coincide con los hallazgos encontrados en los resultados de densidad del presente proyecto de investigación.

Comparando nuestros resultados con el libro de (Gallegos y Casabonne, 2005) donde mencionan que los ladrillos de concreto deben poseer una mínima densidad y un mínimo contenido de cemento para evitar que al hidratarse químicamente se disminuya el volumen de la unidad al perder agua por evaporación. Se verifican los presentes resultados puesto que, al requerir el agua necesaria, los resultados fueron favorables y así se evitó la contracción de fraguado.

En la tesis de Alvarez y Bartolo (2020), se menciona que el aumento de densidad está ligada a sus propiedades de óptima geometría y mayor resistencia a la compresión pues al ser más compacto el ladrillo, sus moléculas están más juntas y va ser más difícil de separarlas al someterlas a compresión. Lo cual se verifica en nuestros resultados pues explica porque las muestras que tenían más PET eran menos densas, por ende, disminuyeron en la resistencia a la compresión.

La fortaleza de analizar estas dos últimas propiedades fue que al tener varias muestras se pudo proceder con el análisis de los resultados mediante pruebas estadísticas realizadas en SPSS.

- **Objetivo específico 3:** Determinar el efecto de los diferentes porcentajes de PET en la resistencia a la compresión en las unidades de albañilería, la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia al corte en muretes.

Para la  $f'b$ , se encontró que; según la norma E070, todas las unidades de albañilería, de los 4 diseños, llegaron a la resistencia para muro portante en la zona 4 (Lima), debido a las altas resistencias de los especímenes con PET en reemplazo del agregado fino, al encontrarse en el rango mayor a 180 kg/cm<sup>2</sup>.

Al hacer las comparaciones con el artículo de Acevedo y Posada (2018) se verificaron estos resultados pues todas sus probetas a los 28 días sobrepasaron el valor de 21 MPa y la resistencia a compresión por unidad  $f'_b$  del presente proyecto superó los 20 Mpa, verificando así que la sustitución parcial en volumen obtiene valores mayores que sustituyendo en peso, en cuanto a las resistencias mecánicas.

En la compresión axial ( $f'_m$ ) se determinó que las pilas cumplieron con la normativa E070 porque llegaron a más de 74 kg/cm<sup>2</sup> (requeridos por norma) de resistencia, siendo 116.92 kg/cm<sup>2</sup>, 105.28 kg/cm<sup>2</sup> y 100.10 kg/cm<sup>2</sup> (para las muestras con 3%, 9% y 12% de PET respectivamente) por lo cual se le puede dar uso para muros portantes. Además, se halló que la principal forma de falla fue por separación de frente superficial donde tuvo grietas verticales a lo largo de las pilas para los 4 diseños. Para ello se realizó la comparación con la investigación de Echeverría Garro (2017), la cual concuerda con los resultados del presente trabajo, debido a que en su estudio cumplen con la normativa brindando una resistencia de  $f'_m = 100.83$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'_m = 79.79$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'_m = 76.75$  kg/cm<sup>2</sup> de 3%, 6% y 9%, tomando como máxima disminución de 51.8kg/cm<sup>2</sup> o 73 40.3%. Por otro lado, los resultados de la presente investigación se analizaron usando la teoría de Gallegos y Casabonne (2005), donde mencionan que se presentan grietas verticales porque el mortero en el prisma cargado se somete a compresión triaxial y la unidad de albañilería se somete a compresión axial y tracción biaxial, lo cual guarda relación con la deformación del mortero con respecto al ladrillo común que opone una mayor resistencia que aquel. Además (Abanto Castillo, 2018), nos dice que esta propiedad es importante porque guarda relación directa con la resistencia a compresión por unidad ( $f'_b$ ). Lo cual explica el comportamiento de las muestras del presente trabajo.

En la resistencia a compresión diagonal ( $v'_m$ ) se encontró que los muretes superaron los 8 MPa permitidos según norma para uso en muros portantes, así como también se identificó que hubo fallas por corte ( a lo largo del mortero, horizontal y verticalmente); esto debido a que los planos de debilidad coinciden

con las juntas ya que el mortero Tipo P1 tuvo menor resistencia a la compresión que los ladrillos y fallas de tracción diagonal que se reflejó como una grieta diagonal que atravesó a ladrillos y mortero que se debió; según Abanto Castillo (2018), a que la juntas fueron muy buenas o la carga máxima restringió por fricción el deslizamiento de las juntas. Además, esta propiedad indica la reacción del muro ante los sismos, por ende, en un sismo real, las grietas pueden ocurrir a lo largo de ambas direcciones. Al hacer las comparaciones con los resultados de Alvarez y Bartolo, (2020), donde la resistencia a compresión diagonal (v'm) fue 8.1 kg/cm<sup>2</sup> para el murete patrón, 8.6 kg/cm<sup>2</sup>, 9.3 kg/cm<sup>2</sup> y 8.9 kg/cm<sup>2</sup> para los muretes con 27%, 32% y 37% de adición de PET respectivamente, lo cual; además de no tener un comportamiento normal, difiere con el presente proyecto de investigación pues se presentaron valores cercanos de resistencia; 8.6 kg/cm<sup>2</sup>, 8.4 kg/cm<sup>2</sup> y 8.1 kg/cm<sup>2</sup> con menor porcentaje de PET; 3%, 9% y 12% respectivamente, ello demuestra que la sustitución en volumen es más favorable con respecto a la sustitución en peso.

- **Objetivo específico 4:** Clasificar a las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de PET, para evaluarlas respectivamente.

Para este objetivo se encontró que los ladrillos se clasificaron en Tipo IV; según la norma E070, para ser usados en muros portantes y se clasificaron como Tipo 17, según la NTP 399.601, es decir que se le puede dar uso en lugares donde se demanda resistencia a la compresión moderada, al frío y la entrada de humedad; cabe decir que si los ladrillos se usan en zonas de frío y humedad se debería usar el cemento Tipo III pues este presenta un desarrollo acelerado de resistencia con un calor de hidratación elevado, así como el uso de aditivos incorporadores de aire si estuviera expuesto al congelamiento para el diseño de la mezcla.

Se hizo la comparación con la tesis de Montero Pretell y Salinas Marco (2020), en donde sus ladrillos con 5%, 10% y 15% de adición de PET se clasificaron como Tipo IV; según la norma E070 y Tipo 14 según la NTP 399.601. A lo cual se encontró que tuvo semejanzas en cuanto al Tipo IV y diferencias porque los



ladrillos del presente trabajo fueron del Tipo 17, es decir, estos últimos tuvieron un mejor comportamiento.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se concluye que la sustitución en volumen de agregado fino por PET no influye favorablemente sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto pues las propiedades físicas de absorción aumentaron, la densidad disminuyó y las resistencias mecánicas disminuyeron a medida que se le aumentaba el porcentaje de PET, sin embargo, estos valores superaron a la sustitución por peso tanto así que llegaron a cumplir para su uso en ladrillos para muros portantes.
- Se determinó que los resultados del efecto que tiene la sustitución en volumen de agregado fino por PET (0%, 3%, 9% y 12%), son favorables en el módulo de finura de los agregados globales ya que su gradación estuvo dentro de los límites máximos y mínimos para los tamices N°16, N°50 y N°100.
- Se concluye que la sustitución en volumen de agregado fino por PET influye desfavorablemente sobre las propiedades físicas de ladrillos de concreto. En cuanto a la variación dimensional y el alabeo posee una mejora por la disminución de estas propiedades, además que tuvieron variaciones mínimas, perteneciendo así para ser usado en muros portantes de tipo V. Sin embargo, para la densidad y absorción, influye negativamente en su mayoría por la forma geométrica de las partículas de PET y sus propiedades intrínsecas.
- Se concluye que la sustitución en volumen de agregado fino por PET influye de manera negativa en la propiedad mecánica de resistencia a compresión, pues actúa de manera inversamente proporcional a ella, debido a la forma de sus partículas y su baja densidad. Sin embargo, todas las muestras cumplieron con la normativa E070 donde la resistencia mínima para muros portantes debe ser 180 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la mayor la proporción con 3% de

PET (217.16 kg/cm<sup>2</sup>). La resistencia axial en pilas tuvo resultados favorables, de 121.18 kg/cm<sup>2</sup>, 116.92 kg/cm<sup>2</sup>, 105.28 kg/cm<sup>2</sup> y 100.10 kg/cm<sup>2</sup> en los porcentajes de 0%, 3%, 9% y 12% de PET, cumpliéndose así con la normativa E.070 y destacándose el modo de falla separación de frente superficial. Finalmente, en cuanto a la resistencia de compresión diagonal llegaron a los resultados 10.3 kg/cm<sup>2</sup>, 8.6 kg/cm<sup>2</sup>, 8.4 kg/cm<sup>2</sup> y 8.1 kg/cm<sup>2</sup> para los porcentajes con adición de 0%, 3%, 9% y 12% de PET respectivamente, cumpliendo con la norma E070 para usarse estructuralmente en muros portantes. Se destacó principalmente la falla por corte.

- La clasificación final que se le dio a las unidades de albañilería fue en base a las propiedades que se ensayaron en las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de PET, fue de Tipo IV; según la norma E 070 y se pueden utilizar para muros no portantes en la zona 4. Asimismo, según la NTP se clasifica como Tipo 17 pudiéndose emplear en lugares donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción de frío y de la penetración de la humedad.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios más profundos del campo de análisis e investigaciones en cuanto a la variación del módulo de finura analizando la influencia de diversos tamaños de diámetros del tereftalato de polietileno en los agregados mixtos.
- Se recomienda el uso de mesas vibratoras para la elaboración de unidades de albañilería, para establecer si se podrá dar una mejoría al momento de compactar las muestras al no crearse tantos vacíos y se mejoren las propiedades físicas de absorción y densidad.
- En cuanto a las resistencias mecánicas, se recomienda realizar ensayos a las muestras de control a los 4 primeros días para verificar si estas llegan a una resistencia adecuada; como mínimo de 70%, ya que de la muestra patrón dependen los ensayos de ladrillos con PET, con la finalidad de no desperdiciar material y ahorrar tiempo en el proceso de ensayos.
- Se recomienda para las próximas investigaciones determinar el estudio de las propiedades térmicas y acústicas de las unidades de albañilería utilizando el PET con porcentajes menores y así lograr una eficiente clasificación.

## REFERENCIAS

ABANTO, Tomás. Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. 2 ed. Lima: San Marcos E.I.R.L., 2017. 373 pp.

ISBN: 9786123154103

ACEVEDO, Ana y POSADA, Juan. Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. [en línea]. Enero-Junio 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2021].

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v18n34/1692-3324-rium-18-34-45.pdf>

ISSN: 2248-4094

AGUIRRE, Mauricio y RODRÍGUEZ, Sebastián. Diseño y construcción de un módulo de viviendas con botellas recicladas. Trabajo de grado (Tecnólogo Mecánico). Colombia: Universidad Tecnología de Pereira, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6418>

ALVAREZ, Jose y BARTOLO, Jhenyfer. Propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tereftalato de polietileno para el diseño de viviendas unifamiliares en Ate-Huaycán. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55877>

ALVAREZ, Aldo. Clasificación de las investigaciones. Tesis (Título Profesional de Ciencias Empresariales). Lima: Universidad de Lima, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 29 Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate. Pensilvania: 2016. 6 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 33 Standard Specification for Aggregates for Concrete. Pensilvania: 2003. 15 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 90 Standard specification for loading concrete masonry units. Pensilvania: 2016. 9 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 94 Standard specifications for ready-mixed concrete. Pensilvania: 2003. 15 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 125 Standard Terminology Relating To Concrete And Concrete Aggregates. Pensilvania: 2007. 5 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 127 Density, Relative Density (Specific Gravity) and Coarse Aggregate Absorption. Pensilvania: 2007. 14 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 128 Standard Test Method for Specific Gravity and Fine Aggregate Absorption. Pensilvania: 2007. 8 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 140 Standard Test Methods For Sampling And Testing Concrete Masonry Units And Related Units. Pensilvania: 2016. 24 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 143. Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. Pensilvania: 2020. 14 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 150 Portland cement specification standard. Pensilvania: 2012. 18 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 702. (s.f.). Standard Practice for Reduction of Aggregate Samples to Size Test. Pensilvania: 2011. 5 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 1314. (Estados Unidos de América). Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms Compressive Strength of Masonry. Pensilvania: 2018. 10 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM C 1532. Standard Practice for Selection, Removal, and Shipment of Manufactured Masonry Units and Masonry Specimens from Existing Construction. Pensilvania: 2019. 4 pp.

AMERICAN Society for Testing Materials. (Estados Unidos de América). ASTM D75. (s.f.). Standard for Aggregate Sampling. Pensilvania: 2014. 8 pp.

ARRIETA, Javier, PEÑAHERRERA, Enrique. Fabricación de bloque de concreto con una mesa vibradora. Programa Científico PC - CISMID. Trabajo de investigación (Programa Científico). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2001.

Disponible en: <http://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf>

AVILÉS, Néstor y CARRASCO, Roly. Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material PET según E070 respecto al ladrillo artesanal en el distrito de Sullana-Piura 2020. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55628>

MECHANICAL and Durability Assessment of Recycled Waste Plastic (Resin8 & PET) Eco-Aggregate Concrete por Babafemi John Adewumi [et al]. *Sustainability* [en línea]. Mayo 2022. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su14095725>

BENAVIDEZ, Diana y BENAVIDEZ, Claudia. Caracterización de ladrillo de concreto con cal hidratada y plásrico Pet reciclado. *Revista Ciencia Nor@ndina* [en línea]. Agosto 2021. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/view/14/17>

ISSN: 2707-9848

CABALLERO, Alejandro. Metodología integral innovadora para planes y tesis. [en línea]. México: 2014. [Fecha de consulta: 1 de Mayo 2021]

Disponible en:

[https://www.academia.edu/34339287/Metodolog%C3%ADa\\_integral\\_innovadora\\_para\\_planes\\_y\\_tesis\\_LA\\_METODOLOG%C3%8DA\\_DEL\\_C%C3%93MO\\_FORMULARLOS](https://www.academia.edu/34339287/Metodolog%C3%ADa_integral_innovadora_para_planes_y_tesis_LA_METODOLOG%C3%8DA_DEL_C%C3%93MO_FORMULARLOS)

ISBN: 9786075191829

CABALLERO, Brayan y Florez Orlando. Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Colombia:

Universidad de Cartajena, 2016.

Disponible en:

<https://repositorio.unicartajena.edu.co/bitstream/handle/11227/4404/documento%20final%20tesis%20de%20grado.pdf?bitstreamId=ccb9cd04-c4bd-40bb-93a4-43a141c2b110&locale-attribute=en>

CONCRETE Incorporated with optimum Percentages of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle Fiber por Shahidan S. [et al]. *International Journal of Integrated Engineering* [en línea]. Vol.10, n.º1. 9 Enero 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/ijie/article/download/1755/1333>

COMINGSTARFUL, Marthong y SHEMBIANG, Marthong. An experimental study on the effect of PET fibers on the behavior of exterior RC beam-column connection subjected to reversed cyclic loading. *Structures* [en línea]. 5 Febrero 2016. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352012415001307>

DI MARCO, Raúl y LEÓN Hugo. Ladrillos con adición de PET. *Internacional de Investigación en Ciencias Económicas* [en línea]. Septiembre 2017. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/5sim/39D.pdf>

DINESH, Y., y HANUMANTHA, Rao. Strength Characteristics of fibre reinforced concrete using recycled PET. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* [en línea]. 8 April 2017. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/317018379\\_Strength\\_characteristics\\_of\\_fibre\\_reinforced\\_concrete\\_using\\_recycled\\_PET](https://www.researchgate.net/publication/317018379_Strength_characteristics_of_fibre_reinforced_concrete_using_recycled_PET)

DISEÑO de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado por Pastor Castillo Ayrton [et al]. Informe Final (Asignatura de proyectos). Piura: Universidad de Piura, 2015.

Disponible en:

<https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2343/5.%20PYT%2C%20Informe%20Final%2C%20Cemento%20y%20PI%2C%20A1stico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DURABILITY studies on polyethylene terephthalate (PET) fibre reinforced concrete por Krishnamoorthy M [et al]. *International Journal of Civil Engineering and*



*Technology (IJCIET)* [en línea]. Vol 8. 10 Octubre 2017. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Krishnaraja-Ramasamy-2/publication/320827100\\_Durability\\_studies\\_on\\_polyethylene\\_terephthalate\\_pet\\_fibre\\_reinforced\\_concrete/links/59fc1a96458515d070628406/Durability-studies-on-polyethylene-terephthalate-pet-fibre-rein](https://www.researchgate.net/profile/Krishnaraja-Ramasamy-2/publication/320827100_Durability_studies_on_polyethylene_terephthalate_pet_fibre_reinforced_concrete/links/59fc1a96458515d070628406/Durability-studies-on-polyethylene-terephthalate-pet-fibre-rein)

[ISSN: 0976-6316](#)

ECHEVARRÍA, Evelyn. Ladrillo de concreto con plásticos PET reciclado. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1501>

EFFECT of recycled polypropylene fiber on high strength concrete and normal strength concrete properties por Branci Taieb. *Advances in Materials Research* [en línea]. Vol 10, n.º 4. 25 Octubre, 2021, [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en :

[https://www.researchgate.net/publication/356924709\\_Effect\\_of\\_recycled\\_polypropylene\\_fiber\\_on\\_high\\_strength\\_concrete\\_and\\_normal\\_strength\\_concrete\\_properties](https://www.researchgate.net/publication/356924709_Effect_of_recycled_polypropylene_fiber_on_high_strength_concrete_and_normal_strength_concrete_properties)

EFFECTS of Waste Plastic PET Fibers on The Fresh and Hardened of Normal Concrete por Allawi, Ali [et al]. *Iraqi Journal of Civil Engineering* [en línea]. 23 Junio 2021. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/352694160\\_Effects\\_of\\_Waste\\_Plastic\\_PET\\_Fibers\\_on\\_The\\_Fresh\\_and\\_Hardened\\_of\\_Normal\\_Concrete](https://www.researchgate.net/publication/352694160_Effects_of_Waste_Plastic_PET_Fibers_on_The_Fresh_and_Hardened_of_Normal_Concrete)

FLORES, Natalia. Influencia de la dosificación en las características físico - mecánica de la unidad de ladrillo fabricados con productos plásticos reciclados 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25281>

FRATERNALI, Fernando, SPADEA, Saverio y BERARDI, Valentino. Effects of recycled PET fibres on the mechanical properties and seawater curing of Portland cement-based concretes. *Construction and Building Materials* [en línea]. Marzo 2014. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://www.fernandofraternaliresearch.com/publications/CONBUILD\\_2014.pdf](https://www.fernandofraternaliresearch.com/publications/CONBUILD_2014.pdf)

GAGGINO, Rosa. Diseño experimental de elementos constructivos utilizando materiales reciclados, para viviendas de interés social síntesis de tesis doctoral. *Publicación Presum* [en línea]. 5 Noviembre 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pensu/article/view/26301>

ISSN: 2469-0724

GALLEGOS, Héctor y CASABONNE, Carlos. Albañilería estructural [en línea]. 3.<sup>a</sup> ed. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica, 2005. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://dokumen.tips/documents/albanileria-estructural-3ed-hector-gallegos-carlos-casabonne-560c1b48232fb.html?page=1>

ISBN: 9972427544

GORDILLO, Cleber. Evaluación de la resistencia a compresión de ladrillos ecológicos con aplicación de tereftalato de polietileno, Moyobamba, 2020. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Moyobamba: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51485>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, y BAPTISTA, Maria. Metodología de la investigación [en línea]. 6.<sup>ta</sup> ed. México: Interamericana Editores, S.A. 2014 [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ISBN: 9781456223960

INVESTIGATION on the properties of concrete with recycled polyethylene terephthalate (PET) granules as fine aggregate replacement por Mohammad Eyni Kangavar [et al]. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. 6 Febrero 2022. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522000663>

JAHIDUL, Islam y SHAHJALAL, Md. Effect of polypropylene plastic on concrete properties as a partial replacement of stone and brick aggregate. *Case studies in construction materials* [en línea]. 17 Julio 2021. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S221450952100142X?token=BB54ADD4A9D725A89D23D02BE77196632B4D5532FB6BE48C8A4CD72F3E55CC3B5A93D5E192A194DFA48A2E694CDAAE9D&originRegion=us-east1&originCreation=20220629022314>

LADRILLOS de PET reciclado. Modificaciones para la renovación del certificado de aptitud técnica según la normativa actual por Gaggino Rosa [et al.]. [en línea] Argentina: 2018. [Fecha de consulta: 21 de mayo 2021].

