ISSN 2594-2298

Prefijo DOI: 10.70417

© FEGLININ

| Año 10, No 39, octubre - diciembre 2026 |
https://doi.org/10.70417/.254rA(Tyv21

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE BLOQUES MULTIMATERIALES PARA VIVIENDAS EN GUERRERO



EXPERIMENTAL ANALYSIS OF MULTIMATERIAL BLOCKS FOR HOUSING IN GUERRERO

Elioenai Alvarez Solano[1]
Mtro. Alfredo Cuevas Sandoval[2]
Mtro. Raziel Barragán Trinidad[3]
Dr. Sulpicio Sánchez Tizapa[4]

RESUMEN

La acumulación de residuos de tereftalato de polietileno (PET) impulsa la búsqueda de alternativas sostenibles para su aprovechamiento en la construcción. Esta investigación tuvo como objetivo analizar el comportamiento mecánico de bloques multimateriales elaborados con botellas PET de 600 mL, tierra compactada, mortero tipo I y malla hexagonal. Se fabricaron dos tipos de bloques: A, con botellas de Cola, y B, con botellas de Yoli. Se realizaron ensayos de compresión simple y diagonal a los 14 y 28 días. Se aplicó estadística descriptiva y la prueba *t* de Student para determinar diferencias significativas entre ambos tipos de bloques. A los 28 días, el Bloque A alcanzó 21.5 kg/cm² en compresión simple y 6.1 kg/cm² en diagonal, mientras que el Bloque B obtuvo 18.8 y 4.8 kg/cm², respectivamente. Aunque el Bloque A presentó mayores resistencias promedio, las diferencias no fueron estadísticamente significativas (*p* = .218 y *p* = .416). Los resultados muestran potencial para aprovechar PET en viviendas sostenibles.

ABSTRACT

The accumulation of polyethylene terephthalate (PET) waste has driven the search for sustainable alternatives for its use in construction. This study aimed to analyze the mechanical behavior of multi-material blocks made with 600 mL PET bottles, compacted soil, Type I mortar, and hexagonal wire mesh. Two types of blocks were manufactured: Type A, using Coca-Cola bottles, and Type B, using Yoli bottles. Simple and diagonal compression tests were conducted at 14 and 28 days. Descriptive statistics and Student's t-test were applied to determine significant differences between the two types of blocks. At 28 days, Block A reached 21.5 kg/cm² in simple compression and 6.1 kg/cm² in diagonal compression, while Block B obtained 18.8 and 4.8 kg/cm², respectively. Although Block A exhibited higher average strengths, the differences were not statistically significant (p = .218 and p = .416). These results demonstrate the potential of PET utilization in sustainable housing.

Palabras clave: PET, tierra-PET, mortero, malla de gallinero, bloques multimateriales.

Key Words: *PET, soil–PET, mortar, chicken wire mesh, multimaterial blocks.*

INTRODUCCIÓN

Para comprender la problemática ambiental asociada a los residuos plásticos, es necesario considerar su impacto a escala mundial. La contaminación por plásticos constituye uno de los principales desafíos ambientales del siglo XXI debido a su elevada producción y limitada recuperación. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) estima que anualmente se generan más de 400 millones de toneladas de plástico, mientras que la

[1] Elioenai Alvarez Solano 21391977@uagro.mx; Tesista del PE de Ingeniero Civil.

[2] Alfredo Cuevas Sandoval 08721@uagro.mx; Profesor de la Facultad de Ingeniería de la UAGro.

[3] Raziel Barragán Trinidad, razielbt@gmail.com; Profesor de la Facultad de Ingeniería de la UAGro.

[4] [4] Sulpicio Sánchez Tizapa, sstizapa@uagro.mx; Coordinador General de Posgrados e Investigación de la FI-UAGro.

ISSN 2594-2298
Prefijo DOI: 10.70417

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) destaca que el aprovechamiento del tereftalato de polietileno (PET) mediante estrategias de economía circular representa una alternativa para reducir su impacto ambiental (UNEP, 2023; OECD, 2022).

