ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.879

Structural Concrete Blocks with Recycled PET: Density, Absorption and Compressive Strength

Manix Acosta-Alvarado[1]; Armando Rodriguez-Moreno[2]; Cinthya Alvarado[3]
[1,2,3]Universidad Privada del Norte, Perú, *n00040707@upn.pe, n00135514@upn.pe, cinthya.alvarado@upn.edu.pe*

Abstract*– Plastic is one of the main contributors to environmental pollution, which prompted this research aimed at evaluating the influence of adding recycled PET plastic on the density, absorption, and compressive strength of concrete blocks intended for structural use. An experimental design was employed, producing blocks with a control sample and incorporating recycled PET in proportions of 5%, 10%, and 15%. Concrete blocks with recycled PET were subjected to standard tests according to NTP 399.602:2017, including compressive strength, dry density and absorption. The results showed compressive strengths of 15.51, 13.57, and 12.57 MPa, absorption values of 73, 80, and 84 kg/m³, and densities of 2074, 2050, and 1989 kg/m³, respectively, for the different PET proportions. It is concluded that adding 5% recycled PET plastic meets the minimum requirements established by the standard, positioning it as a sustainable alternative for manufacturing concrete blocks.

***Keywords*—Recycled PET plastic, concrete blocks, compressive strength, sustainable construction materials, structural use.**

Bloques de Concreto Estructural con PET Reciclado: Densidad, Absorción y Resistencia a la Compresión

Manix Acosta-Alvarado[1]; Armando Rodriguez-Moreno[2]; Cinthya Alvarado[3]
[1,2,3]Universidad Privada del Norte, Perú, *n00040707@upn.pe, n00135514@upn.pe, cinthya.alvarado@upn.edu.pe*

Resumen*– El plástico es uno de los principales responsables de la contaminación ambiental, lo que motivó esta investigación orientada a evaluar la influencia de la incorporación de plástico reciclado PET en la densidad, absorción y resistencia a la compresión de bloques de concreto destinados a uso estructural. Se utilizó un diseño experimental, elaborando bloques con una muestra patrón y añadiendo PET reciclado en proporciones del 5%, 10% y 15%. Los bloques de concreto con PET reciclado se sometieron a ensayos estándar según la norma NTP 399.602:2017, incluyendo resistencia a la compresión, densidad seca y absorción. Los resultados mostraron resistencias a la compresión de 15.51, 13.57 y 12.57 MPa, valores de absorción de 73, 80 y 84 kg/m³, y densidades de 2074, 2050 y 1989 kg/m³, respectivamente, para las diferentes proporciones de PET. Se concluye que la adición de un 5% de plástico PET permite cumplir con los requisitos mínimos establecidos por la normativa, posicionándose como una alternativa sostenible en la fabricación de bloques de concreto.

***Palabras clave*— Plástico PET reciclado, bloques de concreto, resistencia a la compresión, materiales de construcción sostenibles, uso estructural.**

I. Introducción

Los residuos plásticos a nivel mundial superan los 25 millones de toneladas al año, y se estima que para 2050 alcanzarán los 12 mil millones de toneladas acumuladas en vertederos y el medio ambiente [1]. Los residuos plásticos, al ser materiales no biodegradables y ambientalmente peligrosos, presentan un desafío significativo para su tratamiento y reutilización [2], especialmente en países en desarrollo, lo que lleva a prácticas como su quema o vertido en tierra y cuerpos de agua [3]. La conversión de residuos en productos útiles no solo reduce la necesidad de materias primas, sino que también agrega valor económico a los desechos, promoviendo una economía más sostenible [4].

La creciente necesidad de vivienda, impulsada por un aumento poblacional global de aproximadamente 80 millones de personas al año, plantea desafíos significativos en términos de sostenibilidad y acceso a materiales [5]. La industria del concreto es responsable de entre el 5% y el 6% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero [6]. La sustitución de áridos naturales por materiales reciclados, como el PET, puede reducir significativamente el impacto ambiental de la construcción [7]. Incorporar plásticos reciclados en el concreto es una estrategia ambientalmente amigable que prolonga la vida útil de estos residuos y reduce su impacto ambiental [8].