Disponible en: <https://docplayer.es/136111809-Ladrillos-de-pet-reciclado-modificaciones-para-la-renovacion-del-certificado-de-aptitud-tecnica-segun-la-normativa-actual.html>

ISBN: 9789872987312

MACEDO, Yeltsin. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal adicionando aserrín, Huaraz, 2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50103>

MOLINA, Schirley, VIZCAINO, Adriana y RAMÍREZ, Freddy. Estudio de las características Físico-Mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en

el municipio de Acacías. Trabajo de grado (Título Profesional de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad de la Salle, 2007.

Disponible en:

[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1283&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1283&context=ing_civil)

MANO, Joao. Propiedades térmicas de los polímeros en la enseñanza de la ciencia de materiales e ingeniería – estudios dsc sobre poli (tereftalato de etileno). *Journal of Materials Education* [en línea]. Vol 25, n.º 4-6. 30 Mayo 2014 . [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/237031437\\_Propiedades\\_termicas\\_de\\_los\\_polimeros\\_en\\_la\\_ensenanza\\_de\\_la\\_ciencia\\_de\\_materiales\\_e\\_Ingenieria\\_Estudios\\_DSC\\_sobre\\_Poli\\_tereftalato\\_de\\_Etileno](https://www.researchgate.net/publication/237031437_Propiedades_termicas_de_los_polimeros_en_la_ensenanza_de_la_ciencia_de_materiales_e_Ingenieria_Estudios_DSC_sobre_Poli_tereftalato_de_Etileno)

ISSN: 0738-7989

MANUAL de producción y aplicación del ladrillo de PET por Horacio Berreta [et al.]. [en línea]. Argentina: 2006. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://books.google.com.ar/books?id=Q2eUs7KQyfgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_atb#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ar/books?id=Q2eUs7KQyfgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 9789875840676

MONTERO, Pretell, y SALINAS, Anyelo. Efecto de la fibra de plástico reciclado (PET) sobre la resistencia a compresión y absorción del ladrillo de concreto, Trujillo-2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2020

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46116>

MOYA, Juan, CEVALLOS, Esteban y ENDARA, Erick. La construcción sostenible a partir del empleo de ladrillos tipo PET. *Revista Ingenio* [en línea]. 2 Septiembre 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1632/1802>

MUSHTAQ, Aneesa, AHMAD, Juned, y KHAN, Saman. Hardened properties of polyethylene terephthalate based concrete. *International Journal of Civil, Structural, Environmental* [en línea]. Vol 7. Diciembre 2017. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://www.academia.edu/35627516/HARDENED\\_PROPERTIES\\_OF\\_POLYETHYLENE\\_TEREPHTHALATE\\_BASED\\_CONCRETE](https://www.academia.edu/35627516/HARDENED_PROPERTIES_OF_POLYETHYLENE_TEREPHTHALATE_BASED_CONCRETE)

ISSN: 2249-7978

REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). Norma Técnica E070 Albañilería. Lima: 2018. 56 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 334.009. Cemento Portland. Requisitos. Lima: 2013. 29 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 339.035. Hormigón (concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: 2009. 13 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 339.088. Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: 2019. 15 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 399.601. Unidades de albañilería. Ladrillos de concreto. Requisitos. 2.<sup>a</sup> ed. Lima: 2015. 15 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 399.604. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima: 2002. 20 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 399.605. Unidades de albañilería. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. 2.<sup>a</sup> ed. Lima: 2013. 23 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 399.607. Unidades de albañilería. Agregados para mortero de albañilería. Requisitos. 2.<sup>a</sup> ed. Lima: 2018. 12 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 399.610. Unidades de albañilería. Especificación normalizada para morteros. Lima: 2013. 17 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 399.613. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: 2005. 39 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 399.621. Unidades de albañilería. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. Lima: 2015. 14 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 400.011. Agregados. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). 3.<sup>a</sup> ed. Lima: 2013. 16 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 400.012. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: 2013. 18 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 400.017. Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: 2016. 18 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 400.021. Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: 2018. 25 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 400.022. Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: 2013. 25 pp.

INDECOPI (Perú). NTP 400.037. Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. 4.<sup>a</sup> ed. Lima: 2018. 26 pp.

ORTIZ, Enmanuel, CRISTANCHO, Daniel y AVELLANEDA, Brayan. Análisis comparativo del desempeño de los ladrillos tradicionales frente a ladrillos pet.

*Publicación Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo* [en línea]. Vol 11, n.º 1. 16 Octubre 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<http://revistas.unitecnar.edu.co/index.php/sth/article/download/36/95/>

PERFORMANCE of composite sand cement brick containing recycle concrete aggregate and waste polyethylene terephthalate with different mix design ratio por Azmi N B [et al]. *Earth and Environmental Science* [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/140/1/012129/pdf>

PIÑEROS, Miller y Herrera, Rafael. Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda. Trabajo de grado (Especialización en gerencia de obras). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22382/1/TESIS%20BLOQUE%20PET.pdf>

POLO, Rolando. *Materiales de construcción*. Lima: Megabyt S.A.C, 2016. 639 pp. ISBN: 9786124179631

QUASI-STATIC and dynamic tensile properties of large-rupture-strain (LRS) polyethylene terephthalate fiber bundle por Bai Yu-Lei [et al]. *Construction and Building Materials* [en línea]. 12 Octubre 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819326935>

RISCO, Pierina. Propiedades físico mecánico de ladrillos fabricados con residuos plásticos y material agregado, Chiclayo. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29130>

SANABRIA, Madelein. Evaluación de las propiedades físicos-mecánicas del concreto convencional reemplazando agregado grueso con polietileno de tereftalato en distintas proporciones. Documento final de grado (Título Profesional de Ingeniero Civil. Colombia : Universidad Santo Tomás, 2020.

Disponible en:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21961/2020madeleinsanabria.pdf?sequence=6>

SÁNCHEZ, Cristian, PEÑA, Jarithza y RICO, Leonardo. Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) Reciclado en la Ingeniería Civil. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, 2018.

Disponible en:

[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/4232/1/2018\\_identificacion\\_usos\\_actuales.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/4232/1/2018_identificacion_usos_actuales.pdf)

SEDANO, Mabely. Incorporación del Polietileno Tereftalato y sus efectos en las propiedades Físicas-Mecánicas en las unidades de albañilería de concreto. Tesis (Título Profesional de Ingeniera Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2019.

Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1305>

SOURAV, B, SEHGAL, Sugam, y MALHOTRA, Sameer. Study of polyethylene terephthalate (PET) plastic bottles in threaded form as micro level reinforcement in fly ash concrete. *Global Journal of Engineering Science and Researches* [en línea]. Julio 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/329801469\\_STUDY\\_OF\\_POLYETHYLENE\\_TEREPHTHALATE\\_PET\\_PLASTIC\\_BOTTLES\\_IN\\_THREADED\\_FORM\\_AS\\_MICRO\\_LEVEL\\_REINFORCEMENT\\_IN\\_FLY\\_ASH\\_CONCRETE](https://www.researchgate.net/publication/329801469_STUDY_OF_POLYETHYLENE_TEREPHTHALATE_PET_PLASTIC_BOTTLES_IN_THREADED_FORM_AS_MICRO_LEVEL_REINFORCEMENT_IN_FLY_ASH_CONCRETE)

ISSN: 2348 – 8034



SUASNAVAS, Darwin. Degradación de materiales plásticos “PET” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión. Monografía (Título de Licenciado en Ciencias Químicas con Mención en Química Analítica). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13224>

SULYMAN, M, HAPONIUK, J, y FORMELA, K. Utilization of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) in Engineering Materials: A Review. *International Journal of Environmental Science and Development* [en línea]. Vol 7, n.º2. Febrero 2016. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://www.ijesd.org/vol7/749-A707.pdf>

THE mechanical properties of brick containing recycled concrete aggregate and polyethylene terephthalate waste as sand replacement por Khalid Faisal Sheikh [et al]. [en línea], 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/09/e3sconf\\_cenviron2018\\_01001.pdf](https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/09/e3sconf_cenviron2018_01001.pdf)

TINEO, Maria. Implementación del aprovechamiento de los residuos sólidos plásticos para la elaboración de ladrillos ecológicos en la obra Olavegoya – Lima, 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Callao: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47011>

USE of polyethylene terephthalate in concrete-a brief review por Vishnu A [et al]. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* [en línea]. Vol 8. Julio 2017. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal\\_uploads/IJCIET/VOLUME\\_8\\_ISSUE\\_7/IJCIET\\_08\\_07\\_125.pdf](https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_8_ISSUE_7/IJCIET_08_07_125.pdf)

ISSN: 0976-6316

UTILIZING waste plastic polypropylene and polyethylene terephthalate as alternative aggregates to produce lightweight concrete: a review por Ibrahim Hakeem Alfahdawi [et al]. *Journal of Engineering Science and Technology* [en línea]. Vol 11, n.º 8. Agosto 2016. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/305904606\\_Utilizing\\_waste\\_plastic\\_polypropylene\\_and\\_polyethylene\\_terephthalate\\_as\\_alternative\\_aggregates\\_to\\_produce\\_lightweight\\_concrete\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/305904606_Utilizing_waste_plastic_polypropylene_and_polyethylene_terephthalate_as_alternative_aggregates_to_produce_lightweight_concrete_A_review)

VÁSQUEZ, War. Metodología de la investigación. [en línea]. Perú: 2020 [fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://docplayer.es/187143383-Metodologia-de-la-investigacion.html>

VIVAS, Natalia. Incorporation of waste polyethylene terephthalate (PET) into concrete using statistical mixture design. Tesis (Maestro de Ingeniería). Canadá: Memorial University of Newfoundland, 2018.

Disponible en: <https://research.library.mun.ca/13177/1/thesis.pdf>

WESAM, Salah, VIVEKKA, Olivia, y MUHAMMAD, Ali. Mechanical and Thermal Properties of Interlocking Bricks Utilizing Wasted Polyethylene Terephthalate. *International Journal of Concrete Structures and Materials* [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponible en:

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s40069-020-00399-9.pdf>

ISSN: 2234-1315

YILMAZ, Arin. Mechanical and durability properties of cement mortar containing waste pet aggregate and natural zeolite. *Publicación Ceramics-Silikáty* [en línea]. 8 Noviembre 2020. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2022].

Disponibile en:

<https://dspace.balikesir.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12462/12052/arinyilmaz2.pdf?sequence=1>

## ANEXOS

### Anexo 1: Datos técnicos del Polietileno Tereftalato (PET)

<b>DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO - TEREFTALATO (PET)</b>		
<b>PROPIEDADES MÉCANICAS</b>		
Peso Específico	134	g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la Tracción	825	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la Flexión	1450	Kg/cm <sup>2</sup>
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de Elasticidad (Tracción)	28550	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al Descaste por Roca	MUY BUENA	
Absorción de humedad	0.25	%
<b>PROPIEDADES TÉRMICAS</b>		
Temperatura de Fusión	255	°C
Conductividad Térmica	Baja	
Temperatura de Deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de Ablandamiento de Vicat	175	°C
	mm por	
Coeficiente de Dilatación Lineal de 23 a 100° c	0.00008	°C
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b>		
Resistencia a álcalis débiles a temperatura ambiental	Buena	
Resistencia de ácidos débiles a temperatura ambiente	Buena	
	Arde con mediana	
Comportamiento a la combustión	Dificultad	
Propagación de llama	Mantienen la llama	
Comportamiento al Quemado	gotea	

**Anexo 2:** Tamizaje para la granulometría

AGREGADOS	TAMICES NORMALIZADOS
FINO	150 µm (N.º 100)
	300 µm (N.º 50)
	600 µm (N.º 30)
	1.18 mm (N.º 16)
	2.36 mm (N.º 8)
	4.75 mm (N.º 4)
GRUESO	9.50 mm (3/8)
	12.5 mm (1/2)
	19.0 mm (3/4)
	25.0 mm (3/8)
	37.5 mm (1 1/2)
	50.0 mm (2)
	63.0 mm (2 1/2)
	75.0 mm (3)
	90.0 mm (3 1/2)
	100.0 mm (4)

**Anexo 3:** Limitaciones para fines estructurales de unidades de albañilería.

Tipo	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante para edificios de más de 4 pisos	Muro portante para edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante para todo edificio
Sólido artesanal *	No	Si, hasta 2 pisos	Si
Sólido industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si	Si	Si
	Celdas rellenas con grout en su totalidad	Celdas rellenas parcialmente con grout	Celdas rellenas parcialmente con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

#### Anexo 4: Métodos para determinar f'm y v'm

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MÁS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
f'm	A	A	A	B	B	A	B	B	B
v'm	A	A	A	B	A	A	B	B	A

#### Anexo 5: Asentamientos para el diseño de mezclas

Consistencia	Asentamiento
<b>Seca</b>	<b>0" (0mm) a 2" (50mm)</b>
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

#### Anexo 6: Volumen unitario de agua (cantidades de agua para diferentes Slump)

Tamaño máximo del agregado								
Slump	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	199	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
% Aire incorporado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-
% de Aire incorporado en función del grado de exposición								
1" a 2"	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
3" a 4"	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
6" a 7"	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

**Anexo 7: Relación agua-cemento f'c**

Relación Agua/Cemento vs f'c		
f'c a 28 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación Agua/Cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.42	-
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

**Anexo 8: Volumen del agregado grueso, seco y compactado**

Tamaño máximo nominal del agregado	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

**Anexo 9:** Matriz de consistencia.

“INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN EN VOLUMEN DE AGREGADO FINO POR PET SOBRE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DE CONCRETO LIMA-2022”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD MÉTRICA	DISEÑO METODOLÓGICO
¿Cómo influye la sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto?	Evaluar la influencia de la sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.	La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye positivamente sobre las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.	Sustitución por Polietileno Tereftalato	Dosificación	Peso	(gr)	<b>Método</b>
					Volumen	(cm <sup>3</sup> )	Científico
					Porcentaje a agregar	(%)	<b>Enfoque</b>
				Propiedades físicas	Densidad	(gr/cm <sup>3</sup> )	Cuantitativo
					Pesos unitarios	(gr/cm <sup>3</sup> )	<b>Tipo</b>
					Absorción	(%)	Aplicada
				Propiedades mecánicas	Resistencia a la tracción	(gr)	<b>Nivel</b>
					Módulo de finura	(adimensional)	Nivel III, Predictivo
							<b>Diseño</b>
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDAD MÉTRICA</b>	Experimental
¿Qué efecto tiene la sustitución en volumen de agregado fino por PET en el módulo de finura de los agregados globales?	Determinar el efecto que tiene la sustitución en volumen de agregado fino por PET en el módulo de finura de los agregados globales.	La sustitución en volumen de agregado fino por PET tiene efectos favorables en el módulo de finura de los agregados globales	Propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión, en unidad y pila	(gr/cm <sup>2</sup> )	<b>Población</b>
					Resistencia a compresión diagonal en muretes	(kg/cm <sup>2</sup> )	<b>Criterio de selección inclusivo</b>
							Los ladrillos de concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con PET al 0%, 3%, 9% y 12%
							<b>Muestreo no probabilístico por conveniencia</b>
							<b>Muestra: 674 unidades de albañilería</b>



¿Cómo influye la sustitución en volumen de agregado fino por PET en las propiedades físicas de ladrillos de concreto?	Evaluar la influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET en las propiedades físicas de ladrillos de concreto	La sustitución en volumen de agregado fino por PET influye favorablemente sobre las propiedades físicas de ladrillos de concreto.	Propiedades físicas	Absorción	(%)	Densidad, Absorción, Variación dimensional y Alabeo: 12 Unidades de albañilería Resistencia a la compresión: 24 Unidades de albañilería Resistencia a compresión axial en pilas: 120 Unidades de albañilería Resistencia a compresión diagonal: 432 Unidades de albañilería
				Densidad	(gr/cm <sup>3</sup> )	
				Variación dimensional	(mm)	
				Alabeo	(mm)	
¿Cuál es el efecto de los diferentes porcentajes de PET en la resistencia a la compresión en las unidades de albañilería, la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia al corte en muretes?	Determinar el efecto de los diferentes porcentajes de PET en la resistencia a la compresión en las unidades de albañilería, la resistencia a compresión axial en pilas y la resistencia al corte en muretes.	El efecto de los diferentes porcentajes de Polietileno Tereftalato en la unidad de albañilería de concreto, es el incremento de su resistencia a la compresión por unidad, de la resistencia a compresión axial en pilas y resistencia al corte en muretes.	Dosificaciones	Agregados Finos	(gr)	<b>Técnicas</b> Análisis documental. Experimentación. Observación. <b>Instrumentos</b> Formatos para ensayos. Notas de campo.
				Agregado Grueso	(gr)	
				PET	(gr)	
¿Cuál es la clasificación que se le da a la unidad de albañilería de concreto según los diferentes porcentajes de PET?	Clasificar a las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de Polietileno	La clasificación para las unidades de albañilería de concreto con diferentes porcentajes de PET, pertenece al tipo IV; según las normativas		Cemento	(gr)	

	Tereftalato, para evaluarlas respectivamente	NTE.070 y al tipo 17; según la NTP 399.601, para ser utilizados en muros portantes.			Agua	(ml)	Fichas de Recolección de datos.
--	--	---	--	--	------	------	---------------------------------