En México, la generación de residuos sólidos urbanos continúa en aumento. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), durante 2022 se recolectaron en promedio 108 146 toneladas diarias de residuos, dentro de los cuales los plásticos representan una fracción importante con potencial de reciclaje. En respuesta, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) impulsa estrategias orientadas al reciclaje y valorización de estos materiales (INEGI, 2025; SEMARNAT, 2025).

En el estado de Guerrero, el crecimiento urbano, la actividad turística y la extensa franja costera favorecen la acumulación de residuos plásticos. Esta problemática es más evidente en municipios como Acapulco, Chilpancingo, Iguala, Taxco y Zihuatanejo, donde la elevada concentración poblacional incrementa la generación de envases de PET, haciendo necesario promover alternativas para su aprovechamiento (SEMARNAT, 2025; Martínez-Orgániz, 2023). Considerando la elevada persistencia del PET en el ambiente y el prolongado tiempo requerido para su degradación, su incorporación en el presente proyecto representa una alternativa para transformar un residuo de larga permanencia en un componente con una función útil dentro de un elemento constructivo.



Figura 1: Vida útil del pet. Fuente: Elaboración propia con ayuda de IA.

En este contexto, el uso de PET reciclado en materiales de construcción ha adquirido relevancia debido a su potencial para mejorar el desempeño mecánico y contribuir a la sostenibilidad. Estudios recientes reportan que su incorporación favorece la capacidad de deformación y reduce la propagación de fisuras en materiales cementicios (Lee, 2023; Silva, 2023; Albatayneh, 2024). Sin embargo, son limitadas las investigaciones que integran simultáneamente tierra, mortero, PET reciclado y malla de acero en un mismo elemento constructivo y evalúan su comportamiento mediante un enfoque experimental y numérico. En este sentido un *bloque multimaterial* se define como un elemento constructivo conformado por la integración de dos o más materiales con propiedades físicas y mecánicas diferentes, diseñados para trabajar de manera conjunta y aprovechar las ventajas individuales

ISSN 2594-2298
Prefijo DOI: 10.70417
© FEGLININ
| Año 10, No 39, octubre - diciembre 2026 |
https://doi.org/10.70417/.254rAtTqv2l

de cada componente con el fin de mejorar el desempeño estructural, la durabilidad y la sostenibilidad del sistema constructivo.

Por ello, la presente investigación analiza el comportamiento mecánico de bloques multimateriales elaborados con tierra, mortero, PET reciclado y malla de acero, con el propósito de generar evidencia que contribuya al desarrollo de materiales de construcción más sostenibles y al aprovechamiento de residuos plásticos.

METODOLOGÍA

Los materiales empleados para la fabricación de los bloques se utilizaron botellas *PET* recicladas de capacidad de 600 mL (de bebida de cola y Yoli), que produce The Coca Cola Company. Las botellas fueron recolectadas en centros de acopio y espacios recreativos de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero. Cada botella se llenó con tierra que previamente se cribó mediante malla No. 4 y compactada manualmente en tres capas. El peso promedio de las botellas llenadas fue de aproximadamente 0.80 kg. Como material aglutinante para llenar los espacios entre botellas se utilizó mortero tipo I elaborado con cemento gris y cenicilla azul proveniente de la zona de la presa de Cerrito rico, el banco se denomina “Roca Eterna”. El proporcionamiento del mortero empleado fue 1:6. En refuerzo se utilizó malla hexagonal (malla gallinera), para mejorar la adherencia y estabilidad de los bloques.



Figura 2. Recolección de botellas pet

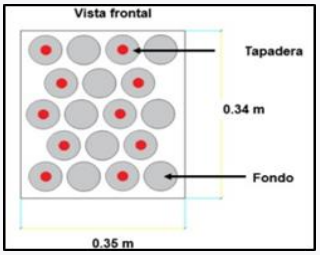


Figura 3. Configuración de botellas en el bloque



Figura 4. Bloque terminado

Fabricación de bloques: Las unidades experimentales fueron elaboradas con dimensiones de 35X34X25 cm, establecidas en función de las dimensiones de las botellas de PET, la configuración estuvo integrada por 18 envases de PET, dispuestos de manera alternada, con la base y el tapón orientados en sentidos opuestos. Como elemento de refuerzo, se incorporó malla hexagonal de alambre en las 2 caras de lado de tapones y bases de las botellas en el bloque. Finalmente, se aplicó una capa delgada de revoque superficial para proporcionar un acabado uniforme. En la Tabla 1, se muestra la composición de cada bloque.