Los estudios preliminares indican que el uso de PET en aplicaciones de refuerzo para estructuras de concreto reforzado tiene un gran potencial tanto a nivel de material como de componente estructural [9]. El PET reciclado puede integrarse en el concreto como fibras, escamas o gránulos como un sustituto parcial de los agregados, lo que diversifica sus aplicaciones en la construcción [10]. Además, el uso de agregados de PET permite obtener mezclas de concreto con comportamientos mecánicos similares al concreto natural, pero con menor peso volumétrico [11].

En los últimos años, el interés por el uso de PET reciclado en materiales de construcción ha ido en aumento. Un análisis de tendencias en publicaciones científicas realizado con RStudio y la herramienta bibliometrix/biblioshiny revela un incremento significativo en los artículos relacionados con la fórmula de búsqueda “PET AND concrete” entre 2016 y el 2024 indexados en la base de datos Scopus, con un crecimiento anual promedio del 2%, tal como se puede observar en la Fig. 1. Esto refleja la creciente atención hacia soluciones sostenibles en la industria de la construcción.

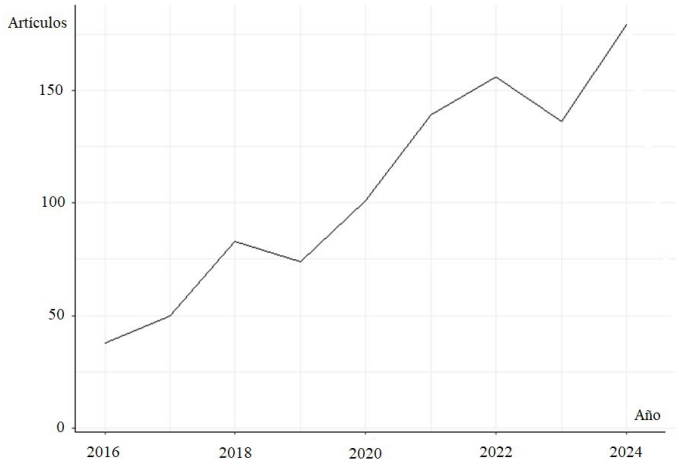

Fig. 1 Producción científica anual de “PET AND concrete”.

Aunque se han publicado numerosos estudios sobre “PET AND concrete”, un análisis con RStudio indica que la mayor parte de las investigaciones fueron elaboradas en países como China e India, mientras que regiones como América Latina, donde la gestión de residuos plásticos es crítica, están subrepresentadas, como se puede muestra en la Fig. 2. Este vacío evidencia la necesidad de evaluar su viabilidad en contextos locales como Trujillo, Perú.

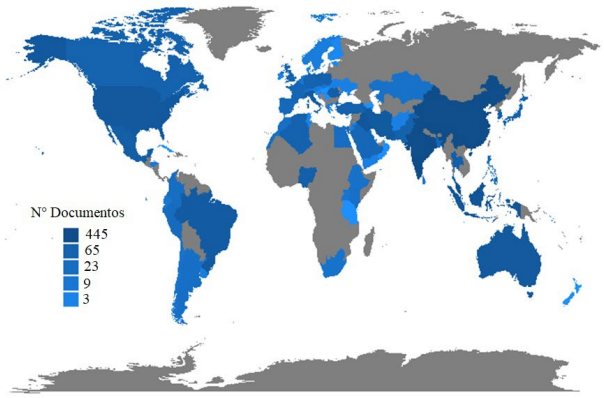

Fig. 2 Producción científica por país de "PET AND concrete".

Las temáticas predominantes en la literatura son: *polyethylene terephthalates*, *plastic bottles*, *compressive strength*, *plastic recycling* y *reinforced concrete*, tal como se ilustra en la Fig. 3, de esta se puede deducir que es importante para la comunidad científica estudiar la propiedad de resistencia a la compresión del concreto reforzado con plástico de botellas reciclado.

Fig. 3 Gráfico de nubes de "PET AND concrete".

La mampostería, compuesta por bloques o ladrillos unidos con mortero, es uno de los materiales más comunes en la construcción, ya que resiste fuerzas verticales y horizontales en edificaciones de uno o varios niveles. En el caso de la mampostería de bloques huecos de concreto, los criterios para la aplicación del mortero juegan un papel crucial en la efectividad de la interfaz y la transferencia de cargas [12]

Los bloques de concreto con adición de PET reciclado es una alternativa sostenible que requiere un mayor estudio para encontrar el porcentaje óptimo de dosificación. Por lo tanto, en este artículo científico, tenemos como objetivo determinar la influencia del PET reciclado en la densidad, absorción y resistencia a la compresión en bloques de concreto.