**Anexo 10:** Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Sustitución por Polietileno Tereftalato	El Polietileno Tereftalato (PET) es un polímero termoplástico, producido por la polimerización del etilenglicol con ácido tereftálico. Forma parte de la familia de los poliésteres, puede ser amorfo o parcialmente cristalizado dependiendo de la velocidad de enfriamiento después del conformado (Suasnavas Flores, 2017).	Para determinar los requisitos para la sustitución del porcentaje en volumen de Polietileno Tereftalato se utilizará como referencia los parámetros establecidos por las normas NTP 400.037 y ASTM C-33	Dosificación	Peso	RAZÓN
				Volumen	
				Porcentaje a agregar	
			Propiedades físicas	Densidad	
				Pesos unitarios	
				Absorción	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la tracción	
Módulo de finura					
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto.	Según Patricio, Macedo. (2019), las propiedades físicas se manifiestan ante cualquier efecto de calor, luz o electricidad, mientras que las mecánicas se manifiestan cuando se aplica una fuerza ante un elemento sólido.	Para determinar las propiedades físico mecánicas de los ladrillos de concreto se procederá con las pruebas de resistencia a la compresión y corte, densidad absorción, variación dimensional y alabeo usando las normas E.070, NTP 399.604, NTP 399.605 y NTP 399.621.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión, en unidad	RAZÓN
				Resistencia a la compresión axial en pila	
				Resistencia al corte murete	
			Propiedades físicas	Densidad	
				Absorción	
				Variación dimensional	
				Alabeo	
			Dosificaciones	Agregados Finos	
				Agregado Grueso	
				PET	
Cemento					
	Agua				

## Anexo 11: Características del agregado fino



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Características del agregado fino
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

AGREGADO FINO	Unidad
Peso específico de masa	2.65 g/cc
Peso específico de masa saturada con superficie seca	2.70 g/cc
peso específico aparente	2.78 g/cc
peso unitario suelto seco	1.329 g/cm3
peso unitario seco compactado	1.520 g/cm3
Contenido de humedad	2.91%
Absorción	1.83%
Módulo de finura	2.9

### Rangos de calificación

Rangos	Calificación
0 - 90%	Muy alta
0 - 70%	Alta
0 - 60%	Medio
0 - 50%	Baja
0 - 40 %	Muy baja

### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

## Anexo 12: Características del agregado grueso



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Características del agregado grueso
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)	Unidad
Peso específico de masa	2.65 g/cc
Peso específico de masa saturada con superficie seca	2.68 g/cc
Peso específico aparente	2.72g/cc
Peso unitario suelto seco	0.429 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado	0.533 g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad	0.19%
Absorción	0.90%
Módulo de finura	5.79

### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

### Anexo 13: Características del PET






**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

#### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Características del PET
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

PET (TEREFTALATO POLIETILENO)	Unidad
Peso específico de masa	0.9 g/cc
Peso unitario suelto seco	0.357 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto compactado	0.471 g/cm <sup>3</sup>
Módulo de finura	5.13

#### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 14:** Ficha de recolección de datos de la granulometría del agregado fino

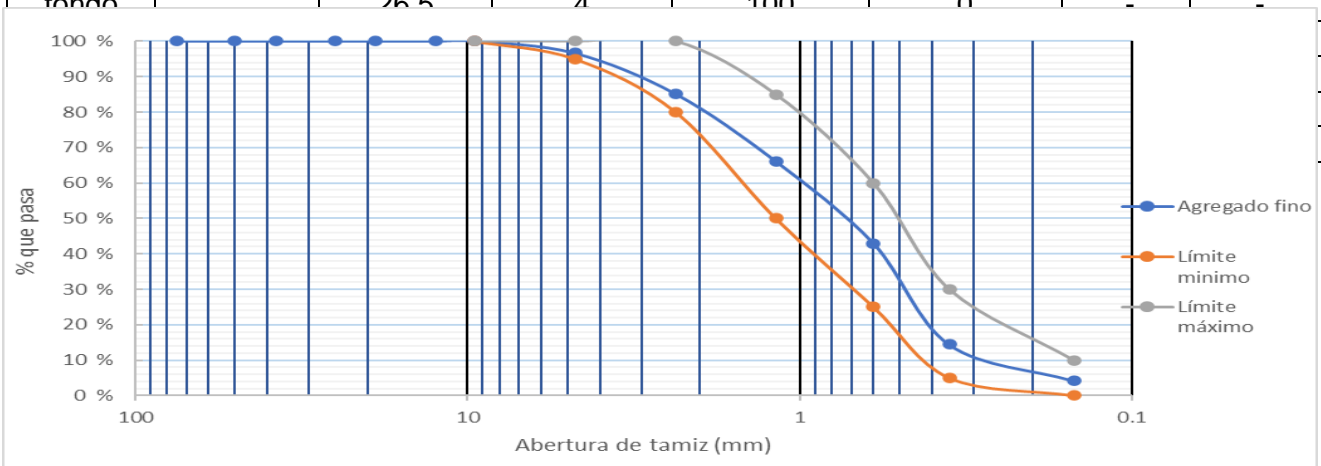


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	“Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022”
ENSAYO	Granulometría del agregado fino NTP 400.037 Y ASTM C 33-03
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	Porcentaje que pasa	Requisito de % que pasa NTP 400.037	
3"	75	0	0	0	100	-	-
2"	50	0	0	0	100	-	-
1 ½"	37.5	0	0	0	100	-	-
1"	25	0	0	0	100	-	-
¾"	19	0	0	0	100	-	-
½"	12.5	0	0	0	100	-	-
3/8"	9.525	0	0	0	100	100	100
4	4.75	21.3	3	3	97	95	100
8	2.36	72.4	12	15	85	80	100
16	1.18	119.3	19	34	66	50	85
30	0.6	145.6	23	57	43	25	60
50	0.355	179.7	29	86	14	5	30
100	0.15	64.3	10	96	4	0	10
fondo		265	4	100	0	-	-



**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

## Anexo 15: Contenido de humedad del agregado fino



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Contenido de Humedad ASTM C 566-19
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

Unidades	Descripción	Datos
g	Peso del suelo húmedo	618.6
g	Peso de suelo seco	601.1
%	<b>Contenido de humedad</b>	<b>2.91</b>

### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	



**Anexo 16: Peso específico y absorción del agregado fino.**






**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C**

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Gravedad específica del agregado fino ASTM C 128-15
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

N.º	Descripción	Unidades	Datos
1	<b>Peso específico de la masa</b>	<b>g/cc</b>	<b>2.65</b>
2	Peso específico saturado superficie seca S.S.S.	g/cc	2.70
3	Peso específico aparente	g/cc	2.78
4	<b>Porcentaje de absorción</b>	<b>%</b>	<b>1.83</b>

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 17: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C**

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Peso unitario suelto y compactado del agregado fino ASTM C 29/C29-17a
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

**PESO UNITARIO SUELTO**

N.º	Peso de la muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	5.39	3.75	1325
2	5.41	3.77	1332
<b>Promedio</b>			<b>1329</b>
Peso unitario suelto kg/cm <sup>3</sup>			1329
<b>Vacíos %</b>			<b>49.7</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

N.º	Peso de la muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	5.79	4.15	1515
2	5.82	4.18	1526
<b>Promedio</b>			<b>1520</b>
Peso unitario suelto kg/cm <sup>3</sup>			1520
<b>Vacíos %</b>			<b>42.5</b>

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

## Anexo 18: Ficha de recolección de datos de la granulometría del agregado grueso

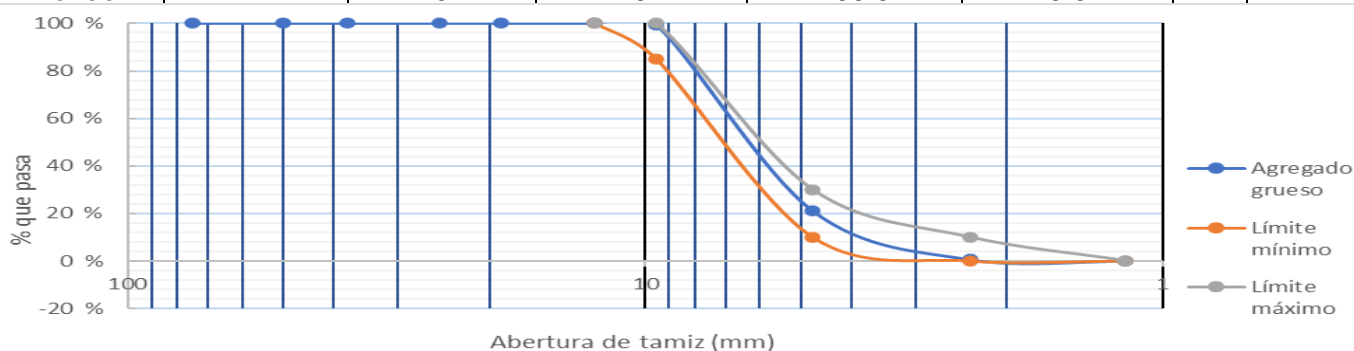


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Granulometría del agregado grueso NTP 400.012 Y ASTM C 33-03
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	Porcentaje que pasa	Requisito de % que pasa NTP 400.037 (HUSO 8)	
3"	75	0	0	0	100	-	-
2"	50	0	0	0.0	100.0	-	-
1 ½"	37.5	0	0	0.0	100.0	-	-
1"	25	0	0	0.0	100.0	-	-
¾"	19	0	0	0.0	100.0	-	-
½"	12.5	0	0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.525	8.4	1	0.5	99.5	85	100
4	4.75	1242.7	78	78.8	21.2	10	30
8	2.36	325.7	21	99.3	0.7	0	10
16	1.18	10.9	1	100.0	0.0	0	0
30	0.6	0	0	100.0	0.0	0	0
50	0.355	0	0	100.0	0.0	0	0
100	0.15	0	0	100.0	0.0	0	10
200	0.074	0	0	100.0	0.0	0	0
fondo		0	0	100.0	0.0	-	-



### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

## Anexo 19: Contenido de humedad del agregado grueso



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Contenido de Humedad ASTM C 566-19
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

Unidades	Descripción	Datos
g	Peso del suelo húmedo	1030.1
g	Peso de suelo seco	1028.1
%	<b>Contenido de humedad</b>	<b>0.19</b>

### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

## Anexo 20: Peso específico y absorción del agregado grueso



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Gravedad específica del agregado grueso ASTM C 127-15
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

N.º	Descripción	Unidades	Datos
1	<b>Peso específico de la masa</b>	<b>g/cc</b>	<b>2.65</b>
2	Peso específico saturado superficie seca S.S.S.	g/cc	2.68
3	Peso específico aparente	g/cc	2.72
4	<b>Porcentaje de absorción</b>	<b>%</b>	<b>0.9</b>

### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

## Anexo 21: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso ASTM C 29/C29-17
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

### PESO UNITARIO SUELTO

N.º	Peso de la muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	8.49	6.09	870
2	8.5	6.1	430
<b>Promedio</b>			<b>650</b>
Peso unitario suelto kg/cm <sup>3</sup>			650
<b>Vacios %</b>			<b>75.7</b>

### PESO UNITARIO COMPACTADO

N.º	Peso de la muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	9.95	7.55	1079
2	9.99	7.59	535
<b>Promedio</b>			<b>807</b>
Peso unitario suelto kg/cm <sup>3</sup>			807
<b>Vacios %</b>			<b>69.8</b>

### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

## Anexo 22: Ficha de recolección de datos de la granulometría del PET

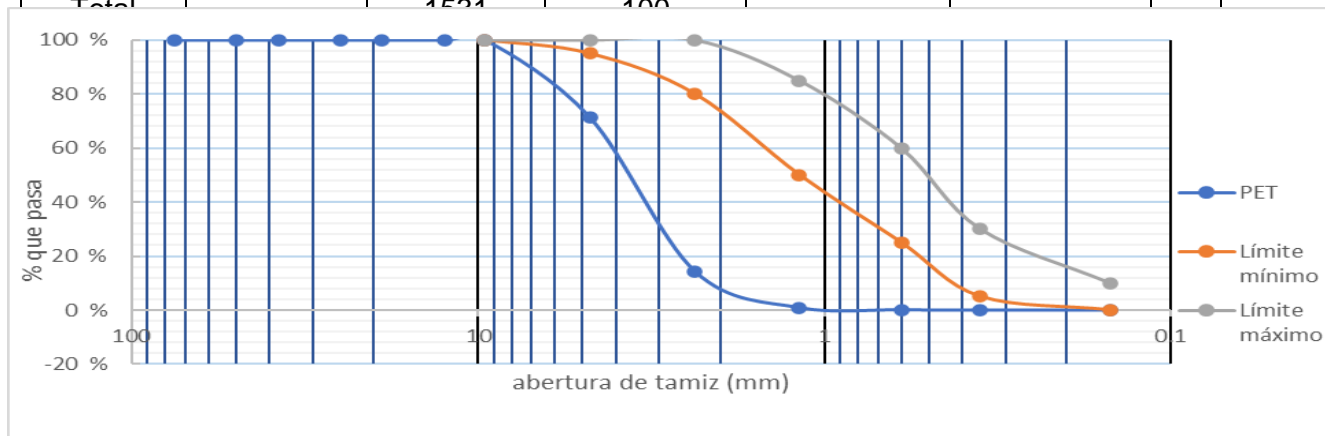


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Granulometría del PET NTP 400.037
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	Porcentaje que pasa	Requisito de % que pasa NTP 400.037	
3"	75	0	0.0	0.0	100	-	-
2"	50	0	0.0	0.0	100.0	-	-
1 1/2"	37.5	0	0.0	0.0	100.0	-	-
1"	25	0	0.0	0.0	100.0	-	-
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0	-	-
1/2"	12.5	0	0.0	0.0	100.0	-	-
3/8"	9.525	0	0.0	0.0	100.0	100	100
4	4.75	438.9	28.7	28.7	71.3	95	100
8	2.36	874.2	57.1	85.8	14.2	80	100
16	1.18	204	13.3	99.1	0.9	50	85
30	0.6	11.9	0.8	99.9	0.1	25	60
50	0.355	1.7	0.1	100.0	0.0	5	30
100	0.15	0.3	0.0	100.0	0.0	0	10
200	0.074	0	0.0	100.0	0.0	0	0
fondo		0	0.0	100.0	0.0	-	-
Total		1524	100				



### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

## Anexo 23: Peso específico del PET






UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Gravedad específica de Polietileno tereftalato
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

N.º	Descripción	Unidades	Datos
1	<b>Peso específico de la masa</b>	<b>g/cc</b>	<b>1.58</b>

### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	



## Anexo 24: Peso unitario suelto y compactado del PET



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Peso unitario suelto y compactado del PET
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

### PESO UNITARIO SUELTO

N.º	Peso de la muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	2.65	1.01	356.9
2	2.65	1.01	357.2
<b>Promedio</b>			<b>357</b>
Peso unitario suelto kg/cm <sup>3</sup>			357
<b>Vacios %</b>			<b>60.2</b>

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Nº	Peso de la muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	2.92	1.28	467.2
2	2.94	1.3	474.5
<b>Promedio</b>			<b>471</b>
Peso unitario suelto kg/cm <sup>3</sup>			471
<b>Vacios %</b>			<b>47.5</b>

### VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	



							NTP 400.037 (TMN 3/8)	
3"	75	0	0	0	100	-	-	
2"	50	0	0	0	100	-	-	
1 1/2"	37.5	0	0	0	100	-	-	
1"	25	0	0	0	100	-	-	
3/4"	19	0	0	0	100	-	-	
1/2"	12.5	0	0	0	100	100	100	
3/8"	9.525	0	0	0	100	95	100	
4	4.75	102.7	11	11	89	30	65	
8	2.36	173.5	19	30	70	20	50	
16	1.18	182.1	20	50	50	15	40	
30	0.6	160.6	17	67	33	10	30	
50	0.355	151.9	17	84	16	5	15	
100	0.15	90.5	10	94	6	0	8	
fondo		57	6	100	0	-	-	
Total		918.3	100					
Peso inicial		925	ERROR%				0.72	
ERROR MÁXIMO							3%	
MF=							3.36	
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>								

**Anexo 26:** Ficha de recolección de datos de los ensayos de la granulometría global de 3% PET



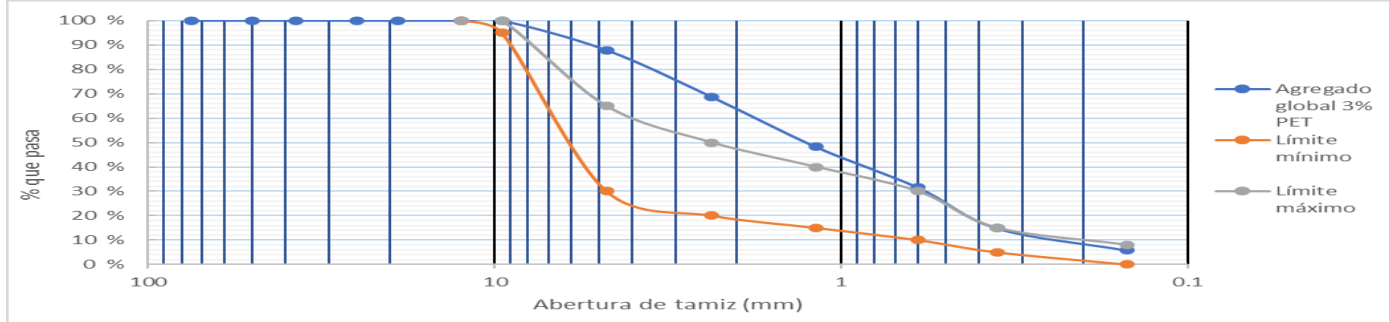
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Granulometría con 3% de PET NTP 400.037
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	Porcentaje que pasa	Requisito de % que pasa NTP 400.037 (TMN 3/8)		
3"	75	0	0	0	100	-	-	
2"	50	0	0	0	100	-	-	
1 1/2"	37.5	0	0	0	100	-	-	
1"	25	0	0	0	100	-	-	
3/4"	19	0	0	0	100	-	-	
1/2"	12.5	0	0	0	100	-	-	
3/8"	9.525	0	0	0	100	-	-	
4	4.75	102.7	11	11	89	30	65	
8	2.36	173.5	19	30	70	20	50	
16	1.18	182.1	20	50	50	15	40	
30	0.6	160.6	17	67	33	10	30	
50	0.355	151.9	17	84	16	5	15	
100	0.15	90.5	10	94	6	0	8	
fondo		57	6	100	0	-	-	
Total		918.3	100					
Validez	19	Nombre y Apellidos	0	CIP	0	Calificación	100	- Firma

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**



Total	898.4	100		
Peso inicial	901.7	ERROR%		0.37
ERROR MÁXIMO				3%
MF=				3.43
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>				