Tabla 1. Composición del bloque

	Tipo de bloque A y B
PET	Bebida de cola o Yoli de 600 mL (Cantidad 18 botellas)
Mortero	Tipo 1 (Proporción 1:6)
Tierra	Cribada por la malla No. 4
Refuerzo	Malla hexagonal (en 2 caras del bloque fijado en tapas de botella)
Dimensiones	35 cm de largo X 34 cm de ancho X 25 cm espesor (alto)

ISSN 2594-2298
Prefijo DOI: 10.70417

Ensayes	Compresión simple y Compresión diagonal
Peso promedio	48.7445 kg

Se fabricaron dos tipos de bloques: Bloque A: elaborado con botellas PET de refresco de Cola de 600 mL y Bloque B: elaborado con botellas PET de refresco Yoli de 600 mL. En esquema de la figura 5, se muestra todo el proceso realizado para la fabricación de los dos tipos de bloques. Siguiendo los pasos desde el 1. Limpieza y llenado de botellas, hasta el paso 9. Acabado del bloque.



Figura 5. Proceso de fabricación de los bloques

Terminado el bloque se procedió por último a cubrirlo con bolsa plástica figura 6, para someterlo un proceso de autocurado durante 14 días y posteriormente dejarlo expuesto a condiciones ambientales hasta alcanzar los 28 días, para proceder a los ensayos de compresión simple y diagonal a la edad de 14 y 28 días respectivamente.



Figura 6. Proceso de autocurado

ISSN 2594-2298
Prefijo DOI: 10.70417

Ensayo a compresión simple y diagonal: Los ensayos tuvieron como objetivo determinar la resistencia de los bloques multimateriales, utilizando una prensa universal de 150 toneladas del Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UAGro, tomando como referencia la (NMX-C-464-ONCCE, 2021) para el ensayo de compresión diagonal y la (NMX-C-486-ONNCCE, 2024) para el mortero de uso estructural. Los especímenes fueron inspeccionados, colocados de forma centrada y sometidos a una carga continua y gradual hasta la falla, registrando la carga máxima soportada por cada bloque en su ensayo respectivo. En la Figura 7 se presenta el proceso de ensayo, desde el pesaje de los bloques hasta los ensayos de compresión.

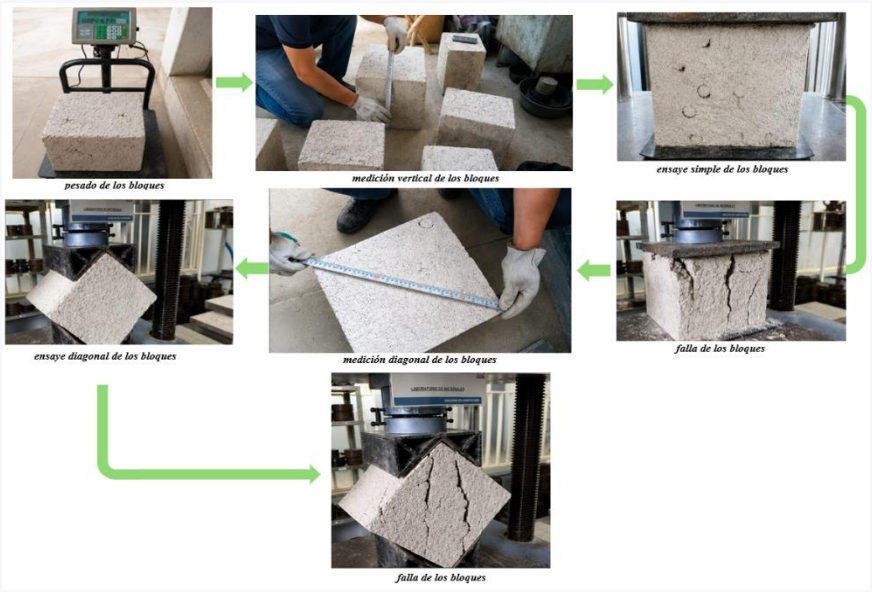


Figura 7. proceso de ensaye a compresión simple y diagonal.