II. Metodología

La población estuvo conformada por los bloques de concreto con adición de PET reciclado en la ciudad de Trujillo. La muestra fueron 60 bloques de concreto, como se muestra en la Tabla 1, con 0%, 5%, 10% y 15% de PET reciclado; los cuales fueron ensayados por resistencia a la compresión, absorción y densidad seca a los 7, 14 y 28 días, donde se utilizaron 3 unidades por cada diseño de mezcla.

TABLA I
NÚMERO DE UNIDADES A ENSAYAR

Ensayos / % PET		0%	5%	10%	15%
Densidad seca al horno (kg/m^3)		3	3	3	3
Absorción (kg/m^3)		3	3	3	3
Resistencia a la compresión (Mpa)	7 días	3	3	3	3
	14 días	3	3	3	3
	28 días	3	3	3	3
TOTAL		60			

En la Fig. 4 se aprecian las dimensiones de los bloques de concreto, cuyas dimensiones fueron 22 cm x 12 cm x 9 cm, además hay una abertura en el centro de la cara superior, dejando paredes de 2.5 cm de espesor.

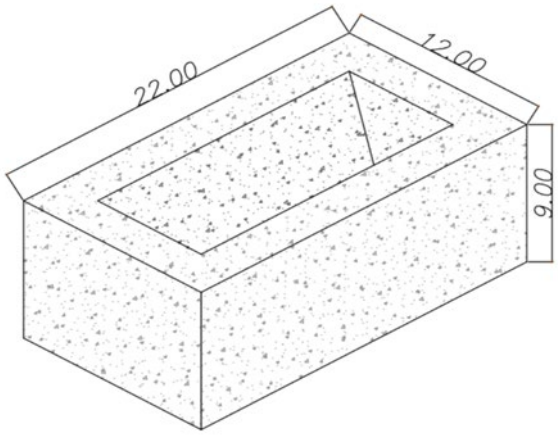

Fig. 4 Dimensiones del bloque de concreto.

En la Fig. 5 se representa el procedimiento experimental, el cual comenzó con la adquisición de los materiales, donde los agregados finos y gruesos fueron obtenidos de la Cantera Gutiérrez en Chicama, La Libertad, Perú, siguiendo la NTP 400.010:2016, y el plástico PET reciclado fue recolectado y triturado para alcanzar el tamaño requerido. Los materiales se caracterizaron en el laboratorio mediante análisis granulométrico (NTP 400.012), determinación de humedad total evaporable (NTP 339.185), evaluación del peso específico y absorción de agregados (NTP 400.021/NTP 400.022). A partir de estos datos, se diseñaron cuatro mezclas de concreto (ACI 211.1) con reemplazos parciales del agregado fino por PET en proporciones de 0%, 5%, 10% y 15%, considerando parámetros como relación agua/cemento, asentamiento y proporción de agregados. Se elaboraron bloques de concreto de 9 cm x 12 cm x 22 cm con cavidades y

paredes de 2.5 cm, y se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas mediante ensayos de resistencia a la compresión (NTP 399.604:2017) a 7, 14 y 28 días, densidad seca y absorción. Los resultados obtenidos fueron analizados para determinar el efecto del PET reciclado en la densidad, absorción y resistencia a la compresión de los bloques de concreto. En la Fig. 6 se muestran las probetas elaboradas.