**Anexo 27:** Ficha de recolección de datos de los ensayos de la granulometría global de 9% PET



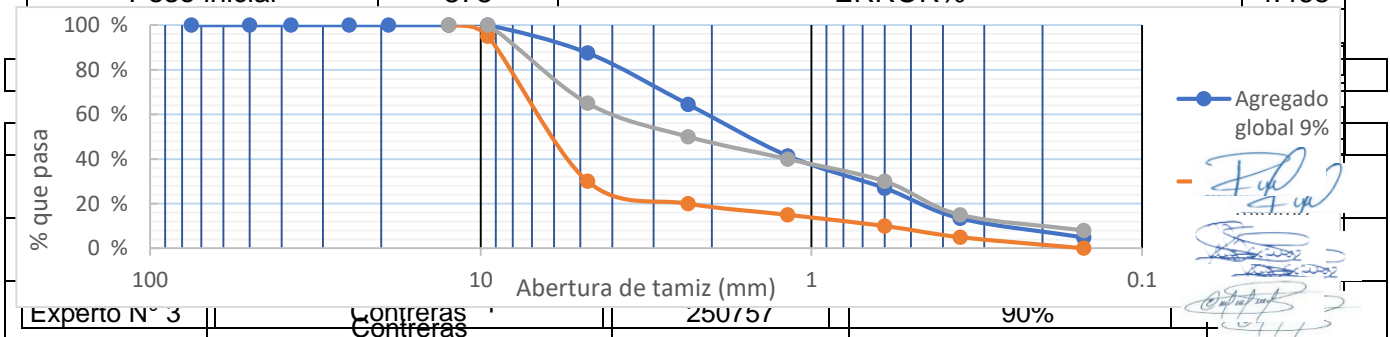
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Granulometría con 9% de PET NTP 400.037
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	Porcentaje que pasa	Requisito de % que pasa NTP 400.037 (TMN 3/8)	
3"	75	0	0	0	100	-	-
2"	50	0	0	0	100	-	-
1 1/2"	37.5	0	0	0	100	-	-
1"	25	0	0	0	100	-	-
3/4"	19	0	0	0	100	-	-
1/2"	12.5	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.525	0	0	0	100	95	100
4	4.75	104.5	12	12	88	30	65
8	2.36	193.3	23	36	64	20	50
16	1.18	193.5	23	59	41	15	40
30	0.6	121.5	14	73	27	10	30
50	0.355	113.8	14	87	13	5	15
100	0.15	71.9	9	95	5	0	8
fondo		40.3	5	100	0	-	-
Total		838.8	100				

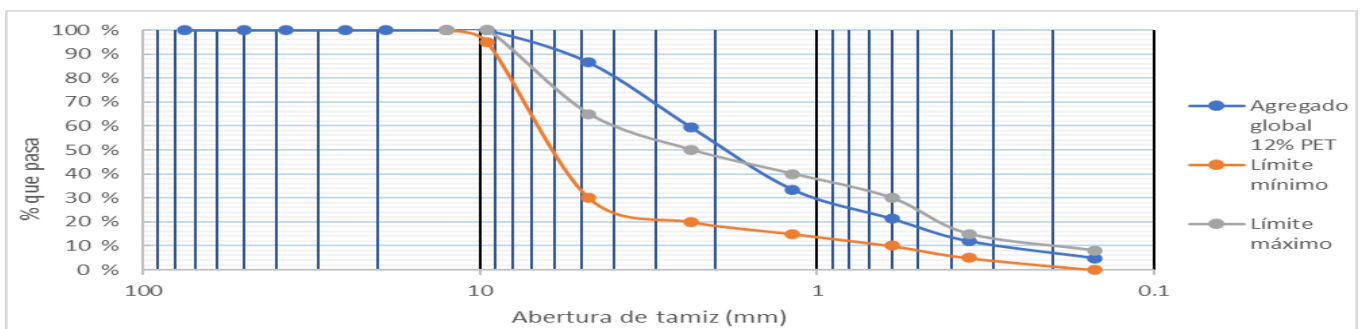
Peso inicial	878	ERROR%	4.465
--------------	-----	--------	-------



**Anexo 28:** Ficha de recolección de datos de los ensayos de la granulometría global de 12% PET



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	“Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022”
ENSAYO	Granulometría con 12% de PET NTP 400.037
FECHA:	27/04/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	Porcentaje que pasa	Requisito de % que pasa
----------	---------------	-------------------	---------------------	----------------------	---------------------	-------------------------

							NTP 400.037 (TMN 3/8)	
3"	75	0	0	0	100	-	-	
2"	50	0	0	0	100	-	-	
1 1/2"	37.5	0	0	0	100	-	-	
1"	25	0	0	0	100	-	-	
3/4"	19	0	0	0	100	-	-	
1/2"	12.5	0	0	0	100	100	100	
3/8"	9.525	0	0	0	100	95	100	
4	4.75	104.4	13	13	87	30	65	
8	2.36	211	27	41	59	20	50	
16	1.18	202	26	67	33	15	40	
30	0.6	94.3	12	79	21	10	30	
50	0.355	72.5	9	88	12	5	15	
100	0.15	55.7	7	95	5	0	8	
fondo		37	5	100	0	-	-	
Total		776.9	100					
Peso inicial		816	ERROR%				4.79	
ERROR MÁXIMO							3%	
MF=							3.83	
<b>CURVA GRANULOMÉTRICA</b>								

### Anexo 29: Ficha de recolección de datos para el diseño de mezclas con 0% PET



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Diseño de mezcla del 0%
FECHA:	05/05/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

#### DOSIFICACIÓN DE MATERIALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - PET 0%

##### CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

PROPIEDAD	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		PET	
Peso unitario suelto	1.329	g/cm3	2.65	g/cm3	0.9	g/cm3
Peso unitario compactado	1.52	g/cm3	2.68	g/cm3	0.357	g/cm3
Peso específico de masa	2.65	g/cm3	2.72	g/cm3	0.471	g/cm3
Gravedad específica de masa s.s.s	2.7	g/cm3	0.429	g/cm3		
Gravedad específica aparente	2.78	g/cm3	0.533	g/cm3		
Absorción	1.83	%	0.19	%		
Contenido de humedad	2.91	%	0.9	%		
Tamaño Máximo nominal	3/8"					
Módulo de finura	2.9		3.7		5.13	
<b>VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS</b>						
CEMENTO			AGUA			
Gravedad específica de masa	1.18	g/cm3	1.00	CIP g/cm3	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja		84286		90%	
<b>CALCULO DE VOLUMEN ABSOLUTO</b>						
Experto N° 2	Cemento	57142	0.1189		90%	m3
	Agua		0.2070			
	Aire		0.0300			m3
Experto N° 3	Experto N° 3	250757	0.0895		90%	lt
	Suma de volúmenes		0.4454			m3
<b>VALORES DE DISEÑO</b>						
Cemento			370.97		kg/cm3	
Agua			270.00		lt/m3	
Agregado fino			1469.7		kg/m3	

Agregado grueso			239.85		kg/m3
<b>PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>			<b>PESO POR TANDA</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>		<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>	
Cemento	370.97	kg/cm3	Cemento	42.5	kg/saco
Agregado fino	1512.47	kg/cm3	Agregado fino	173.28	kg/saco
Agregado grueso	240.31	kg/cm3	Agregado grueso	27.53	kg/saco
Agua	192.83	kg/cm3	Agua	22.09	kg/saco
<b>PROPORCIÓN DE MATERIALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - PET POR m3</b>					
<b>Materiales</b>	<b>Materiales de diseño</b>		<b>Mat. Corregidos por humedad</b>		
Cemento	133.63	kg/m3	<b>140.31</b>	<b>kg/m3</b>	
Agregado fino	544.81	kg/m3	<b>572.05</b>	<b>kg/m3</b>	
Agregado grueso	86.56	kg/m3	<b>90.89</b>	<b>kg/m3</b>	
Agua	69.46	kg/m3	<b>72.93</b>	<b>kg/m3</b>	

### Anexo 30: Ficha de recolección de datos para el diseño de mezclas con 3% PET



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO:	Diseño de mezcla del 3%
FECHA:	05/05/2022
AUTORES:	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

#### DOSIFICACIÓN DE MATERIALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - PET 3%

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES						
PROPIEDAD	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		PET	
Peso unitario suelto	1.329	g/cm3	2.65	g/cm3	0.9	g/cm3
Peso unitario compactado	1.52	g/cm3	2.68	g/cm3	0.357	g/cm3
Peso específico de masa	2.65	g/cm3	2.72	g/cm3	0.471	g/cm3
Gravedad específica de masa s.s.s	2.7	g/cm3	0.429	g/cm3		
Gravedad específica aparente	2.78	g/cm3	0.533	g/cm3		
Absorción	1.83	%	0.19	%		
Contenido de humedad	2.91	%	0.9	%		
Tamaño Máximo nominal	3/8"					
Módulo de finura	2.9		5.79		5.13	
Gravedad especifica de la masa	<b>CEMENTO</b>		<b>AGUA</b>			
	3.15	g/cm3	1.00	g/cm3		
CÁLCULO DE VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento			0.1189		m3	
Agua			0.2070		m3	
Aire			0.0300		m3	
Agregado grueso			0.0895		m3	
Suma de volúmenes			0.4454		m3	
VALORES DE DISEÑO						
Cemento			370.97		kg/cm3	
Agua					lt/m3	
Agregado fino			1425.6		kg/m3	
Agregado grueso			239.85		kg/m3	
PET			26.29		kg/m3	
Validez	Nombre y Apellidos		CIP	Calificación	Firma	
Experto N° 1	David Leoncio Vasquez		84286	90%		
Experto N° 2	Efrain Raul Carraboma		37142	90%		
Experto N° 3	Raul Carraboma		250757	90%		
PET	Control		26.29			
PROPORCIÓN DE MATERIALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - PET POR m3						
<b>Materiales</b>	<b>Materiales de diseño</b>		<b>Mat. Corregidos por humedad</b>			
Cemento	137.27	kg/m3	<b>144.14</b>		<b>kg/m3</b>	
Agregado fino (97%)	542.89	kg/m3	<b>570.03</b>		<b>kg/m3</b>	
Agregado grueso	88.92	kg/m3	<b>93.37</b>		<b>kg/m3</b>	

Agua	69.46	kg/m <sup>3</sup>	<b>72.93</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
Tereftalato de Polietileno (3%)	9.73	kg/m <sup>3</sup>	<b>10.21</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

**Anexo 31:** Ficha de recolección de datos para el diseño de mezclas con 9% PET



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Diseño de mezcla del 9%
FECHA:	05/05/2022



AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara
---------	--

DOSIFICACIÓN DE MATERIALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA - PET 9%						
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES						
PROPIEDAD	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		PET	
Peso unitario suelto	1.329	g/cm3	2.65	g/cm3	0.9	g/cm3
Peso unitario compactado	1.52	g/cm3	2.68	g/cm3	0.357	g/cm3
Peso específico de masa	2.65	g/cm3	2.72	g/cm3	0.471	g/cm3
Gravedad específica de masa s.s.s	2.7	g/cm3	0.429	g/cm3		
Gravedad específica aparente	2.78	g/cm3	0.533	g/cm3		
Absorción	1.83	%	0.19	%		
Contenido de humedad	2.91	%	0.9	%		
Tamaño Máximo nominal	3/8"					
Módulo de finura	2.9		5.79		5.13	
	<b>CEMENTO</b>		<b>AGUA</b>			
Gravedad específica de la masa	3.15	g/cm3	1.00	g/cm3		
CÁLCULO DE VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento			0.1189		m3	
Agua			0.2070		m3	
Aire			0.0300		m3	
Agregado grueso			0.0895		m3	
Suma de volúmenes			0.4454		m3	
VALORES DE DISEÑO						
Cemento			370.97		kg/cm3	
Agua			270.00		lt/m3	
Agregado fino			1337.4		kg/m3	
Agregado grueso			239.85		kg/m3	
PET			78.86		kg/m3	
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				PESO POR TANDA		
Materiales	Peso		Materiales	Peso		
Cemento	370.97	kg/cm3	Cemento	42.5	kg/saco	
Agregado fino	1376.35	kg/cm3	Agregado fino	157.68	kg/saco	
Agregado grueso	240.31	kg/cm3	Agregado grueso	27.53	kg/saco	
Agua	192.83	kg/cm3	Agua	22.26	kg/saco	
PET	78.86	kg/cm3				
PROPORCIÓN DE MATERIALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA - PET POR m3						
Materiales	Materiales de diseño		Mat. Corregidos por humedad			
Cemento	136.23	kg/m3	<b>143.04</b>		<b>kg/m3</b>	
Agregado fino (91%)	505.44	kg/m3	<b>530.71</b>		<b>kg/m3</b>	
Agregado grueso	88.25	kg/m3	<b>92.66</b>		<b>kg/m3</b>	
Agua	71.34	kg/m3	<b>74.9</b>		<b>kg/m3</b>	
Tereftalato de Polietileno (9%)	28.96	kg/m3	<b>30.41</b>		<b>kg/m3</b>	

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASPERLEM S.A.C
--

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
PROYECTO: Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades mecánicas de morteros de concreto Lima 2022 34286	90%	
ENSAYO: Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	Diseño de mezcla del 12% 57142	90%	
FECHA: Experto N° 3	Efrain Raul Cairamoma Contreras	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara 250757	90%	

DOSIFICACIÓN DE MATERIALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA - PET 12%						
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES						
PROPIEDAD	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		PET	
Peso unitario suelto	1.329	g/cm3	2.65	g/cm3	0.9	g/cm3
Peso unitario compactado	1.52	g/cm3	2.68	g/cm3	0.357	g/cm3
Peso específico de masa	2.65	g/cm3	2.72	g/cm3	0.471	g/cm3

Gravedad específica de masa s.s.s	2.7	g/cm3	0.429	g/cm3	
Gravedad específica a Absorción					
Contenido de humedad	2.91	%	0.9	%	
Tamaño Máximo nominal	3/8"				
Módulo de finura	2.9		5.79		5.13
	<b>CEMENTO</b>		<b>AGUA</b>		
Gravedad específica de la masa	3.15	g/cm3	1.00	g/cm3	
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN ABSOLUTO</b>					
Cemento				0.1189	m3
Agua				0.2070	m3
Aire				0.0300	m3
Agregado grueso				0.0895	m3
Suma de volúmenes				0.4454	m3
<b>VALORES DE DISEÑO</b>					
Cemento				370.97	kg/cm3
Agua				270.00	lt/m3
Agregado fino				1293.3	kg/m3
Agregado grueso				239.85	kg/m3
PET				105.15	kg/m3
<b>PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>			<b>PESO POR TANDA</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>		<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>	
Cemento	370.97	kg/cm3	Cemento	42.5	kg/saco
Agregado fino	1330.97	kg/cm3	Agregado fino	152.48	kg/saco
Agregado grueso	240.31	kg/cm3	Agregado grueso	27.53	kg/saco
Agua	194.73	kg/cm3	Agua	22.31	kg/saco
PET	105.15	kg/cm3			
<b>PROPORCIÓN DE MATERIALES DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA - PET POR m3</b>					
<b>Materiales</b>	<b>Materiales de diseño</b>		<b>Mat. Corregidos por humedad</b>		
Cemento	134.83	kg/m3	<b>141.57</b>	<b>kg/m3</b>	
Agregado fino (88%)	483.74	kg/m3	<b>507.92</b>	<b>kg/m3</b>	
Agregado grueso	87.34	kg/m3	<b>91.71</b>	<b>kg/m3</b>	
Agua	70.78	kg/m3	<b>74.31</b>	<b>kg/m3</b>	
Tereftalato de Polietileno (12%)	38.22	kg/m3	<b>40.13</b>	<b>kg/m3</b>	

**Anexo 32:** Ficha de recolección de datos para el diseño de mezclas con 12%

**Anexo 33:** Ficha de recolección de datos para el cálculo del alabeo



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
-----------	---

ENSAYO	Alabeo
FECHA:	12/05/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara





ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 0%						
Muestras	Lado A		Lado B		Alabeo	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	Cóncavo(mm)	Convexo(mm)
M PET 0% -01	0.3	0	0	0	0.15	0
M PET 0% -02	0.2	0	0	0.1	0.1	0.05
M PET 0% -03	0.2	0	0	0	0.1	0
<b>Alabeo Promedio</b>				<b>(mm)</b>	<b>0.12</b>	<b>0.02</b>

ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 3%						
Muestras	Lado A		Lado B		Alabeo	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	Cóncavo(mm)	Convexo(mm)
M PET 3% -01	0.1	0	0	0.2	0.05	0.1
M PET 3% -02	0.1	0	0	0.2	0.05	0.1
M PET 3% -03	0.2	0	0	0	0.1	0
<b>Alabeo Promedio</b>				<b>(mm)</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>

ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 9%						
Muestras	Lado A		Lado B		Alabeo	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	Cóncavo(mm)	Convexo(mm)
M PET 9% -01	0.1	0	0	0.05	0.05	0.025
M PET 9% -02	0.05	0	0	0.2	0.025	0.100
M PET 9% -03	0.1	0	0	0.1	0.05	0.05
<b>Alabeo Promedio</b>				<b>(mm)</b>	<b>0.04</b>	<b>0.06</b>

ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 12%						
Muestras	Lado A		Lado B		Alabeo	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	Cóncavo(mm)	Convexo(mm)
M PET 12% -01	0	0	0	0	0	0
M PET 12% -02	0.05	0	0	0.1	0.025	0.05
M PET 12% -03	0.05	0	0	0.1	0.025	0.05
<b>Alabeo Promedio</b>				<b>(mm)</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			Firma
Experto N° 1		Japaja		
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 34:** Ficha de recolección de datos para el cálculo de la variación dimensional de 0 y 3%

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C




PROYECTO:

	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Variación dimensional
FECHA:	12/05/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

VARIACION DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 0%									
Muestras	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ALTURA (mm)		
	L1	L2	Lp	A1	A2	Ap	H1	H2	Hp
M PET 0% - 01	221.01	220.65	220.83	131.27	132.30	131.79	91.58	91.31	91.45
M PET 0% - 02	221.36	221.82	221.59	131.22	131.91	131.57	92.60	91.45	92.03
M PET 0% - 03	220.36	221.26	220.81	132.82	132.15	132.49	90.30	91.36	90.83
	Lp		221.08	Ap		131.95	Hp		91.43
	Largo de fabricación	L:	220.00	Largo de fabricación	L:	130.00	Largo de fabricación	L:	90.00
	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.23	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.28	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.33
	Largo Promedio	Lp:	221.08	Largo Promedio	Lp:	131.95	Largo Promedio	Lp:	91.43
	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>0.49</b>	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>1.50</b>	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>1.59</b>

VARIACION DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 3%									
Muestras	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ALTURA (mm)		
	L1	L2	Lp	A1	A2	Ap	H1	H2	Hp
M PET 3% - 01	221.36	221.63	221.50	131.58	132.47	132.03	91.18	91.96	91.57
M PET 3% - 02	221.02	221.18	221.10	130.95	131.35	131.15	91.86	91.19	91.53
M PET 3% - 03	221.20	221.61	221.41	131.71	131.81	131.76	89.76	90.21	89.99
	Lp		221.33	Ap		131.65	Hp		91.03
	Largo de fabricación	L:	220.00	Largo de fabricación	L:	130.00	Largo de fabricación	L:	90.00
	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.11	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.23	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.39
	Largo Promedio	Lp:	221.33	Largo Promedio	Lp:	131.65	Largo Promedio	Lp:	91.03
	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>0.61</b>	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>1.27</b>	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>1.14</b>