RESULTADOS

Los resultados de la caracterización mecánica consideraron las variables resistencia a compresión simple y diagonal, como factores el tipo de bloque y la edad de ensayo. Mediante software estadístico SPSS v.27 (IBM, 2023), se procedió al análisis de los datos con técnicas de estadística descriptiva, gráficos y estadística inferencial.

El análisis comparativo de las Tablas 2 y 3 demuestra que el Bloque A presenta una ganancia de resistencia progresiva y homogénea en ambas variables a la edad de 14 a 28 días (incrementando un 9.7% en compresión simple y un 29.6% en compresión diagonal) respaldada por una reducción en sus coeficientes de variación, lo que confirma un proceso de curado y consolidación estructural óptimo. El Bloque B exhibe un comportamiento asincrónico notable**:** mientras su resistencia a compresión simple aumenta de forma tardía y drástica en un 59.7% (alcanzando 18.90 kg/cm^2 a los 28 días) con una excelente consistencia interna (CV < 15.0%), su resistencia a compresión diagonal se estanca prematuramente alrededor de los 4.9 kg/cm^2, duplicando además su dispersión (el CV sube de 9.43% a 20.77%). Esta discrepancia en el Bloque B sugiere que, a pesar de que el material mejora significativamente su capacidad de carga vertical con el tiempo, su adherencia interna o resistencia al esfuerzo cortante (tensión diagonal) se limita en etapas tempranas; un fenómeno

ISSN 2594-2298
Prefijo DOI: 10.70417

crítico de control de calidad que el tamaño de muestra especificado en la norma mexicana de **n = 5** logró identificar y describir estadísticamente.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para la variable compresión simple en los dos tipos de bloques y edades.

Resistencia a Compresión simple

Bloque	Edad	N	Media	Mediana	Varianza	Desv. Tip.	Rango	Cv
A	14	5	19.60	18.21	19.75	4.44	11.01	22.68
	28	5	21.51	19.97	12.83	3.58	8.17	16.65
B	14	5	11.83	11.97	2.86	1.69	4.25	14.30
	28	5	18.90	18.12	6.28	2.51	6.09	13.27

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para la variable de compresión diagonal en los dos tipos de bloques y edades.

Resistencia a compresión diagonal

Bloque	Edad	N	Media	Mediana	Varianza	Desv. Tip.	Rango	CV
A	14	5	4.73	4.33	1.41	1.19	2.95	25.06
	28	5	6.13	6.00	2.13	1.46	3.58	23.82
B	14	5	4.96	4.74	.29	.47	1.14	9.43
	28	5	4.85	4.39	2.04	1.01	3.90	20.77

Análisis con gráficos: En la evaluación de los bloques a pesar de su tamaño, se utilizaron como referente Normas Técnicas Complementarias (NTC), para diseño y construcción de estructuras de mampostería del Reglamento de Construcción de la CDMX (NTC-CDMX, 2023), como se muestra en la Tabla 4. y comparándolo con una de las investigaciones realizada en Ecuador, por (Cabrera Vallares, 2017) presentó resultados similares a este estudio. Debido a la ausencia de una normativa específica para bloques con PET, se compararon los resultados con investigaciones previas y (NTC-CDMX, 2023).

Tabla 4. Resistencia de diseño a compresión simple y diagonal de la mampostería f´m, para tipos de piezas, sobre área bruta.