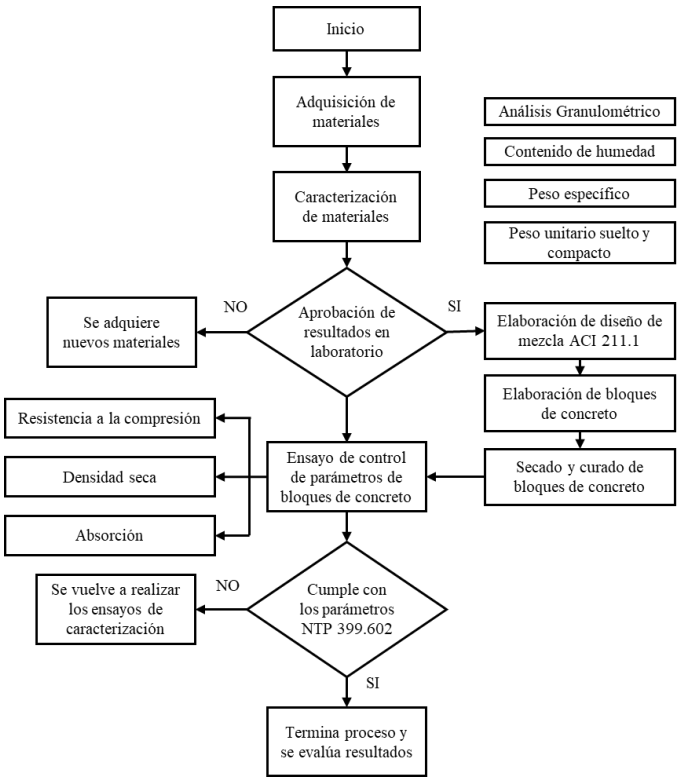

Fig. 5 Procedimiento experimental.

Fig. 6 Probetas de bloques de concreto elaboradas.

III. Resultados y Discusión

En la Tabla II se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de caracterización del agregado grueso y fino, así como, las normas que se siguieron para la elaboración de los ensayos. En la Fig. 7 se detalla la granulometría del agregado fino, grueso y PET, este último sirvió como reemplazo de la arena fina. El PET lo obtuvimos del proceso de reciclaje durante un tiempo propio y de familiares, el cual se llevó a triturar a un molino especializado para poder reducirlo hasta el tamaño requerido en esta investigación.

TABLA II
CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Característica física	Norma	Arena gruesa	Confitillo
Contenido de humedad	NTP.339.185	1.45%	0.76%
Peso específico	NTP.400.021	2620 kg/m^3	2540 kg/m^3
	NTP.400.022		
Absorción	NTP.400.021	2.10%	2.30%
	NTP.400.022		
Peso unitario suelto	NTP.400.017	1598 kg/m^3	1427 kg/m^3
Peso unitario compacto	NTP.400.017	1754 kg/m^3	1475 kg/m^3

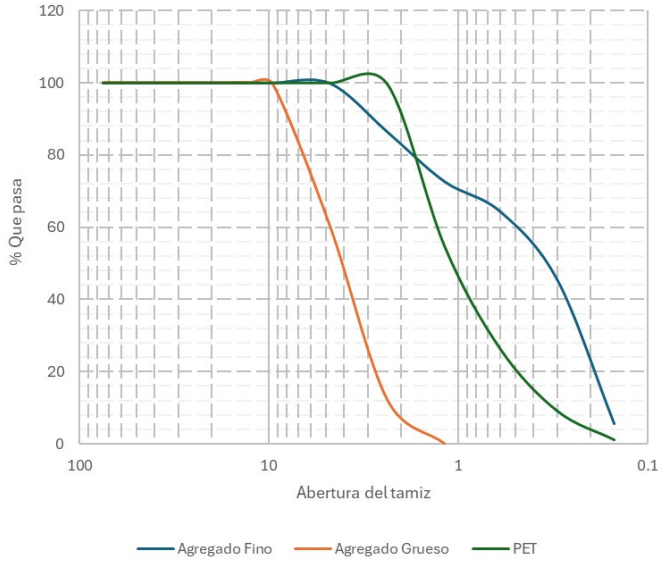

Fig. 7 Análisis Granulométrico del Agregado fino, grueso y PET.

En la Tabla III se ilustra la cantidad de materiales que intervinieron en la elaboración de los bloques de concreto, los cuales fueron calculados con el diseño de mezcla según la norma ACI 211.1. El cálculo se realizó en base a los 60 bloques de concreto, en proporción a un diseño de 1 m^3.

TABLA III
DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN ACI 211.1

Material	Cantidades en kg			
	0% PET	5% PET	10% PET	15% PET
Agua	9.81	9.81	9.81	9.81
Cemento	13.36	13.36	13.36	13.36
Confitillo	30.32	30.32	30.32	30.32
Arena fina	35.24	33.48	31.72	29.96
PET	0.00	1.76	3.52	5.29

Según la norma NTP 399.602:2017, los bloques de concreto se clasifican por su densidad en peso liviano, medio y normal. En la Fig. 8, se aprecia como varía la densidad seca en los bloques de concreto conforme aumenta el PET añadido, observándose un peso normal a 0%, 5% y 10%, ya que tienen una densidad mayor a 2000 kg/m^3, mientras que un peso medio, inferior al normal, para el 15%.