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 35:** Ficha de recolección de datos para el cálculo de la variación dimensional de 9 y 12%



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Variación dimensional
FECHA:	12/05/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara




**VARIACION DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 9%**

Muestras	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ALTURA (mm)		
	L1	L2	Lp	A1	A2	Ap	H1	H2	Hp
M PET 9% -01	221.80	221.38	221.59	130.82	132.17	131.50	90.29	91.41	90.85
M PET 9% -02	221.19	220.96	221.08	131.40	130.11	130.76	89.33	87.45	88.39
M PET 9% -03	221.40	221.26	221.33	131.66	131.81	131.74	90.74	91.37	91.06
	Lp		221.33	Ap		131.33	Hp		90.10
	Largo de fabricación	L:	220.00	Largo de fabricación	L:	130.00	Largo de fabricación	L:	90.00
	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.12	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.33	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.67
	Largo Promedio	Lp:	221.33	Largo Promedio	Lp:	131.33	Largo Promedio	Lp:	90.10
	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>0.61</b>	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>1.02</b>	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>0.11</b>

**VARIACION DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 12%**

Muestras	LARGO (mm)			ANCHO (mm)			ALTURA (mm)		
	L1	L2	Lp	A1	A2	Ap	H1	H2	Hp
M PET 12% -01	221.70	220.00	220.85	132.90	132.30	132.60	92.50	87.20	89.85
M PET 12% -02	221.90	221.30	221.60	130.70	133.03	131.87	89.40	89.40	89.40
M PET 12% -03	221.12	221.17	221.15	130.54	132.37	131.46	88.83	89.19	89.01
	Lp		221.20	Ap		131.97	Hp		89.42
	Largo de fabricación	L:	220.00	Largo de fabricación	L:	130.00	Largo de fabricación	L:	90.00
	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.30	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.49	Desv. Estándar	$\sigma$ :	0.77
	Largo Promedio	Lp:	221.20	Largo Promedio	Lp:	131.97	Largo Promedio	Lp:	89.42
	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>0.54</b>	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>1.52</b>	<b>Var. Dimensional</b>	<b>V%:</b>	<b>-0.64</b>

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 36:** Ficha de recolección de datos para el cálculo del ensayo de la absorción de 0 y 3%



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Absorción
FECHA:	12/05/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

**ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 0%**

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Absorción (%)
M PET 0% -01	4502.7	4906.3	8.96
M PET 0% -02	4480.6	4860.6	8.48
M PET 0% -03	4470.6	4851.5	8.52
Absorción Promedio		<b>Abs p:</b>	<b>8.65</b>
Desviación Estándar		$\sigma$ :	0.34
Absorción		Abs (%):	8.31
Coeficiente de Variación		Cv:	3.94%

**ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 3%**

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Absorción (%)
M PET 3% -01	4656.7	5068.8	8.85
M PET 3% -02	4542.9	4960.4	9.19
M PET 3% -03	4557.1	4968.3	9.02
Absorción Promedio		<b>Abs p:</b>	<b>9.02</b>
Desviación Estándar		$\sigma$ :	0.24
Absorción		Abs (%):	8.78
Coeficiente de Variación		Cv:	2.67%

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Absorción
FECHA:	12/05/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

**ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 9%**

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Absorción (%)
M PET 9% -01	4512.5	4925.5	9.15
M PET 9% -02	4520.2	4929.4	9.05
M PET 9% -03	4522.2	4956	9.59
Absorción Promedio		<b>Abs p:</b>	<b>9.27</b>
Desviación Estándar		$\sigma$ :	0.07
Absorción		Abs (%):	9.20
Coefficiente de Variación		Cv:	0.74%

**ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 12%**

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Absorción (%)
M PET 12% -01	4438.4	4859.4	9.49
M PET 12% -02	4395.1	4810.3	9.45
M PET 12% -03	4419.5	4839.1	9.49
Absorción Promedio		<b>Abs p:</b>	<b>9.47</b>
Desviación Estándar		$\sigma$ :	0.03
Absorción		Abs (%):	9.44
Coefficiente de Variación		Cv:	0.29%

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Densidad
FECHA:	12/05/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

<b>DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 0%</b>				
Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Peso Sumergido (g)	Densidad (Kg/m3)
M PET 0% -01	4502.700	4906.300	2766.800	2.105
M PET 0% -02	4480.600	4860.600	2727.800	2.101
M PET 0% -03	4470.600	4851.500	2729.500	2.107
<b>Densidad Promedio</b>				<b>2.10</b>
<b>DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 3%</b>				
Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Peso Sumergido (g)	Densidad (Kg/m3)
M PET 3% -01	4656.700	5068.800	2859.100	2.107
M PET 3% -02	4542.900	4960.400	2790.700	2.094
M PET 3% -03	4557.100	4968.300	2790.900	2.093
<b>Densidad Promedio</b>				<b>2.10</b>
<b>DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 9%</b>				
Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Peso Sumergido (g)	Densidad (Kg/m3)
M PET 9% -01	4512.500	4925.500	2756.800	2.081
M PET 9% -02	4520.200	4929.400	2758.000	2.082
M PET 9% -03	4522.200	4956.000	2777.200	2.076
<b>Densidad Promedio</b>				<b>2.08</b>
<b>DENSIDAD DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PET RECICLADO 12%</b>				
Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Peso Sumergido (g)	Densidad (Kg/m3)
M PET 12% -01	4438.400	4859.400	2699.400	2.055
M PET 12% -02	4395.100	4810.300	2668.100	2.052
M PET 12% -03	4419.500	4839.100	2689.600	2.056
<b>Densidad Promedio</b>				<b>2.05</b>



**Anexo 39:** Ficha de recolección de datos para el cálculo del ensayo de la resistencia a la compresión de 7 días



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	Resistencia a la compresión a los 7 días
FECHA:	12/05/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 0%PET**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Neta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'b (Mpa)	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO				
M PET 0% -01	22.10	13.00	9.10	235.00	321874.00	13.70	139.67
M PET 0% -02	22.10	13.00	9.10	235.00	320452.00	13.64	139.05
M PET 0% -03	22.00	13.10	9.00	238.00	322456.00	13.55	138.16
<b>f'b promedio:</b>							<b>138.96</b>

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 3%PET**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'b (Mpa)	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO				
M PET 3% -01	22.10	13.00	9.00	238.00	316126.00	13.28	135.45
M PET 3% -02	22.10	13.00	9.00	238.00	318258.00	13.37	136.36
M PET 3% -03	22.10	13.10	9.00	238.00	314987.00	13.23	134.96
<b>f'b promedio:</b>							<b>135.59</b>

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 9%PET**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'b (Mpa)	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO				
M PET 9% -01	22.00	13.00	9.10	235.00	278589.00	11.85	120.89
M PET 9% -02	22.00	13.00	9.10	235.00	279897.00	12.01	124.33
M PET 9% -03	22.10	13.00	9.00	238.00	279897.00	12.01	124.33
<b>f'b promedio:</b>							<b>120.90</b>

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 12%PET**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'b (Mpa)	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO				
M PET 12% -01	22.10	13.00	9.00	238.00	255234.00	10.72	110.00
M PET 12% -02	22.20	13.00	9.10	235.00	266546.00	11.20	115.00
M PET 12% -03	22.20	13.00	9.10	235.00	274542.00	11.68	119.00
<b>f'b promedio:</b>							<b>114.23</b>

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

VALIDEZ	Nombre y Apellido	Calificación	Firma
Valido	Jorge Francisco Ramirez	90%	[Firma]
Valido	Japaja Lopez	90%	[Firma]
Valido	Enrique Contreras	90%	[Firma]
Valido	Rafael Contreras	90%	[Firma]

**Anexo 40:** Ficha de recolección de datos para el cálculo del ensayo de la resistencia a la compresión de 28 días



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	“Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022”
ENSAYO	Resistencia a la compresión a los 28 días
FECHA:	01/06/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 0%PET**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Neta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'b (Mpa)	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO				
M PET 0% -01	22.10	13.10	9.10	235.00	513773.00	21.86	222.94
M PET 0% -02	22.10	13.00	9.00	238.00	514626.00	21.62	220.49
M PET 0% -03	22.00	13.00	9.10	235.00	508105.00	21.62	220.48
<b>f'b promedio:</b>							<b>221.30</b>

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 3%PET**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Neta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'b (Mpa)	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO				
M PET 3% -01	22.00	13.10	9.00	238.00	504535.00	21.20	216.17
M PET 3% -02	22.00	13.10	9.00	238.00	505614.00	21.24	216.63
M PET 3% -03	22.10	13.00	9.10	235.00	503554.00	21.43	218.50
<b>f'b promedio:</b>							<b>217.10</b>

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 9%PET**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Neta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'b (Mpa)	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO				
M PET 9% -01	22.00	13.10	9.10	235.00	493542.00	21.00	214.16
M PET 9% -02	22.00	13.00	9.00	238.00	495385.00	20.81	212.25
M PET 9% -03	22.10	13.00	9.10	235.00	491306.00	20.91	213.19
<b>f'b promedio:</b>							<b>213.20</b>

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 12%PET**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Neta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'b (Mpa)	Resistencia a la compresión f'b (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO				
M PET 12% -01	22.00	13.00	9.10	235.00	482843.00	20.55	209.52
M PET 12% -02	22.10	13.00	9.00	238.00	487775.00	20.49	208.99
M PET 12% -03	22.10	13.10	9.00	238.00	485177.50	20.39	207.88
<b>f'b promedio:</b>							<b>208.79</b>

**VALIDEZ JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 41:** Ficha de recolección de datos para el cálculo del ensayo de  
compresión axial en pilas a los 28 días



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS A LOS 28 DÍAS
FECHA:	08/06/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 0%PET									
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Esbeltez	F.C E 070	Área Bruta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO						
M PET 0% -01	22.00	13.00	57.20	4.40	0.974	286.00	351176.00	11.960	121.955
M PET 0% -02	22.00	13.10	56.90	4.34	0.968	288.20	352784.00	11.849	120.829
M PET 0% -03	22.10	13.10	57.00	4.35	0.974	289.51	351980.00	11.842	120.752
f'm promedio:									<b>121.179</b>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 3%PET									
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Esbeltez	F.C E 070	Área Bruta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO						
M PET 3% -01	22.10	13.10	57.20	4.37	0.974	289.51	332157.00	11.175	113.951
M PET 3% -02	22.20	13.00	57.10	4.39	0.974	288.60	349020.00	11.779	120.114
M PET 3% -03	22.10	13.10	57.10	4.36	0.974	289.51	340188.00	11.445	116.707
f'm promedio:									<b>116.924</b>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 9%PET									
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Esbeltez	F.C E 070	Área Bruta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO						
M PET 9% -01	22.00	13.20	57.00	4.32	0.968	290.40	304902.00	10.163	103.638
M PET 9% -02	22.20	13.10	56.80	4.34	0.968	290.82	313676.00	10.441	106.467
M PET 9% -03	22.10	13.20	56.90	4.31	0.968	291.72	312451.00	10.368	105.724
f'm promedio:									<b>105.276</b>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 12%PET									
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Esbeltez	F.C E 070	Área Bruta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión f'm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO						
M PET 12% -01	22.00	13.00	57.00	4.38	0.974	286.00	287353.00	9.786	99.791
M PET 12% -02	22.10	13.20	56.80	4.30	0.968	291.72	284412.00	9.769	99.620
M PET 12% -03	22.10	13.10	56.90	4.34	0.968	289.51	285382.00	9.893	100.881
f'm promedio:									<b>100.097</b>

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 42:** Ficha de recolección de datos para la esbeltez para la compresión axial en pilas



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	“Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022”
ENSAYO	Esbeltez para la compresión axial en pilas
FECHA:	08/06/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

<b>ESBELTEZ UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 0%PET</b>				
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Esbeltez
	LARGO	ANCHO	ALTO	
M PET 0% -01	22.00	13.00	57.20	4.40
M PET 0% -02	22.00	13.10	56.90	4.34
M PET 0% -03	22.10	13.10	57.00	4.35
<b>Esbeltez promedio:</b>				<b>4.365</b>
<b>ESBELTEZ UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 3%PET</b>				
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Esbeltez
	LARGO	ANCHO	ALTO	
M PET 3% -01	22.10	13.10	57.20	4.37
M PET 3% -02	22.20	13.00	57.10	4.39
M PET 3% -03	22.10	13.10	57.10	4.36
<b>Esbeltez promedio:</b>				<b>4.372</b>
<b>ESBELTEZ UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 9%PET</b>				
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Esbeltez
	LARGO	ANCHO	ALTO	
M PET 9% -01	22.00	13.20	57.00	4.32
M PET 9% -02	22.20	13.10	56.80	4.34
M PET 9% -03	22.10	13.20	56.90	4.31
<b>Esbeltez promedio:</b>				<b>4.322</b>
<b>ESBELTEZ UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON 12%PET</b>				
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Esbeltez
	LARGO	ANCHO	ALTO	
M PET 12% -01	22.00	13.00	57.00	4.38
M PET 12% -02	22.10	13.20	56.80	4.30
M PET 12% -03	22.10	13.20	56.90	4.34
<b>Esbeltez promedio:</b>				<b>4.344</b>
Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 43:** Ficha de recolección de datos para el cálculo del ensayo de la resistencia a la compresión diagonal de muretes a los 28 días



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM S.A.C

PROYECTO:	"Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES A LOS 28 DÍAS
FECHA:	08/06/2022
AUTORES	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES CON 0%PET							
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Bruta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión v'm (Mpa)	Resistencia a la compresión v'm (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Altura	Espesor				
M PET 0% -01	68.00	68.00	13.00	884.00	127486.00	1.02	10.40
M PET 0% -02	68.10	68.20	13.10	892.77	126702.00	1.00	10.23
M PET 0% -03	68.10	68.10	13.10	892.11	127094.00	1.01	10.27
<b>v'm promedio:</b>							<b>10.30</b>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES CON 3%PET							
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Bruta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión v'm (Mpa)	Resistencia a la compresión v'm (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Altura	Espesor				
M PET 3% -01	68.00	68.00	13.00	884.00	106500.00	0.85	8.69
M PET 3% -02	68.20	68.10	13.20	899.58	105804.00	0.83	8.48
M PET 3% -03	68.10	68.00	13.20	898.26	106157.00	0.84	8.52
<b>v'm promedio:</b>							<b>8.56</b>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES CON 9%PET							
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Bruta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión v'm (Mpa)	Resistencia a la compresión v'm (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Altura	Espesor				
M PET 9% -01	67.90	67.80	13.00	882.05	102479.00	0.82	8.38
M PET 9% -02	68.00	68.10	13.10	891.46	103382.00	0.82	8.36
M PET 9% -03	68.00	68.00	13.10	890.80	102931.00	0.82	8.33
<b>v'm promedio:</b>							<b>8.36</b>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES CON 12%PET							
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			Área Bruta(cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la compresión v'm (Mpa)	Resistencia a la compresión v'm (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Altura	Espesor				
M PET 12% -01	68.20	68.10	13.10	892.77	100714.00	0.80	8.13
M PET 12% -02	68.10	68.00	13.00	884.65	100420.00	0.80	8.18
M PET 12% -03	68.20	68.10	13.10	892.77	100567.00	0.80	8.12
<b>v'm promedio:</b>							<b>8.15</b>

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	

**Anexo 44:** Ficha de recolección de datos para el cálculo del ensayo de la resistencia a la compresión de morteros



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES MASTERLEM SAC**

<b>PROYECTO:</b>	“Influencia de sustitución en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022”
<b>ENSAYO</b>	Resistencia a la compresión de mortero ASTM C109/C109M-21
<b>FECHA:</b>	08/06/2022
<b>AUTORES</b>	Canchari De La Cruz, Maria Felicita - Lozano Gomez, Valeria Yojara

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (f'cm)</b>						
Mortero Tipo P1	Dimensiones(cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(kg)	Resistencia a la compresión f'cm (Mpa)	Resistencia a la compresión f'cm (kg/cm <sup>2</sup> )
	Lado A	Lado B				
M -01	5.10	5.10	26.01	5403.00	20.37	207.73
M -02	5.10	5.00	25.50	5213.00	20.05	204.43
M -03	5.00	5.00	25.00	5064.00	19.86	202.56
<b>f'cm promedio:</b>						<b>204.91</b>

**VALIDEZ: JUICIO DE EXPERTOS**

Validez	Nombre y Apellidos	CIP	Calificación	Firma
Experto N° 1	Jorge Francisco Ramirez Japaja	84286	90%	
Experto N° 2	David Leoncio Vasquez Lopez	57142	90%	
Experto N° 3	Efrain Raul Cairampoma Contreras	250757	90%	



Anexo 45: Certificado de calibración de la máquina de compresión axial



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-020-2022**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.  
Atención : MASTERLEM S.A.C.  
Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima  
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial electro-hidráulica  
Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf)  
División de escala : 0,1 kN  
Marca : ELE - INTERNATIONAL Modelo : 36-0650/06  
Nº de serie del equipo : 0801000012  
Lector digital : ADR ELE-INTERNATIONAL  
Nº de serie lector digital : 1886-1-3201  
Procedencia : USA  
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.8°C / 56%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.9°C / 55%  
Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, Nº de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte Nº C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).  
Número de páginas : 2  
Fecha de calibración : 2022-02-28

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.