Tipo de pieza	**f´m Mpa (kg/cm^2)**	**v´m Mpa (kg/cm^2)**
Tabique macizo de arcilla artesanal	1.5 (15)	0.2 (2)
Tabique de arcilla extruido	2 (20)	0.2 (2)
Bloque de concreto	1.5 (15)	0.2 (2)
Tabique de concreto (tabicón)	1.5 (15)	0.2 (2)
Bloque A – 14 días	1.95 (19.5)	0.47 (4.7)
Bloque A – 28 días	2.15 (21.5)	0.61 (6.1)
Bloque B – 14 días	1.18 (11.8)	0.49 (4.9)
Bloque B – 28 días	1.89 (18.9)	0.48 (4.8)

Fuente: NTC para diseño y construcción de estructuras de mampostería del RC de la CDMX, año 2023.

Retomando los valores de la Figura 8, se verificó el cumplimiento de los dos tipos de bloques con las especificaciones establecidas en la (NTC-CDMX, 2023) la cual establece una resistencia de 15 kg/cm². Ver Tabla 4. La Figura 9 muestra a los 14 días en los bloques A y

ISSN 2594-2298

Prefijo DOI: 10.70417

© FEGLININ

| Año 10, No 39, octubre - diciembre 2026 |
https://doi.org/10.70417/.254rACTqv2l

B las resistencias a compresión diagonal similares. A los 28 días, el Bloque A alcanzó una resistencia promedio de 6.13 kg/cm², mientras que el Bloque B presentó un valor promedio de 4.85 kg/cm². De acuerdo con los valores de referencia mostrados en la Tabla 4, correspondientes a una resistencia de 2 kg/cm² en compresión diagonal para los tipos de piezas considerados, Sin embargo, esta comparación debe considerarse únicamente como referencia, debido a que la (NTC-CDMX, 2023) no fue desarrollada específicamente para bloques multimateriales.

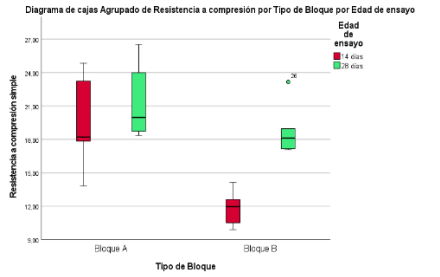


figura 8. Resistencia a compresión simple para los dos tipos de bloques a la edad 14 y 28 días.

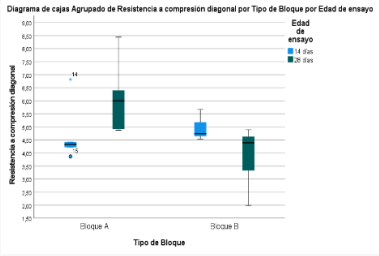


Figura 9. Resistencia a compresión diagonal, para los dos tipos de bloques a la edad de 14 y 28 días.

Los resultados obtenidos coinciden con antecedentes que señalan el potencial del PET reciclado en materiales de construcción. (Lee, 2023; Silva, 2023) reportaron que la incorporación de PET puede modificar favorablemente algunas propiedades mecánicas de materiales cementicios, aunque su efecto depende de la forma y cantidad de incorporación. Asimismo, (Albatayneh, 2024) destacan el potencial del PET reciclado como material para la construcción. Estos antecedentes son consistentes con el comportamiento observado en los bloques evaluados; sin embargo, debido a que en este estudio el PET se incorporó mediante botellas completas rellenas con tierra compactada y combinadas con mortero y malla hexagonal, la comparación debe considerarse referencial. Por su parte, Cabrera (Cabrera Vallares, 2017) constituye un antecedente más cercano al presente estudio por emplear botellas PET, suelo y mortero en un sistema de mampostería, aunque las configuraciones y condiciones experimentales son diferentes.

Prueba estadística t Student para muestras independientes

Se realizó una prueba t de Student para muestras independientes con el fin de comparar la resistencia a la compresión simple entre el Bloque A y el Bloque B. La prueba de Levene indicó el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas ($F = 1.912$, $p = 0.204$), por lo que se procedió con el análisis bajo el supuesto de varianzas iguales. Los resultados mostraron una resistencia media mayor en el Bloque A ($\bar{X} = 21.51$, $DE = 3.58$) en comparación con el Bloque B ($\bar{X} = 18.90$, $DE = 2.51$). Sin embargo, la diferencia entre las medias (2.616) no resultó estadísticamente significativa ($t(8) = 1.338$, $p = 0.218$). Además, el intervalo de confianza del 95 % para la diferencia de medias incluye el valor cero [-1.893, 7.125]. Por lo tanto, no existen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que un tipo de bloque presente una mayor resistencia a la compresión con respecto al otro al otro.