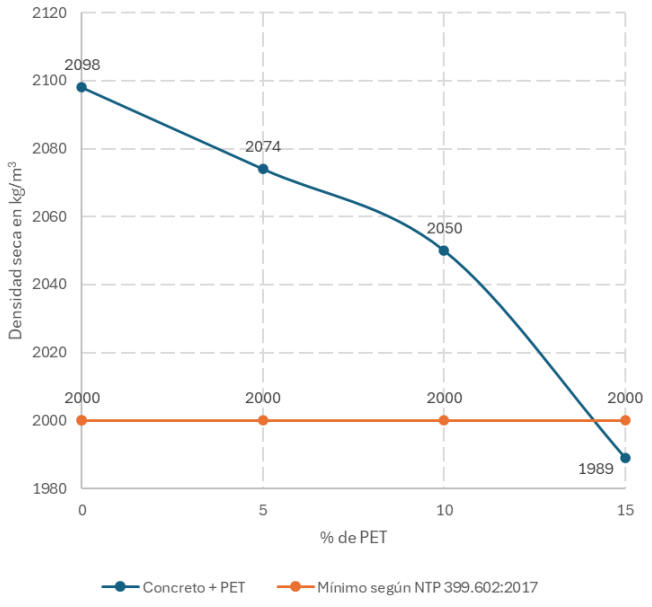

Fig. 8 Densidad seca kg/m^3 de los bloques de concreto con PET.

En la Fig. 9, se evidencia como aumenta la absorción en kg/m^3 de los bloques de concreto conforme aumenta el PET. De acuerdo con la norma NTP 399.602:2017 la absorción máxima para un peso normal es de 208 kg/m^3, por lo que todas las dosificaciones están dentro del rango.

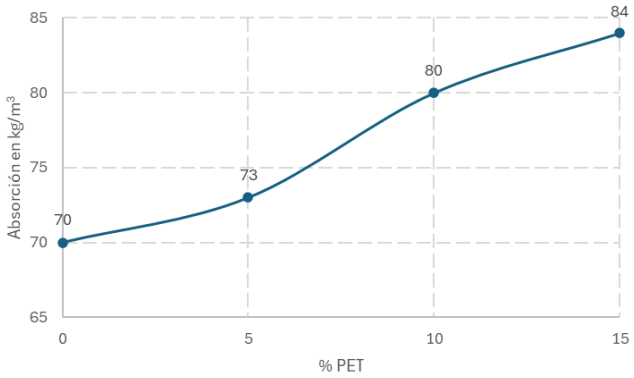

Fig. 9 Absorción en kg/m^3 de los bloques de concreto con PET.

En la Fig. 10, se pone de manifiesto como aumenta la resistencia a la compresión de los bloques de concreto conforme aumenta el PET, de acuerdo con el tiempo de curado 7, 14 y 28 días. Según la NTP 399.602:2017 la resistencia mínima es 140 kg/cm^2, por lo que, con 0% y 5% de PET supera esa resistencia a los 28 días de curado, como podemos evidenciar en la Fig. 11.

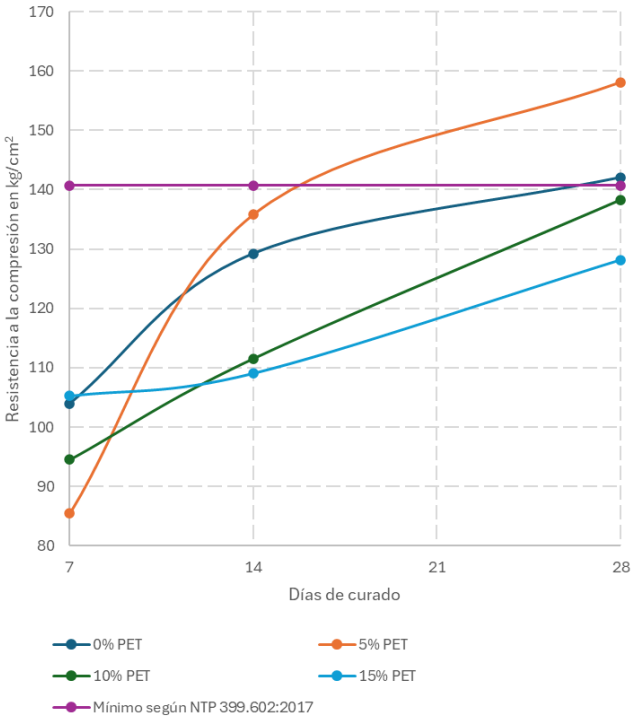

Fig. 10 Resistencia a la compresión de los bloques de concreto.