Sello  
Fecha  
2022-03-04

Hecho por  
  
Vladimir Tello Torre  
TECNICO DE LABORATORIO

Revisado por  
  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286

**Resultados de Medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0	0.1
9	100	99.75	99.73	100.00	99.83	0.17	0.2
18	200	199.43	200.66	199.08	199.72	0.14	0.2
27	300	301.17	301.21	300.92	301.10	-0.37	0.2
36	400	399.42	399.56	399.54	399.51	0.12	0.2
45	500	500.25	499.18	499.33	499.59	0.08	0.1
54	600	600.12	600.75	600.51	600.46	-0.08	0.1
63	700	699.95	701.47	700.78	700.73	-0.10	0.1
72	800	802.40	801.83	801.94	802.06	-0.26	0.1
81	900	900.74	900.14	900.23	900.37	-0.04	0.1
90	1000	1000.86	1000.26	1000.91	1000.68	-0.07	0.1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





**Anexo 46:** Certificado de calibración del equipo de resistencia a la compresión diagonal de muretes



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-046-2021**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.  
Atención : MASTERLEM S.A.C.  
Lugar de Calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima  
Tipo de equipo : Equipo para medir la resistencia a la compresión diagonal de muretes elaborados con unidades de albañilería.  
Capacidad del equipo : 25,000 kgf.  
División de escala : 1,0 kgf.  
Marca : CELDA EIRL.  
Modelo : MU1  
Serie : 021  
Código : No Indica.  
Tipo de Dial : Digital Weight.  
N° serie lector analógico : XH160061026 Modelo del Dial : X2  
Procedencia : PERÚ.  
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20.8°C / 68%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20.7°C / 70%  
Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).  
Número de páginas : 2  
Fecha de calibración : 2021-05-28

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-05-31	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**Resultados de Medición**

Dirección de Carga: Compresión

Indicación de fuerza del equipo		Indicación de fuerza de la celda patrón			Promedio de fuerza	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0	0.1
2	500	501	502	503	502	0.4	0.1
4	1000	1002	1004	1003	1003	0.3	0.1
6	1500	1502	1504	1506	1504	0.3	0.1
8	2000	2006	2005	2007	2006	0.3	0.1
12	3000	3004	3006	3007	3006	0.2	0.1
16	4000	4003	4006	4009	4006	0.1	0.1
20	5000	5010	5008	5010	5009	0.2	0.1
24	6000	6011	6007	6012	6010	0.2	0.1
32	8000	8012	8011	8014	8012	0.2	0.1
40	10000	10019	10023	10029	10024	0.2	0.1
60	15000	15031	15037	15045	15038	0.3	0.1
80	20000	20055	20057	20066	20059	0.3	0.1
88	22000	22068	22072	22066	22069	0.3	0.1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





## Anexo 47: Resultado de la granulometría del agregado fino



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima  
 Identificación muestra : Cantera San Pedrito - Agregado fino

Expediente N° : 153\_22\_1  
 Fecha de ensayo : 27/04/2022  
 Fecha de emisión : 06/05/2022  
 Páginas : 1 de 2

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14

AGREGADO GRUESO HUSO # ARENA GRUESA		ASTM C 33/C33M-14					
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"
4"	101.60 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3"	76.20 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50.80 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.40 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	21.3	3.4	3.4	96.6	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	66.9	10.6	14.0	86.0	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	124.8	19.8	33.9	66.1	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	145.6	23.1	57.0	43.0	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	179.7	28.6	85.6	14.4	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	64.3	10.2	95.8	4.2	0.00	10.00
Fondo		26.5	4.2	100.0	0.0	0.00	0.00

Modulo de fineza: 2.90

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



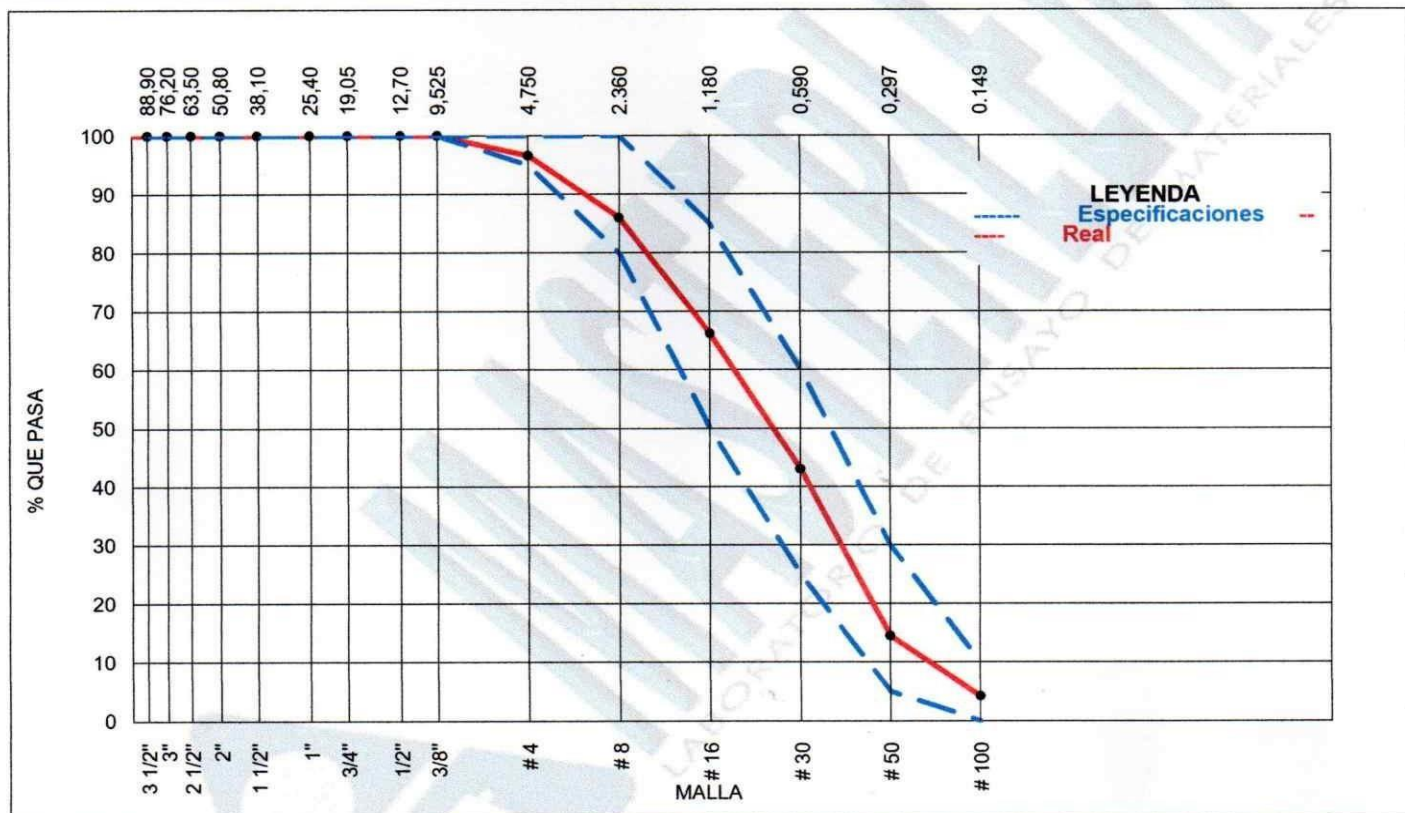
  
 -----  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
Valeria Yojara Lozano Gomez  
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima  
Identificación muestra : Cantera San Pedrito - Agregado fino

Expediente N° : 153\_22\_1  
Fecha de ensayo : 27/04/2022  
Fecha de emisión : 06/05/2022  
Páginas : 2 de 2

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14



### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 48: Resultado de contenido de humedad del agregado fino



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz Expediente N° : 153\_22\_2  
Valeria Yojara Lozano Gomez  
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino Fecha de ensayo : 27/04/2022  
por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de Fecha de emisión : 06/05/2022  
concreto Lima-2022"  
Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.  
Identificación muestra : Cantera San Pedrito

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566-19

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera San Pedrito Presentación : Saco de polipropileno  
Descripción : Arena Gruesa Cantidad : 150 Kg aprox.

Descripción	Unidades	Datos
Peso del suelo húmedo	g	618.6
Peso del suelo seco	g	601.1
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>2.91</b>

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022

Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
-----  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 49: Resultado de peso específico y absorción del agregado fino



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
Valeria Yojara Lozano Gomez  
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.  
Identificación muestra : Cantera San Pedrito

Expediente N° : 153\_22\_4  
Fecha de ensayo : 27/04/2022  
Fecha de emisión : 06/05/2022

### INFORME GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO FINO ASTM C128 - 15

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera San Pedrito  
Descripción : Arena gruesa  
Presentación : saco de polipropileno  
Cantidad : 150 kg aprox.

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Peso específico de la masa	g/cc	2.65
2	Peso específico saturado superficie seca S.S.S.	g/cc	2.70
3	Peso específico aparente	g/cc	2.78
4	Porcentaje de absorción	%	1.83

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 50: Resultado de peso unitario suelto y compactado del agregado fino



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez Expediente N° : 153\_22\_3  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por  
 PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Fecha de ensayo : 27/04/2022  
 Lima-2022" Fecha de emisión : 06/05/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima  
 Identificación muestra : Cantera San Pedrito

### PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO FINO ASTM C29/ C29-17a

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera San Pedrito Presentación : saco de polipropileno  
 Descripción : Arena gruesa Cantidad : 150 kg aprox.

#### REFERENCIAS DEL ENSAYO:

Volumen del molde - A.F. : 0.0028 m<sup>3</sup> Peso específico seco A.F. : 2650 Kg/cm<sup>3</sup>  
 Peso del molde - A.F. : 1.6 kg

AGREGADO FINO						
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm <sup>3</sup> )	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	5.39	3.75	1325	5.79	4.15	1515
2	5.41	3.77	1332	5.82	4.18	1526
Promedio			1329	Promedio		1520
PESO UNITARIO SUELTO kg/m <sup>3</sup>			1329	PESO UNITARIO COMPACTADO kg/m <sup>3</sup>		1520
VACÍOS %			49.7	VACÍOS %		42.5


#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 51: Resultado de la granulometría del agregado grueso



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz Expediente N° : 153\_22\_5  
 Nombre del proyecto : Valeria Yojara Lozano Gomez  
 "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 27/04/2022  
 Fecha de emisión : 6/05/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima- Páginas : 1 de 2  
 Identificación muestra : Cantera La Gloria - Agregado grueso

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14

AGREGADO GRUESO HUSO # 8		ASTM C 33/C33M-14					
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"
4"	101.60 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3"	76.20 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50.80 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.40 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	8.4	0.5	0.5	99.47	100.00	85.00
# 4	4.75 mm	1242.7	78.3	78.8	21.2	30.00	10.00
# 8	2.36 mm	325.7	20.5	99.3	0.7	10.00	0.00
# 16	1.18 mm	10.9	0.7	100.0	0.0	5.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00

Modulo de fineza : 5.79

Tamaño maximo : 1/2" Pulgadas  
 Tamaño maximo nominal : 3/8" Pulgadas

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



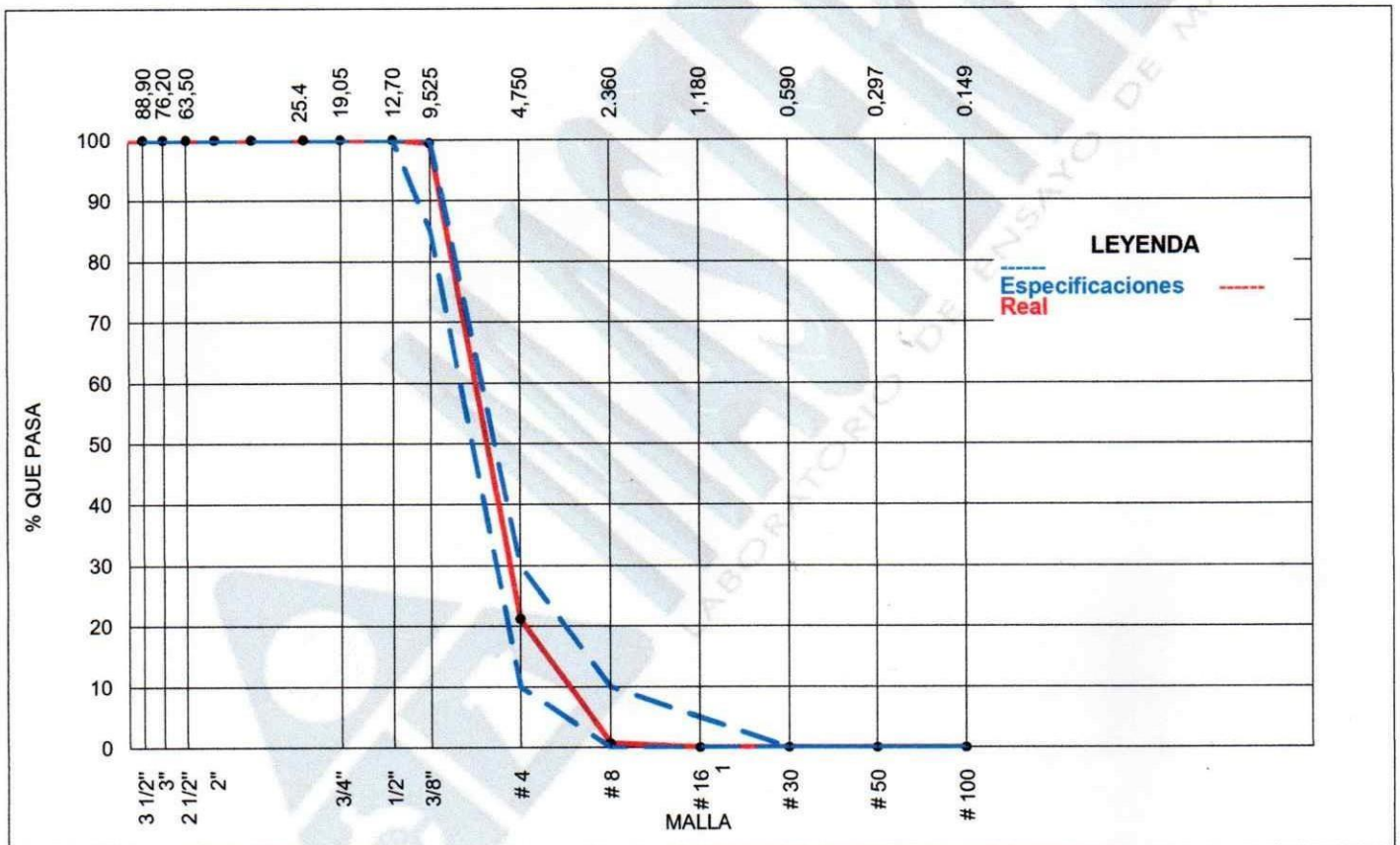
  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286





Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
Valeria Yojara Lozano Gomez  
Expediente N° : 153\_22\_5  
Fecha de ensayo : 27/04/2022  
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
Fecha de emisión : 6/05/2022  
Pagina : 2 de 2  
Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima  
Identificación muestra : Cantera La Gloria - Agregado grueso

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14



### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 52: Resultado de contenido de humedad del agregado grueso



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
Valeria Yojara Lozano Gomez  
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima. -  
Identificación muestra : Cantera La Gloria

Expediente N° : 153\_22\_7  
Fecha de ensayo : 27/04/2022  
Fecha de emisión : 6/05/2022

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C 566-19

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera La Gloria  
Descripción : Agregado grueso  
Presentación : saco de polipropileno  
Cantidad : 150 Kg aprox.

DESCRIPCIÓN	Unidades	Datos
Peso del suelo húmedo	g	1030.1
Peso del suelo seco	g	1028.1
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>0.19</b>

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB 0012-2022  
Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
-----  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 53: Resultado de peso específico y absorción del agregado grueso



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
Valeria Yojara Lozano Gomez  
Nombre del proyecto : "Influencia de la sustitución parcial en volumen de agregado fino por polietileno tereftalato sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima- 2022"  
Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.  
Identificación muestra : Cantera La Gloria

Expediente N° : 153\_22\_8  
Fecha de ensayo : 27/04/2022  
Fecha de emisión : 6/05/2022

### INFORME GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127 - 15

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera La Gloria  
Descripción : Agregado grueso  
Presentación : saco de polipropileno  
Cantidad : 150 kg aprox.

N°	Resultados	Unidades	Resultados
1	Peso específico Sat. Sup. Seca	g/cc	2.68
2	Peso específico de masa	g/cc	2.65
3	Peso específico aparente	g/cc	2.72
4	Absorción de agua	%	0.9

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N°CCB-012-2022  
Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 54: Resultado de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz Expediente N° : 153\_22\_6  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 8/03/2022  
 Fecha de emisión : 22/04/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.  
 Identificación muestra : Cantera La Gloria -

### PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO GRUESO ASTM C29/ C29-17a

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera La Gloria Presentación : saco de polipropileno  
 Descripción : Agregado grueso Cantidad : 150 kg aprox.

#### REFERENCIAS DEL ENSAYO:

Volumen del molde - A.G. : 0.007 m<sup>3</sup> Peso específico seco A.G. : 2682 Kg/cm<sup>3</sup>  
 Peso del molde - A.G. : 2.4 kg

AGREGADO GRUESO						
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm <sup>3</sup> )	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	8.49	6.09	870	9.95	7.55	1079
2	8.50	6.10	430	9.99	7.59	535
Promedio			650	Promedio		
PESO UNITARIO SUELTO kg/m <sup>3</sup>			650	PESO UNITARIO COMPACTADO kg/m <sup>3</sup>		
VACÍOS %			75.7	VACÍOS %		
				807		
				807		
				69.8		


#### Certificados de calibración de equipos

Certificados de calibración de balanza N° CCB 012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 55: Resultado de la granulometría del PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Expediente N° : 153\_22\_9

Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Fecha de ensayo : 27/04/2022  
 Fecha de emisión : 06/05/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima  
 Páginas : 1 de 2

Identificación muestra : Estoquero E.I.R.L - Polietileno tereftalato


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14

AGREGADO GRUESO HUSO # ARENA GRUESA				ASTM C 33/C33M-14			
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"
4"	101.60 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3"	76.20 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50.80 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.40 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	438.9	28.7	28.7	71.3	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	874.2	57.1	85.8	14.2	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	204.0	13.3	99.1	0.9	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	11.9	0.8	99.9	0.1	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	1.7	0.1	100.0	0.0	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	0.3	0.0	100.0	0.0	0.00	10.00
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0	0.00	0.00

### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez

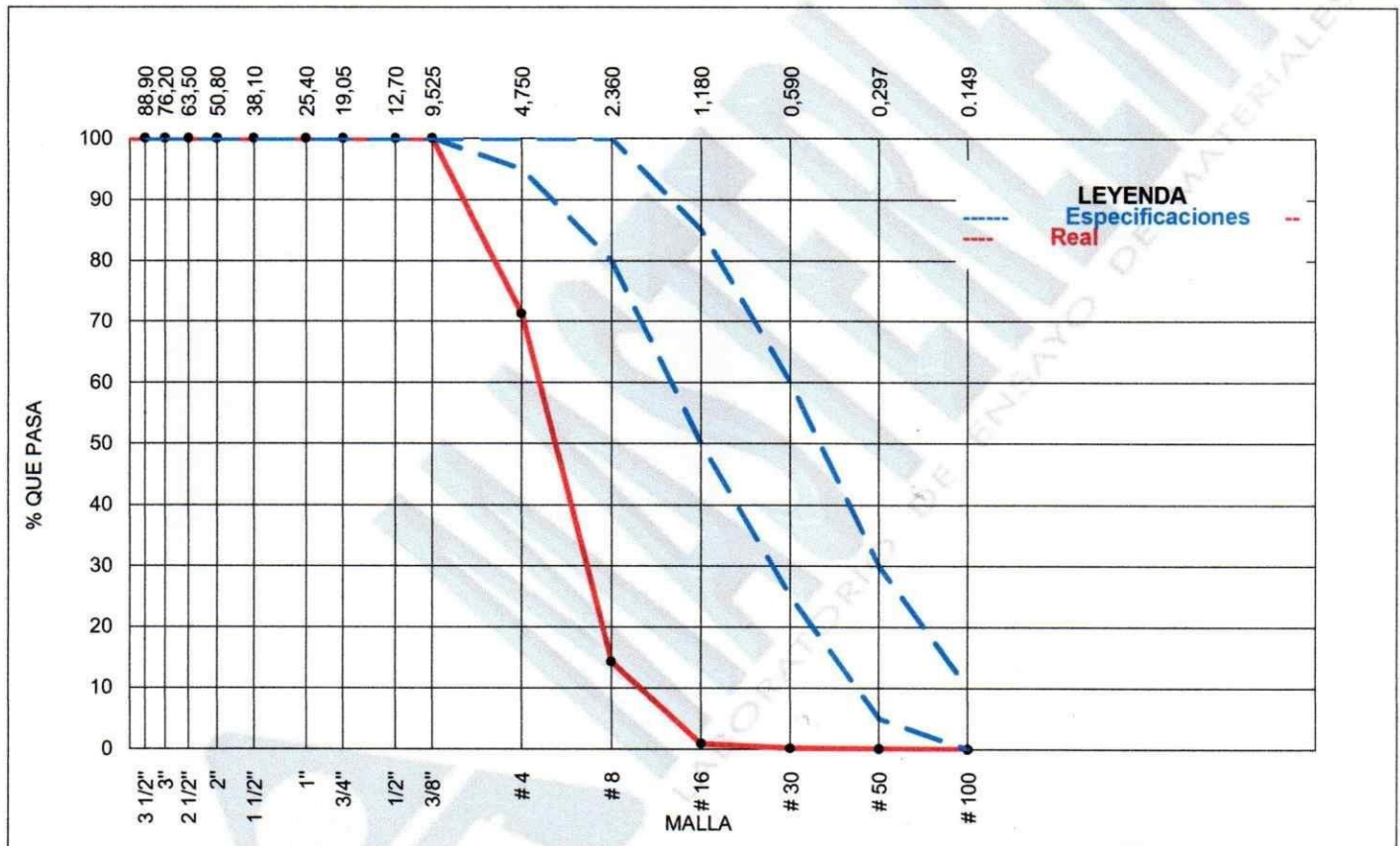
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"

Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima

Identificación muestra : Estoquero E.I.R.L - Polietileno tereftalato

Expediente N° : 153\_22\_9  
 Fecha de ensayo : 27/04/2022  
 Fecha de emisión : 06/05/2022  
 Páginas : 2 de 2

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-14**



**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 56: Resultado de peso específico del PET



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz Expediente N° : 153\_22\_11  
Valeria Yojara Lozano Gomez  
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 27/04/2022  
Fecha de emisión : 06/05/2022  
Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.  
Identificación muestra : Polietileno tereftalato

### INFORME GRAVEDAD ESPECÍFICA DE POLIETILENO TEREFALATO

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Estoquero E.I.R.L. Presentación : saco de polipropileno  
Descripción : Polietileno tereftalato Cantidad : 150 kg aprox.

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Peso específico de la masa	g/cc	1.58

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022

Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Nota

Referencia de la norma gravedad específica del agregado fino ASTM C 128

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
-----  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 57: Resultado de peso unitario suelto y compactado del PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez Expediente N° : 153\_22\_10  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 27/04/2022  
 Fecha de emisión : 06/05/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima  
 Identificación muestra : Polietileno tereftalato

### PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO AGREGADO FINO ASTM C29/ C29-17a

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Estoquero E.I.R.L. Presentación : saco de polipropileno  
 Descripción : Polietileno tereftalato Cantidad : 150 kg aprox.

#### REFERENCIAS DEL ENSAYO:

Volumen del molde - A.F. : 0.0028 m<sup>3</sup> Peso específico seco A.F. : 900 Kg/cm<sup>3</sup>  
 Peso del molde - A.F. : 1.6 kg

AGREGADO FINO						
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm <sup>3</sup> )	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm <sup>3</sup> )
1	2.65	1.01	356.9	2.92	1.28	467.2
2	2.65	1.01	357.2	2.94	1.30	474.5
Promedio			357	Promedio		471
PESO UNITARIO SUELTO kg/m <sup>3</sup>			357	PESO UNITARIO COMPACTADO kg/m <sup>3</sup>		471
VACÍOS %			60.2	VACÍOS %		47.5

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Nota:

Referencia de la norma ASTM C 29 Peso unitario del agregado fino

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 58: Resultado del diseño de mezcla con 0% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante	: María Felicita Canchari De La Cruz Valeria Yojara Lozano Gomez	Expediente N°	: 153_22_16
Nombre del proyecto	: "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"	Fecha de ensayo	: 5/05/2022
Ubicación del laboratorio	: Huachipa-Lima-Perú.	Fecha de emisión	: 20/05/2022
Identificación muestra	: Diseño de mezcla con PET al 0%		

### DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Cemento tipo I Slump 1 Pulgada

Procedencia del cemento	:	Sol Tipo I
Procedencia del agua	:	Potable Lima
Procedencia del agregado grueso	:	La Gloria
Procedencia del agregado fino	:	San Pedrito

Asentamiento	pulgadas	:	1/2"
Factor cemento	bolsa/m <sup>3</sup>	:	8.7
Relacion a/c seco		:	0.56
Relacion a/c obra		:	0.52

Proporciones de materiales por m <sup>3</sup>		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m <sup>3</sup>	: 371	371
Agua	l/m <sup>3</sup>	: 207	192
Agregado grueso	kg/m <sup>3</sup>	: 239	240
Agregado fino	kg/m <sup>3</sup>	: 1469	1511

#### Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente	°C	:	23.1
Temperatura mezcla	°C	:	24.1
Humedad relativa	%	:	66
Peso unitario concreto	kg/m <sup>3</sup>	:	2316
Rendimiento	m <sup>3</sup>	:	1.00
Contenido de aire	%	:	3
Fecha de vaciado	d/m/a	:	5/05/2022

Proporciones en peso seco	:	1	: 3.96	: 0.65	: 23.71	Litros/bolsa
Proporciones en peso corregido	:	1	: 4.07	: 0.65	: 22.04	Litros/bolsa

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 59: Resultado del diseño de mezcla con 3% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa - Lima - Perú  
 950270955-015407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Ubicación del proyecto : Huachipa-Lima-Perú.  
 Identificación muestra : Diseño de mezcla con PET al 3%

Expediente N°: 153\_22\_17  
 Fecha de ensayo : 5/05/2022  
 Fecha de emisión : 20/05/2022

### DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Cemento tipo I Slump 1 Pulgada

Procedencia del cemento	:	Sol Tipo 1	
Procedencia del agua	:	Potable Lima	
Procedencia del agregado grueso	:	La Gloria	
Procedencia del agregado fino	:	San Pedro	
Procedencia del PET	:	Estoqueiro E.I.R.L.	
Asentamiento	pulgadas	:	1/2
Factor cemento	bolsa/m <sup>3</sup>	:	8.7
Relación a/e seco	:	:	0.56
Relación a/c obra	:	:	0.52
Proporciones de materiales por m <sup>3</sup>		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m <sup>3</sup>	371	371
Agregado	l/m <sup>3</sup>	207	193
Agregado grueso	kg/m <sup>3</sup>	239	239
Agregado fino	kg/m <sup>3</sup>	1425	1467
PET	kg/m <sup>3</sup>	26.3	26.3

#### Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente	°C	:	23.4
Temperatura mezcla	°C	:	24.3
Humedad relativa	o/o	:	66
Peso unitario concreto	kg/m <sup>3</sup>	:	2284
Rendimiento	m <sup>3</sup>	:	1.00
Contenido de aire	o/o	:	3
Fecha de vaciado	diaria	:	5/05/2022

Proporciones en peso seco	:	1	:	3.84	:	0.64	:	0.71	:	23.71	Litros/bols.
Proporciones en peso corregido	:	1	:	3.95	:	0.65	:	0.71	:	22.10	Litros/beis.

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.  
 La muestra fue proporcionada por el cliente.



*[Handwritten Signature]*  
 FRANCISCO RA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 60: Resultado del diseño de mezcla con 9% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa - Lima - Perú  
 950 270 955 - 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria ~~Yojara~~ Lozano Gomez  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Ubicación del proyecto : Huachipa-Lima-Perú.  
 Identificación muestra : Diseño de mezcla con PET al 9%

Expediente N°: 153\_22\_18  
 Fecha de ensayo : 5/05/2022  
 Fecha de emisión : 20/05/2022

### DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Cemento tipo I Slump 1 Pulgada

Procedencia del cemento	:	Sol Tipo 1		
Procedencia del agua	:	Potable Lima		
Procedencia del agregado grueso	:	La Gloria		
Procedencia del agregado fino	:	San Pedrito		
Procedencia del PET	:	Estouquia, E.I.R.L.		
Asentamiento	pulgadas	:	1/2	
Factor cemento	bolsa/m <sup>3</sup>	:	8.7	
Relación a/e seco	:	:	0.56	
Relación a/e obra	:	:	0.52	
Proporciones de materiales por m <sup>3</sup>		Diseño seco	Diseño húmedo	
Cemento	kg/m <sup>3</sup>	:	371	371
Agua	l/m <sup>3</sup>	:	207	194
Agregado grueso	kg/m <sup>3</sup>	:	239	240
Agregado fino	kg/m <sup>3</sup>	:	1337	1376
PET	kg/m <sup>3</sup>	:	78.9	78.9

#### Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente	°C	:	23.4
Temperatura mezcla	°C	:	24.3
Humedad relativa	o/o	:	66
Peso unitario concreto	kg/m <sup>3</sup>	:	2199
Rendimiento	m <sup>3</sup>	:	1.00
Contenido de aire	o/o	:	3
Fecha de vaciado	d/m/a	:	5/05/2022

Proporciones en peso seco	:	1	:	3.60	:	0.64	:	0.213	:	23.71	Litros/bolsa
Proporciones en peso corregido	:	1	:	3.71	:	0.65	:	0.213	:	22.21	Litros/bolsa

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.  
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.  
 La muestra fue proporcionada por el cliente.



  
 JORG FRANCISCO RAMIREZ JAJÁ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 61: Resultado del diseño de mezcla con 12% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación ~~Uz~~, "B", Lote 1,  
~~Int. 1 Huachipa~~ - Lima - Perú  
 950 270 955 - 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria ~~Yojara~~ Lozano Gomez.  
 : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por  
 PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto  
 Lima-2022"  
 Expediente N.º : 153\_22\_19  
 Fecha de ensayo : 5/05/2022  
 Fecha de emisión : 20/05/2022  
 Ubicación del : Huachipa-Lima-Perú.  
 proyecto/identificación : Diseño de mezcla con PET al 12%

### muestra **DISEÑO DE MEZCLA**

Diseño de mezcla fe= 210 kg/cm<sup>2</sup> Cemento tipo I Slump 1 Pulgada

Procedencia del cemento		Sol Tipo 1
Procedencia del agua		Potable Lima
Procedencia del agregado grueso		La Gloria
Procedencia del agregado fino		San Pedrito
Procedencia del PET		<del>Estoqueiro</del> E.J.R.L.
Asentamiento	pulgadas	1/2
Factor cemento	bolsa/m <sup>3</sup>	8.7
Relación a/e seco		0.56
Relación a/e obra		0.52

Proporciones de materiales por m <sup>3</sup>		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m <sup>3</sup>	371	371
Agua	l/m <sup>3</sup>	207	194
Agregado grueso	kg/m <sup>3</sup>	239	240
Agregado fino	kg/m <sup>3</sup>	1293	1331
PET	kg/m <sup>3</sup>	105.2	105.2

Ensayos en concreto fresco		
Temperatura ambiente	°C	23.4
Temperatura mezcla	°C	24.3
Humedad relativa	%	66
Peso unitario concreto	kg/m <sup>3</sup>	2142
Rendimiento	m <sup>3</sup>	1.00
Contenido de aire	%	3
Fecha de vaciado	d/m/a	5/05/2022

Proporciones en peso seco	1	: 3.49	: 0.64	: 0.283	: 23.71	Litros/bolsa
Proporciones en peso corregido	1	: 3.59	: 0.65	: 0.283	: 22.27	Litros/bolsa

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.  
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.  
 La muestra fue proporcionada por el cliente.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N.º 84286



## Anexo 62: Resultado de alabeo con 0% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez Expediente N° : 153\_22\_24

Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima

Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 0%

### ALABEO ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Muestras	Cara A	Cara A	Cara B	Cara B	Alabeo	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	Muestra 1	0.30	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00
2	Muestra 2	0.20	0.00	0.00	0.10	0.10	0.05
3	Muestra 3	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
Promedio (mm)						0.12	0.02

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI 004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 63: Resultado de alabeo con 3% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Expediente N° : 153\_22\_25

Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima

Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 3%

### ALABEO ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Muestras	Cara A	Cara A	Cara B	Cara B	Alabeo	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	Muestra 1	0.10	0.00	0.00	0.20	0.05	0.10
2	Muestra 2	0.10	0.00	0.00	0.20	0.05	0.10
3	Muestra 3	0.20	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
		Promedio (mm)				0.07	0.07


#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI 004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 64: Resultado de alabeo con 9% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Expediente N° : 153\_22\_26

Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima

Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 9%

### ALABEO ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Muestras	Cara A	Cara A	Cara B	Cara B	Alabeo	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	Muestra 1	0.10	0.00	0.00	0.05	0.05	0.03
2	Muestra 2	0.05	0.00	0.00	0.20	0.03	0.10
3	Muestra 3	0.10	0.00	0.00	0.10	0.05	0.05
Promedio (mm)						0.04	0.06

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI 004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 65: Resultado de alabeo con 12% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : Maria Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Expediente N° : 153\_22\_27  
 Fecha de ensayo : 12/05/2022

Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Fecha de emisión : 16/05/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.

Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 12%

### ALABEO ASTM C 67 / C67 M -21

N°	Muestras	Cara A	Cara A	Cara B	Cara B	Alabeo	
		Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	Muestra 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Muestra 2	0.05	0.00	0.00	0.10	0.03	0.05
3	Muestra 3	0.05	0.00	0.00	0.10	0.03	0.05
		Promedio (mm)				0.02	0.03

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI 004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 66: Resultado de variación dimensional con 0% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima  
 Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 0%

Expediente N° : 153\_22\_20  
 Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022

### DIMENSIONAMIENTO ASTM C 140 / C140 M -21

N°	Dimensiones			Diseño 0% Muestra 1	Diseño 0% Muestra 2	Diseño 0% Muestra 3
1	Largo	Cara superior	(mm)	221	221	220
2	Largo	Cara inferior	(mm)	221	222	221
3	Ancho	Lado 1	(mm)	131	131	133
4	Ancho	Lado 2	(mm)	132	132	132
5	Alto	Lado 1	(mm)	92	93	90
6	Alto	Lado 2	(mm)	91	91	91

N°	Dimensiones	Promedio (mm)	Dimensión especificada (mm)	Desviación estándar V.D (b)	Variación dimensional (%)	Coefficiente de variación CV (%)
7	Largo	221	220	0.23	0.49	0.11
8	Ancho	132	130	0.28	1.50	0.21
9	Alto	91	90	0.33	1.59	0.36

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.

**Anexo 67: Resultado de variación dimensional con 3% de PET**



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Expediente N° : 153\_22\_21  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por  
 PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-  
 2022"  
 Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima  
 Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 3%

**DIMENSIONAMIENTO ASTM C 140 / C140 M -21**

N°	Dimensiones		Diseño 3% Muestra 1	Diseño 3% Muestra 2	Diseño 3% Muestra 3
1	Largo	Cara superior (mm)	221	221	221
2	Largo	Cara inferior (mm)	222	221	222
3	Ancho	Lado 1 (mm)	132	131	132
4	Ancho	Lado 2 (mm)	132	131	132
5	Alto	Lado 1 (mm)	91	92	90
6	Alto	Lado 2 (mm)	92	91	90

N°	Dimesiones	Promedio (mm)	Dimensión especificada (mm)	Desviación estándar V.D (δ)	Variación dimensional (%)	Coefficiente de variación CV (%)
7	Largo	221	220	0.11	0.61	0.05
8	Ancho	132	130	0.23	1.27	0.17
9	Alto	91	90	0.39	1.14	0.43

**Certificados de calibración de equipos**

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.



**Anexo 68: Resultado de variación dimensional con 9% de PET**



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Expediente N° : 153\_22\_22

Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima

Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 9%

**DIMENSIONAMIENTO ASTM C 140 / C140 M -21**

N°	Dimensiones		Diseño 9% Muestra 1	Diseño 9% Muestra 2	Diseño 9% Muestra 3
1	Largo	Cara superior (mm)	222	221	221
2	Largo	Cara inferior (mm)	221	221	221
3	Ancho	Lado 1 (mm)	131	131	132
4	Ancho	Lado 2 (mm)	132	130	132
5	Alto	Lado 1 (mm)	90	89	91
6	Alto	Lado 2 (mm)	91	87	91

N°	Dimesiones	Promedio (mm)	Dimensión especificada (mm)	Desviación estándar V.D (s)	Variación dimensional (%)	Coefficiente de variación CV (%)
7	Largo	221	220	0.12	0.61	0.06
8	Ancho	131	130	0.33	1.02	0.25
9	Alto	90	90	0.67	0.11	0.75

**Certificados de calibración de equipos**

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021



  
 -----  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.

## Anexo 69: Resultado de variación dimensional con 12% de PET



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Expediente N° : 153\_22\_23  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por  
 PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-  
 2022"  
 Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima  
 Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 12%

### DIMENSIONAMIENTO ASTM C 140 / C140 M -21

N°	Dimensiones		Diseño 12% Muestra 1	Diseño 12% Muestra 2	Diseño 12% Muestra 3
1	Largo	Cara superior (mm)	221.70	221.90	221.12
2	Largo	Cara inferior (mm)	220.00	221.30	221.17
3	Ancho	Lado 1 (mm)	132.90	130.70	130.54
4	Ancho	Lado 2 (mm)	132.30	133.03	132.37
5	Alto	Lado 1 (mm)	92.50	89.40	88.83
6	Alto	Lado 2 (mm)	87.20	89.40	89.19

N°	Dimensiones	Promedio (mm)	Dimensión especificada (mm)	Desviación estándar V.D (δ)	Variación dimensional (%)	Coefficiente de variación CV (%)
7	Largo	221	220	0.30	0.54	0.13
8	Ancho	132	130	0.49	1.52	0.37
9	Alto	89	90	0.77	-0.64	0.86

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022  
 Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.