ISSN 2594-2298
Prefijo DOI: 10.70417

Estadísticas de grupo

Tabla 6. Estadísticos del procedimiento Prueba t para muestras independientes bloques A y B resistencia a compresión simple.

	Tipo de Bloque	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Resistencia a compresión	Bloque A	5	21.5	3.5	1.6
	Bloque B	5	18.8	2.5	1.1

Prueba de muestras independientes para Resistencia a compresión simple

Tabla 7. Resumen del procedimiento Prueba t para muestras independientes bloques A y B resistencia a compresión simple.

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	1.912	.2	1.3	8	.2	2.6	1.9	-1.8	7.1
No se asumen varianzas iguales			1.3	7.1	.2	2.6	1.9	-1.9	7.2

Se llevó a cabo un análisis mediante la prueba t de Student para muestras independientes (Tablas 8 y 9), con el fin de evaluar las diferencias en la resistencia a compresión diagonal entre el Bloque A y el Bloque B. En primer lugar, la prueba de Levene demostró el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas ($F = 1.014$, $p = .343$), permitiendo realizar el contraste bajo la asunción de varianzas iguales. Los resultados indican una resistencia media ligeramente mayor en el Bloque A ($\bar{X} = 6.13$, $DE = 1.46$) que el Bloque B ($\bar{X} = 4.85$, $DE = 3.01$). Sin embargo, esta diferencia de medias de 1.28 unidades no es estadísticamente significativa ($t(8) = 0.858$, $p = .416$). El intervalo de confianza del 95% para la diferencia abarca desde -2.16 hasta 4.73; al contener el valor cero, se confirma la ausencia de evidencia estadística suficiente para afirmar una mayor resistencia mecánica de un tipo de bloque respecto del otro.

Tabla 8. Estadísticos del procedimiento Prueba t para muestras independientes bloques A y B resistencia a compresión diagonal.

Estadísticas de grupo

	Tipo de Bloque	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Resistencia a compresión diagonal	Bloque A	5	6.1	1.4	.6
	Bloque B	5	4.9	3.0	1.3

Tabla 9. Resumen del procedimiento Prueba t para muestras independientes bloques A y B resistencia a compresión diagonal

ISSN 2594-2298

Prefijo DOI: 10.70417

Prueba de muestras independientes para Resistencia a compresión diagonal

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	1.014	.343	.8	8	.4	1.2	1.4	-2.1	4.7
No se asumen varianzas iguales			.8	5.7	.4	1.2	1.4	-2.4	4.9

Debe considerarse como una limitación del estudio el tamaño de muestra utilizado, de cinco especímenes por tipo de bloque y edad de ensayo (n = 5). Aunque permite una primera aproximación al comportamiento mecánico, limita la capacidad estadística para detectar diferencias entre las configuraciones. Por ello, los resultados no significativos de la prueba t de Student (p = .218 en compresión simple y p = .416 en compresión diagonal) no indican que ambos tipos de bloques sean iguales, sino que no existe evidencia estadística suficiente para identificar diferencias con la muestra empleada. En estudios posteriores se recomienda aumentar el número de especímenes para fortalecer la confiabilidad de las comparaciones. Como se observa en conjunto, los resultados de los ensayos mecánicos muestran que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el Bloque A y el Bloque B para las dos condiciones evaluadas. Por lo tanto, bajo las condiciones experimentales de este estudio, no existen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que uno de los dos tipos de bloques presente una mayor resistencia mecánica que el otro. La selección entre ambas configuraciones puede considerar adicionalmente criterios económicos, disponibilidad de materia prima y eficiencia en los procesos de fabricación

CONCLUSIONES

Considerando las especificaciones de las normas Técnicas Complementarias (NTC-CDMX, 2023) y la norma NMX-C-486-ONNCCE (2014) como referencia para evaluar los bloques A y B, se observa que los resultados en resistencia a compresión simple y compresión diagonal son superiores o similares con los valores especificados para algunos tipos de piezas de mampostería. Esta comparación es únicamente referencial, debido a que dichas normativas no fueron desarrolladas para bloques multimateriales con PET. Asimismo, los comportamientos obtenidos mostraron similitud con investigaciones previas.