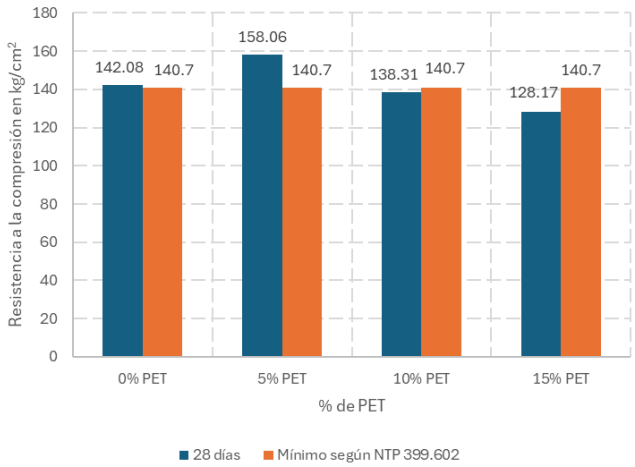

Fig. 11 Resistencia a la compresión de los bloques de concreto.

IV. Discusión

Esta investigación se centra en analizar el efecto de la adición de plástico PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto destinados a uso estructural, destacando la importancia de esta estrategia en el contexto de la construcción sostenible. Los resultados obtenidos muestran que los bloques con 5% de PET presentan un rendimiento notable, alcanzando una resistencia a la compresión de 158.06 kg/cm^2, lo que se mantiene dentro de los requisitos establecidos por la norma NTP 399.602:2017. Este porcentaje también exhibe una absorción de 73 kg/m^3 (3.49%) y una densidad de 2074 kg/m^3, parámetros adecuados para garantizar su uso estructural. Si bien al incrementar el contenido de PET a 10% y 15% se observa una disminución progresiva en la resistencia a la compresión y un aumento en la absorción, los valores registrados demuestran que la mezcla es viable para usos específicos siempre que se mantenga un control adecuado en el diseño de mezcla.

El análisis comparativo con investigaciones previas resalta la mejora en las propiedades de los bloques con PET frente a estudios como en las Ref. [13], [14] y [15]. En estos casos, los bloques fabricados con PET mostraron limitaciones significativas en resistencia y absorción, lo que los hacía menos viables para aplicaciones estructurales. En cambio, en esta investigación se demuestra que, al optimizar la proporción de PET, específicamente con 5%, es posible mantener e incluso mejorar ciertas propiedades mecánicas clave, como la resistencia a la compresión, en comparación con los bloques convencionales. Por ejemplo, mientras que la Ref. [14] reporta valores de resistencia mucho más bajos para bloques con 5% de PET (34.89 kg/cm^2), en esta investigación se logra casi quintuplicar esta resistencia, posicionándose como una opción más robusta y eficiente.

Respecto a la absorción, se encontró que esta aumenta progresivamente con el contenido de PET, alcanzando 84 kg/m^3 (4.22%) con un 15% de PET, un valor que, aunque mayor que el de los bloques convencionales de 70 kg/m^3 (3.37%), sigue siendo significativamente inferior al reportado en investigaciones como en la Ref. [16], que identificó incrementos de hasta 171% en absorción con proporciones similares. Esto sugiere que los métodos y procedimientos adoptados en esta investigación, como la granulometría adecuada del PET y el diseño de mezcla optimizado, contribuyeron a minimizar estos efectos negativos.

En cuanto a la densidad, los resultados reflejan una tendencia a la disminución al aumentar el contenido de PET, lo cual puede ser ventajoso para ciertas aplicaciones estructurales, ya que reduce el peso del material, facilitando su transporte e instalación. Por ejemplo, los bloques con 5% de PET alcanzaron una densidad de 2074 kg/m^3, clasificándose como de peso normal, mientras que con 15% de PET esta disminuyó a 1989 kg/m^3, entrando en la categoría de peso medio según la NTP 399.602:2017. Estos resultados se alinean con investigaciones como en la Ref. [17], quienes obtuvieron efectos similares al incorporar PET en bloques de concreto.

Respecto a las implicancias prácticas y teóricas de los hallazgos. Desde un enfoque práctico, se demuestra que el uso de PET reciclado en proporciones adecuadas puede emular las propiedades de un bloque convencional, contribuyendo a una reducción en el consumo de materias primas y promoviendo la sostenibilidad en la industria de la construcción. Teóricamente, se establece una base sólida para futuras investigaciones enfocadas en la optimización del uso de materiales reciclados en concreto, destacando que el 5% de PET ofrece un equilibrio ideal entre rendimiento mecánico y sostenibilidad.

Sin embargo, la investigación enfrenta limitaciones que deben considerarse. Una de ellas es la dificultad para determinar el diámetro óptimo del PET triturado, ya que estudios previos indican que diámetros menores favorecen mejores resultados, pero no establecen un estándar definido. Además, el proceso artesanal de trituración del PET resultó complejo y prolongado, subrayando la necesidad de equipos especializados para garantizar la homogeneidad del material y la eficiencia del proceso.

En resumen, esta investigación proporciona evidencia de que la incorporación de PET reciclado, particularmente en proporciones del 5%, no solo es viable, sino también ventajosa para la fabricación de bloques de concreto con aplicaciones estructurales. Este enfoque no solo reduce el impacto ambiental del uso de recursos naturales, sino que también introduce un uso innovador y sostenible para los residuos plásticos, fomentando la transición hacia una economía circular en la industria de la construcción.

IV. Conclusiones y Recomendaciones

Se concluye que la adición de 5% de plástico PET reciclado en bloques de concreto para uso estructural cumple los requisitos mínimos establecidos por la NTP 399.602:2017, mostrando resultados favorables en términos de densidad de

2074 kg/m^3, absorción de 73 kg/m^3 (3.49%) y resistencia a la compresión de 158.06 kg/cm^2. Se caracterizaron los insumos según normativas para un diseño de mezcla basado en el método ACI Committee 211, incorporando PET en proporciones de 5%, 10% y 15% como reemplazo parcial del agregado fino. Los bloques con 5% y 10% de PET fueron clasificados como de peso normal, mientras que los de 15% fueron de peso medio, con densidades decrecientes de 2098 kg/m^3 (0% PET) a 1989 kg/m^3 (15% PET). En cuanto a la absorción, esta incrementó con el contenido de PET, alcanzando un máximo de 84 kg/m^3 con 15% PET. La resistencia a la compresión disminuyó ligeramente con mayores porcentajes de PET, aunque los bloques de 5% de PET presentaron un f'c de 158.06 kg/cm^2 que es superior al bloque convencional de 140.7 kg/cm^2, manteniendo su viabilidad estructural. Finalmente, los bloques con 5% de PET se identificaron como la mejor opción optimizando absorción, densidad y resistencia a la compresión, y destacando su potencial como una alternativa sostenible en la construcción.

Se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar la incorporación de PET en bloques de concreto, considerando diversos aspectos. Es importante investigar intervalos de porcentaje de PET entre 5% y 10% para determinar la cantidad óptima que cumpla con los requisitos establecidos en la NTP 399.602 y maximice la reutilización de este material en la fabricación de bloques. Asimismo, se sugiere evaluar el uso de PET con diámetros menores a 3 mm, obtenidos mediante procesos de trituración o fundición y molienda, ya que un tamaño más pequeño podría mejorar la adhesión al concreto, reducir los vacíos y aumentar la resistencia. Además, se recomienda realizar un análisis comparativo de los costos de producción entre bloques de concreto con PET y bloques convencionales, considerando aspectos como la adquisición, el procesamiento del PET y la viabilidad económica de su implementación. Otro tema sugerido para ampliar la presente investigación es evaluar la reducción en la huella de carbono con el uso de PET en bloques de concreto. Finalmente, se sugiere prestar especial atención al acabado de las caras superior e inferior de los bloques para evitar irregularidades convexas o cóncavas, ya que estas podrían influir negativamente en la distribución uniforme de cargas durante las pruebas de resistencia a la compresión (f'c), generando datos imprecisos.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Privada del Norte por brindarnos las instalaciones y recursos necesarios para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

[1] M. A. Al-Sinan y A. A. Bubshait, "Using Plastic Sand as a Construction Material toward a Circular Economy: A Review", Sustainability, vol. 14, núm. 11, p. 6446, may 2022, doi: 10.3390/su14116446.

[2] P. O. Awoyera, O. B. Olalusi, S. Ibia, y K. Prakash A., "Water absorption, strength and microscale properties of interlocking concrete blocks made with plastic fibre and ceramic aggregates", Case Studies in Construction Materials, vol. 15, p. e00677, dic. 2021, doi: 10.1016/j.cscm.2021.e00677.

[3] H. T. Mohan, K. Jayanarayanan, y K. M. Mini, "Recent trends in utilization of plastics waste composites as construction materials", Construction and Building Materials, vol. 271, p. 121520, feb. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121520.

[4] H. Goyal, R. Kumar, y P. Mondal, "Life cycle analysis of paver block production using waste plastics: Comparative assessment with concrete paver blocks", Journal of Cleaner Production, vol. 402, p. 136857, may 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.136857.

[5] J. D. J. Pérez Bueno et al., "A Novel Green Alternative for a Room Prototype Constructed with Entire Recycled PET Bottles and a Green Roof Composed of Waste Materials", Applied Sciences, vol. 11, núm. 17, p. 7901, ago. 2021, doi: 10.3390/app11177901.

[6] G.-W. Cha et al., "Evaluating recycling potential of demolition waste considering building structure types: A study in South Korea", Journal of Cleaner Production, vol. 256, p. 120385, may 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120385.

[7] L. A. Cuenca-Romero, R. Arroyo, Á. Alonso, S. Gutiérrez-González, y V. Calderón, "Characterization properties and fire behaviour of cement blocks with recycled polyurethane roof wastes", Journal of Building Engineering, vol. 50, p. 104075, jun. 2022, doi: 10.1016/j.jobe.2022.104075.

[8] R. Sharma y P. P. Bansal, "Use of different forms of waste plastic in concrete – a review", Journal of Cleaner Production, vol. 112, pp. 473–482, ene. 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.08.042.

[9] Y.-L. Bai, Z.-W. Yan, T. Ozbakkaloglu, J.-G. Dai, J.-F. Jia, y J.-B. Jia, "Dynamic Behavior of PET FRP and Its Preliminary Application in Impact Strengthening of Concrete Columns", Applied Sciences, vol. 9, núm. 23, p. 4987, nov. 2019, doi: 10.3390/app9234987.

[10] L. Abubakar, N. Yeasmin, y A. Bhattacharjee, "Waste Polyethylene Terephthalate (PET) as a Partial Replacement of Aggregates in Sustainable Concrete", Construction Materials, vol. 4, núm. 4, pp. 738–747, nov. 2024, doi: 10.3390/constrmater4040040.

[11] S. K. R. Bijivemula y V. Noolu, "Analysis of mechanical and durability properties of alkali activated blocks using PET flakes and Fly-ash", Materials Today: Proceedings, vol. 43, pp. 1093–1097, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.08.326.

[12] M. Mesa-Lavista, P. Romo-Letechipía, J. Álvarez-Pérez, R. González-Alcorta, J. H. Chávez-Gómez, y G. Fajardo-San Miguel, "Shear strength dataset of hollow concrete block masonry with different mortar bedding", Data in Brief, vol. 57, p. 111144, dic. 2024, doi: 10.1016/j.dib.2024.111144.

[13] B. Caballero y L. Florez, "Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción", Tesis de Pregrado, Universidad de Cartagena, 2017. [En línea]. Disponible en: https://hdl.handle.net/11227/4404.

[14] Y. Moran, "Evaluación de la resistencia a compresión y absorción de los bloques huecos a base de cemento, arena, sascab y gravilla con adición de triturado fino de pet", Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Chetumal, 2017. [En línea]. Disponible en: https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/540.

[15] M. Mokhtar, M. Kaamin, S. Sahat, y N. B. Hamid, "The Utilisation of Shredded PET as Aggregate Replacement for Interlocking Concrete Block", E3S Web Conf., vol. 34, p. 01006, 2018, doi: 10.1051/e3sconf/20183401006.

[16] M. Calmet, "Influencia del porcentaje en peso de PET molido sobre la densidad, absorción de agua y resistencia a la compresión en bloques de concreto", Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, 2019. [En línea]. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12692/39213.

[17] J. Sandoval y R. Guzmán, "Propuesta de elaboración y diseño de bloques de concreto simple y pet reciclado para muros de mampostería en la ciudad de Piura", Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, 2019. [En línea]. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12692/53474.