## Anexo 70: Resultado de absorción y densidad



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yajaira Lozano Gomez  
 Expediente N° : 153\_22\_28

Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima

Identificación muestra : Ladrillos de concreto

### CONTENIDO DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD ASTM C 140 / C140 M -21

N°	Identificación	Peso sumergido en agua (g)	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Absorción (%)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
1	PET al 0% M-1	2766.8	4906.3	4502.7	9.0	2105
2	PET al 0% M-2	2727.8	4860.6	4480.6	8.5	2101
3	PET al 0% M-3	2729.5	4851.5	4470.6	8.5	2107
4	PET al 3% M-1	2859.1	5068.8	4656.7	8.9	2107
5	PET al 3% M-2	2790.7	4960.4	4542.9	9.2	2094
6	PET al 3% M-3	2790.9	4968.3	4557.1	9.0	2093
7	PET al 9% M-1	2756.8	4925.5	4512.5	9.2	2081
8	PET al 9% M-2	2758.0	4929.4	4520.2	9.1	2082
9	PET al 9% M-3	2777.2	4956.0	4522.2	9.6	2076
10	PET al 12% M-1	2699.4	4859.4	4438.4	9.5	2055
11	PET al 12% M-2	2668.1	4810.3	4395.1	9.4	2052
12	PET al 12% M-3	2689.6	4839.1	4419.5	9.5	2056

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB-012-2022

Certificado de calibración de horno N° CMI-004-2021

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

La muestra fue proporcionada por el cliente.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 71: Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitantes : María Felicita Canchari De La Cruz Expediente N° : 153\_22\_29  
 Nombre del proyecto : Valeria Yajaira Lozano Gomez  
 : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 12/05/2022  
 Fecha de emisión : 16/05/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.  
 Identificación muestra : Ladrillos de concreto

### ENSAYO COMPRESIÓN EN LADRILLOS DE CONCRETO ASTM C 140 /C140M -21

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (N)	f <sub>b</sub> ESFUERZO ÁREA BRUTA (Mpa)	f <sub>b</sub> ESFUERZO ÁREA NETA (Mpa)
Patrón	221	130	91	2140	28730	23519	321874	11.2	13.7
	221	130	91	2140	28730	23520	320452	11.2	13.6
	220	131	90	2140	29082	23781	322456	11.1	13.6
3%	221	130	90	2140	28730	23781	316126	11.0	13.3
	221	130	90	2140	28730	23781	318258	11.1	13.4
	221	131	90	2140	28951	23781	314987	10.9	13.2
9%	220	130	91	2140	28600	23520	278589	9.7	11.8
	220	130	91	2140	28600	23520	286985	10.0	12.2
	221	131	92	2140	28951	23264	279897	9.7	12.0
12%	221	130	90	2140	28730	23781	255234	8.9	10.7
	222	131	90	2140	29082	23781	266546	9.2	11.2
	222	131	91	2140	29082	23520	274542	9.4	11.7

#### Nota:

Volumen promedio de las muestras  
 Edad a 7 días

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de pie de rey N°CPR-003-2021

Certificado de calibración balanza N°CCB-012-2022

Certificado de calibración N° Prensa CMC - 019 - 2022

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 72: Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitantes : María Felicita Canchari De La Cruz Expediente N° : 153\_22\_30  
 Nombre del proyecto : Valeria Yajaira Lozano Gomez  
 : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 1/06/2022  
 Fecha de emisión : 1/06/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.  
 Identificación muestra : Ladrillos de concreto

### ENSAYO COMPRESIÓN EN LADRILLOS DE CONCRETO ASTM C 140 /C140M -21

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	ÁREA BRUTA (mm <sup>2</sup> )	ÁREA NETA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (N)	f <sub>b</sub> ESFUERZO ÁREA BRUTA (Mpa)	f <sub>b</sub> ESFUERZO ÁREA NETA (Mpa)
Patrón	221	131	91	2140	28820	23519	513773	17.8	21.8
	221	130	90	2140	28600	23781	514626	18.0	21.6
	220	130	91	2140	28730	23520	508105	17.7	21.6
3%	220	131	90	2140	28820	23781	504535	17.5	21.2
	220	131	90	2140	28820	23781	505614	17.5	21.3
	221	130	91	2140	28730	23520	503554	17.5	21.4
9%	220	131	91	2140	28820	23520	493542	17.1	21.0
	220	130	90	2140	28600	23781	495385	17.3	20.8
	221	130	91	2140	28730	23520	491306	17.1	20.9
12%	220	130	91	2140	28600	23520	482843	16.9	20.5
	221	130	90	2140	28730	23781	487775	17.0	20.5
	221	131	90	2140	28951	23781	485177	16.8	20.4

#### Nota:

Volumen promedio de las muestras

Edad a 28 días

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de pie de rey N°CPR-003-2021

Certificado de calibración balanza N°CCB-012-2022

Certificado de calibración N° Prensa CMC - 019 - 2022

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 73: Resultado de compresión axial en pilas a los 28 días



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz  
 Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de  
 agregado fino por PET sobre propiedades físico  
 mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.  
 Identificación muestra : Ladrillos de concreto

Expediente N° : 153\_22\_31  
 Fecha de ensayo : 8/06/2022  
 Fecha de emisión : 8/06/2022

### ENSAYO DE PILAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA

Identificación	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Esbeltez	Factor esbeltez E 0.70	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Carga (N)	Carga (kg)	f <sub>m</sub>	
									(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )
PET al 0% M-1	220	130	572	4.4	0.974	28600	351176	35809	11.960	121.96
PET al 0% M-2	220	131	569	4.3	0.968	28820	352784	35973	11.849	120.83
PET al 0% M-3	221	131	570	4.4	0.974	28951	351980	35891	11.842	120.75
PET al 3% M-1	221	131	572	4.4	0.974	28951	332157	33870	11.175	113.95
PET al 3% M-2	222	130	571	4.4	0.974	28860	349020	35590	11.779	120.11
PET al 3% M-3	221	131	571	4.4	0.974	28951	340188	34690	11.445	116.71
PET al 9% M-1	220	132	570	4.3	0.968	29040	304902	31091	10.163	103.64
PET al 9% M-2	222	131	568	4.3	0.968	29082	313676	31986	10.441	106.47
PET al 9% M-3	221	132	569	4.3	0.968	29172	312451	31861	10.368	105.72
PET al 12% M-1	220	130	570	4.4	0.974	28600	287353	29301	9.786	99.79
PET al 12% M-2	221	132	568	4.3	0.968	29172	294412	30021	9.769	99.62
PET al 12% M-3	221	131	569	4.3	0.968	28951	298282	30171	9.893	100.88

f<sub>m</sub> = Esfuerzo de compresión , MPa

1N = 0,102 kg

1MPa = 10,2 kg/ cm<sup>2</sup>

**Nota:**

Edad a 28 días

**Certificados de calibración de equipos**

Certificado de calibración de pie de rey N° CPR-003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC - 046 - 2021

**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas por el cliente.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



**Anexo 74: Resultado de resistencia a la compresión diagonal de muretes  
a los 28 días con 0% de PET**



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante	: María Felicita Canchari De La Cruz - Valeria Yojara Lozano Gomez	Expediente N°	: 153_22_32
Nombre del proyecto	: "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"	Fecha de ensayo	: 8/06/2022
Ubicación del laboratorio	: Huachipa -Lima-Perú	Fecha de emisión	: 8/06/2022
Identificación muestra	: Ladrillos de concreto con PET al 0%		

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA NTP 339.621**

Identificación	Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Largo promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Espesor promedio (mm)	Fuerza máxima (kg)	Fuerza máxima (N)	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Esfuerzo V'm	
										kg/cm <sup>2</sup>	(Mpa)
Diseño patrón M-1	11/05/2022	8/06/2022	28	680	680	130	13000	127486	88400	10.40	1.020
Diseño patrón M-2	11/05/2022	8/06/2022	28	681	682	131	12920	126702	89277	10.23	1.003
Diseño patrón M-3	11/05/2022	8/06/2022	28	681	681	131	12960	127094	89211	10.27	1.007



MURETE M-1



MURETE M-2



MURETE M-3

**Certificados de calibración de equipos**

Certificado de calibración N° Prensa CMC -046-2021

**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.



  
 -----  
**JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



**Anexo 75: Resultado de resistencia a la compresión diagonal de muretes  
a los 28 días con 3% de PET**



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz - Valeria Yojara Lozano Gomez Expediente N° : 153\_22\_33  
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 8/06/2022  
Fecha de emisión : 8/06/2022  
Ubicación del laboratorio : Huachipa -Lima-Perú  
Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 3%

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA NTP 339.621**

Identificación	Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Largo promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Espesor promedio (mm)	Fuerza máxima (kg)	Fuerza máxima (N)	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Esfuerzo V'm	
										kg/cm <sup>2</sup>	(Mpa)
Diseño 3% M-1	11/05/2022	8/06/2022	28	680	680	130	10860	106500	88400	8.69	0.852
Diseño 3% M-2	11/05/2022	8/06/2022	28	682	681	132	10789	105804	89958	8.48	0.832
Diseño 3% M-3	11/05/2022	8/06/2022	28	681	680	132	10825	106157	89826	8.52	0.836



MURETE M-1



MURETE M-2



MURETE M-3

**Certificados de calibración de equipos**

Certificado de calibración N° Prensa CMC -046-2021

**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.



  
 -----  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



**Anexo 76: Resultado de resistencia a la compresión diagonal de muretes  
a los 28 días con 9% de PET**



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz - Valeria Yojara Lozano Gomez  
Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"

Expediente N° : 153\_22\_34  
Fecha de ensayo : 8/06/2022  
Fecha de emisión : 8/06/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa -Lima-Perú  
Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 9%

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA NTP 339.621**

Identificación	Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Largo promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Espesor promedio (mm)	Fuerza máxima (kg)	Fuerza máxima (N)	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Esfuerzo V'm	
										(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
Diseño 9% M-1	11/05/2022	8/06/2022	28	679	678	130	10450	102479	88205	8.38	0.821
Diseño 9% M-2	11/05/2022	8/06/2022	28	680	681	131	10542	103382	89146	8.36	0.820
Diseño 9% M-3	11/05/2022	8/06/2022	28	680	680	131	10496	102931	89080	8.33	0.817



**MURETE M-1**



**MURETE M-2**



**MURETE M-3**

**Certificados de calibración de equipos**

Certificado de calibración N° Prensa CMC -046-2021

**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.



  
 -----  
**JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



**Anexo 77: Resultado de resistencia a la compresión diagonal de muretes  
a los 28 días con 12% de PET**



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz - Valeria Yojara Lozano Gomez  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022"

Expediente N° : 153\_22\_35  
 Fecha de ensayo : 8/06/2022  
 Fecha de emisión : 8/06/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa -Lima-Perú

Identificación muestra : Ladrillos de concreto con PET al 12%

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA NTP 339.621**

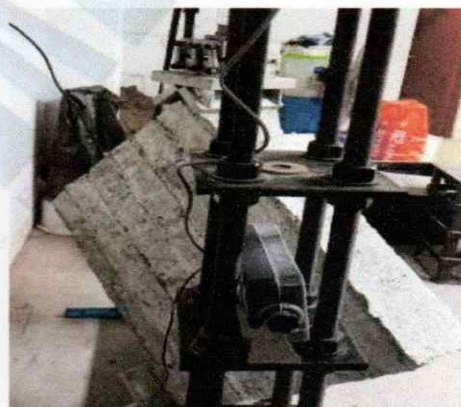
Identificación	Fecha de fabricación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Largo promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Espesor promedio (mm)	Fuerza máxima (kg)	Fuerza máxima (N)	Área bruta (mm <sup>2</sup> )	Esfuerzo V'm	
										(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
Diseño 12% M-1	11/05/2022	8/06/2022	28	682	681	131	10270	100714	89277	8.13	0.798
Diseño 12% M-2	11/05/2022	8/06/2022	28	681	680	130	10240	100420	88465	8.18	0.803
Diseño 12% M-3	11/05/2022	8/06/2022	28	682	681	131	10255	100567	89277	8.12	0.796



MURETE M-1



MURETE M-2



MURETE M-3

**Certificados de calibración de equipos**

Certificado de calibración N° Prensa CMC -046-2021

**Observaciones**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. La muestra fue proporcionada por el cliente.



  
 -----  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286



## Anexo 78: Resultado de resistencia a la compresión de mortero Tipo P1



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

Solicitante : María Felicita Canchari De La Cruz - Valeria Yojara Lozano Gomez Expediente N° : 153\_22\_36  
 Nombre del proyecto : "Influencia de sustitución parcial en volumen de agregado fino por PET sobre propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto Lima-2022" Fecha de ensayo : 8/06/2022  
 Fecha de emisión : 8/06/2022  
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.  
 Identificación muestra : Mortero Tipo P1 (1:3)

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO ESPECIMENS CUBICOS 50 mm ASTM C109/C109M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Lado promedio (mm)	Lado promedio (mm)	Área mm <sup>2</sup>	Carga máxima kg	Resistencia a la compresión kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión Mpa
Mortero Tipo P1	11/05/2022	8/06/2022	28	51	51	2601	5403	208	20.4
	11/05/2022	8/06/2022	28	51	50	2601	5213	200	19.7
	11/05/2022	8/06/2022	28	50	50	2500	5064	203	19.9

#### Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021  
 Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

#### Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. de CIP N° 84286

## Anexo 79: Panel Fotográfico



**Figura 1:** Muestras de los agregados



**Figura 2:** Elaboración de las hojuelas de pet



**Figura 3:** Cuarteo de muestras del agregado grueso y fino





**Figura 4:** Gravedad específica del agregado grueso, lavado de la muestra, sumergido de muestra y el secado en horno



**Figura 5:** Secado y pesado de muestras



**Figura 6:** Gravedad específica del agregado fino, exposición al aire libre y secado al horno





**Figura 7:** Llenado y apisonado en el cono



**Figura 8:** Humedad superficial, secado, llenado del material a la fiola, seguidamente el agua hasta la marca de 500cm<sup>3</sup>.



**Figura 9:** Granulometría de los agregados y PET, tamizado de muestras.



**Figura 10:** Peso unitario compactado del agregado grueso, fino y PET

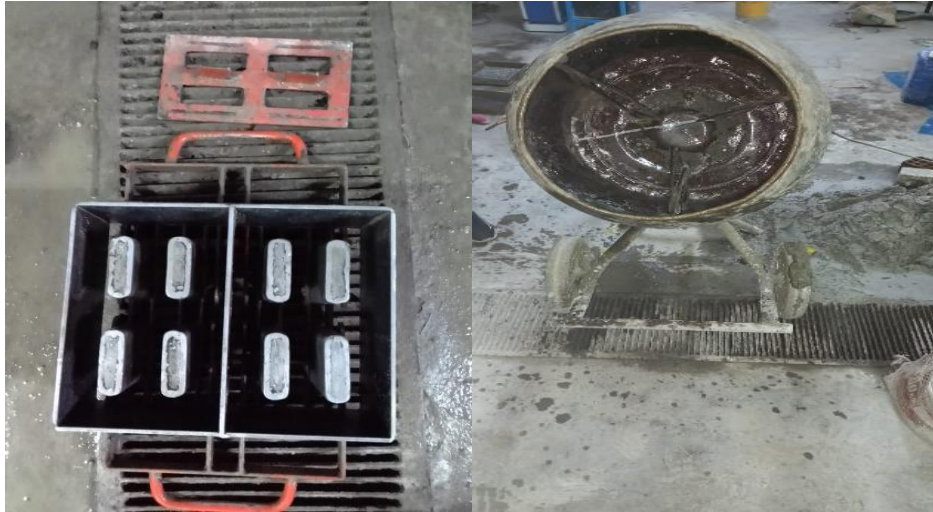


**Figura 11:** Peso unitario suelto del PET



**Figura 12:** Granulometría del agregado global con 0%, 3%, 9% y 12% de PET





**Figura 13:** Fabricación de unidades de albañilería, moldes de acero, mezcladora certificada.



**Figura 14:** Proporciones de las unidades de albañilería prueba piloto con 0%, 3%, 9% y 12% de PET, pesaje de los materiales.



**Figura 15:** Proporciones de las unidades de albañilería con 0%, 3%, 9% y 12% de PET



**Figura 16:** Mezcla de los materiales



**Figura 17:** Ensayo al concreto, prueba de Slump



**Figura 18:** Medida del asentamiento (1/2")





**Figura 19:** Peso unitario



**Figura 20:** Calculando la temperatura del concreto



**Figura 21:** Desmoldaje de ladrillos.



**Figura 22:** Secado de las unidades de albañilería prueba piloto 0%, 3%, 9% y 12% de PET



**Figura 23:** Ensayo de la resistencia a compresión del mortero Tipo P1 (1:3)





**Figura 24:** Secado de las unidades de albañilería con 0% y 3% de PET.



**Figura 25:** Secado de las unidades de albañilería con 9% y 12% de PET.



**Figura 26:** Primer día de curado de las unidades de albañilería de 0,3,9 y 12% con PET.



**Figura 27:** Segundo día de curado de las unidades de albañilería con 0%,3%,9% y 12% de PET



**Figura 28:** Ensayo del alabeo de los 4 diseños





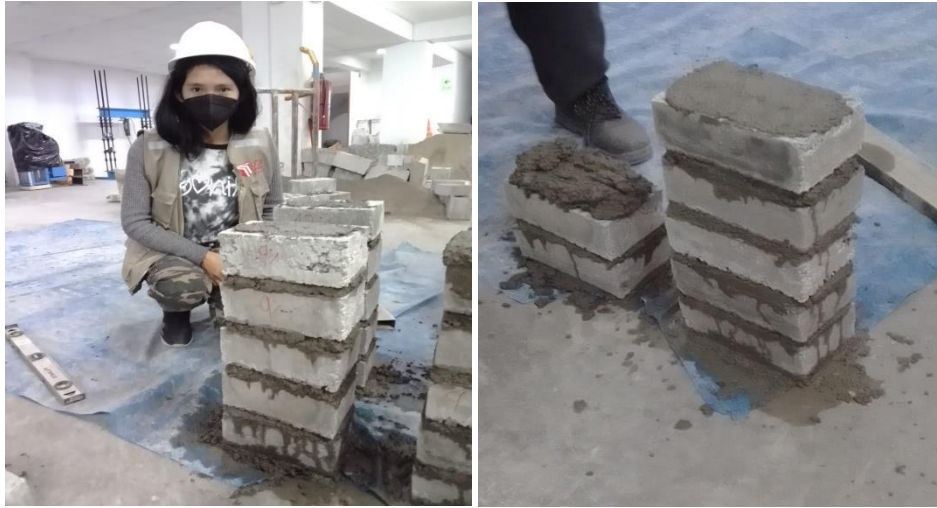
**Figura 29:** Ensayo de la variación dimensional de los 4 diseños



**Figura 30:** Ensayo de absorción y densidad de los 4 diseños



**Figura 31:** Ensayo de resistencia a la compresión



**Figura 32:** construcción de las pilas de 5 hileras



**Figura 33:** Curado de las pilas y muretes



**Figura 34:** Ensayo de la compresión axial en pilas a los 28 días



**Figura 35:** Ensayo de la resistencia a la compresión diagonal en muretes a los 28 días





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, CASSO VALDIVIA HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN EN VOLUMEN DE AGREGADO FINO POR PET SOBRE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LADRILLOS DE CONCRETO LIMA-2022", cuyos autores son LOZANO GOMEZ VALERIA YOJARA, CANCHARI DE LA CRUZ MARIA FELICITA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 21 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CASSO VALDIVIA HUGO <b>DNI:</b> 43361836 <b>ORCID</b> 0000-0002-7891-0819	Firmado digitalmente por: HCASSOV el 25-07-2022 18:47:04

Código documento Trilce: TRI - 0357309