En conjunto, el Bloque A presentó valores medios superiores al Bloque B en ambas pruebas mecánicas. Sin embargo, las pruebas t realizadas no identificaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas configuraciones (p = .218 y p = .416, respectivamente). Por lo tanto, las variaciones observadas en los promedios no permiten afirmar que una configuración presente una resistencia mecánica significativamente superior bajo las condiciones experimentales evaluadas.

ISSN 2594-2298
Prefijo DOI: 10.70417

Los resultados demuestran el potencial de estos bloques para su aplicación en Vivienda de Interés Social Ecológica y Emergente (VISEE) de bajo costo, particularmente en comunidades rurales. Entre sus principales ventajas destacan la economía, durabilidad, aislamiento térmico y posibilidad de autoconstrucción. Asimismo, su implementación contribuye al aprovechamiento de residuos de PET y a la reducción de la contaminación ambiental.

Finalmente, aunque los resultados obtenidos muestran un comportamiento favorable bajo las condiciones experimentales evaluadas, los alcances del presente estudio no permiten establecer valores de diseño ni criterios normativos para su aplicación estructural. Por ello, se requieren estudios adicionales que permitan ampliar la caracterización mecánica y evaluar su comportamiento a largo plazo, así como ensayos en muros a escala natural, con el propósito de determinar las condiciones necesarias para un uso seguro en la construcción y contribuir al establecimiento de una reglamentación específica para este tipo de sistemas constructivos.

Agradecimientos:

Los autores agradecen a la Ing. Maricela Pochoteco Carrizal y al Ing. Héctor Alejandro Nájera Donjuán por facilitar los datos e información necesarios para integrar el presente documento. Asimismo, se reconoce al Grupo de Investigación del Programa Educativo de Ingeniero Constructor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albatayneh, O. A. (2024). Evaluating Recycled PET as an Alternative Material for the Construction Sector Towards Sustainability. Civil Engineering Journal, 10(4), pp. 1336–1353.

Cabrera Vallares, R. P. (2017). Bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo PET; segunda etapa [Trabajo de graduación, Universidad Central del Ecuador].

IBM. (2023, 12 13). IBM SPSS Statistics. Retrieved from https://www.ibm.com/mx-es/products/spss-statistics

INEGI. (2025). Estadísticas a propósito del Día Mundial del Medio Ambiente.

Lee, M. K.-W. (2023). Mechanical characterization of recycled-PET fiber reinforced mortar composites treated with nano-SiO_2 and mixed with seawater. Construction and Building Materials, 392, p. 131882. doi:DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.131882

Martínez-Orgániz. (2023). Pollutants of emerging concern in tourist beaches of Guerrero, Mexico: A first approach to sources. Marine Pollution Bulletin.

NMX-C-464-ONCCE. (2021). Industria de la construcción-Mampostería-Determinación de la resistencia a compresión diagonal y módulo de cortante de muretes, así como determinación de la resistencia a compresión y módulo de elasticidad de pilas de mampostería de arcilla o de concreto-.

NMX-C-486-ONNCCE, N. (2024). Industria de la construcción - mampostería - mortero para uso estructural - especificaciones y métodos de ensayo.

NTC-CDMX. (2023). Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería con Comentarios.

OECD. (2022). Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options.

SEMARNAT. (2025). Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025–2030.

Silva, S. y. (2023). Effect of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) fibres on fresh and hardened properties of concrete: a review. 16(1), pp. 269-284. doi:10.1080/19397038.2023.2257735

UNEP. (2023). Turning off the Tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy.