



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO EN MORTEROS CON AGREGADO PROVENIENTE DE MISANTLA: ANÁLISIS DE LARGO PLAZO

**INFLUENCE OF POLYPROPYLENE ON MORTARS
WITH AGGREGATE SOURCED FROM MISANTLA:
LONG-TERM ANALYSIS**

Oscar Moreno Vázquez

Instituto Tecnológico Superior de Misantla, México

Pablo Julián López González

Instituto Tecnológico Superior de Misantla, México

Neira Sánchez Zarate

Instituto Tecnológico Superior de Misantla , México

Diego Antonio Romero Fernández

Instituto Tecnológico Superior de Misantla, México

Ángel Gabriel Caballero Herrera

Instituto Tecnológico Superior de Misantla, México

Influencia del Polipropileno en Morteros con Agregado Proveniente de Misantla: Análisis de Largo Plazo

Oscar Moreno Vázquez¹

omorenov@itsm.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-6267-9504>

Departamento de Ingeniería Civil
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Misantla
México

Pablo Julián López González

jlopezg@itsm.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6281-6756>

Departamento de Ingeniería Civil
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Misantla
México

Neira Sánchez Zarate

nsanchezz@itsm.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0001-4199-4705>

Departamento de Ingeniería Ambiental
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Misantla
México

Diego Antonio Romero Fernández

222t0370@itsm.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0000-5538-6180>

Departamento de Ingeniería Civil
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Misantla
México

Ángel Gabriel Caballero Herrera

222t0346@itsm.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0005-5794-5552>

Departamento de Ingeniería Civil
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Misantla
México

RESUMEN

El presente estudio evalúa el comportamiento mecánico de morteros con sustitución parcial del agregado por polipropileno (PP) en porcentajes del 0 % al 4 %. Se elaboraron especímenes de 5 cm × 5 cm para la determinación de la resistencia a la compresión, comparando morteros convencionales y modificados mediante una metodología que incluyó la caracterización del agregado pétreo y del polipropileno, el diseño de mezclas, la fabricación de especímenes y un proceso de curado controlado, conforme a la normativa vigente. Los resultados indican que los morteros con una adición del 1 % de fibra presentaron el mejor desempeño mecánico, alcanzando resistencias de hasta 216 kg/cm², mientras que la mezcla con 0 % mostró un comportamiento estable y las dosificaciones del 2 % al 4 % evidenciaron una disminución en la resistencia inicial, aunque conservaron su viabilidad mecánica a lo largo del tiempo. En conclusión, la dosificación con 1 % de partícula de polipropileno se identifica como la mezcla óptima en comparación con el resto de las evaluadas.

Palabras clave: mortero, polipropileno, resistencia mecánica

¹ Autor principal

Correspondencia: omorenov@itsm.edu.mx

Influence of Polypropylene on Mortars with Aggregate Sourced from Misantla: Long-Term Analysis

ABSTRACT

This study evaluates the mechanical behavior of mortars with partial replacement of fine aggregate by polypropylene (PP) in proportions ranging from 0% to 4%. Specimens measuring 5 cm × 5 cm were prepared to determine compressive strength, comparing conventional and modified mortars through a methodology that included the characterization of the mineral aggregate and polypropylene, mix design, specimen fabrication, and a controlled curing process in accordance with current standards. The results indicate that mortars with a 1% fiber addition exhibited the best mechanical performance, reaching compressive strengths of up to 216 kg/cm², while the 0% mixture showed stable behavior. Mixtures containing 2% to 4% polypropylene showed a reduction in early-age strength; however, they maintained adequate mechanical viability over time. In conclusion, the mixture with 1% polypropylene fiber is identified as the optimal dosage among those evaluated.

Keywords: mortar, polypropylene, mechanical strength

*Artículo recibido 20 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 15 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

El polipropileno (PP) es uno de los plásticos de mayor producción a nivel mundial y representa una fuente significativa de contaminación en suelos y cuerpos de agua. En México, la producción de plásticos alcanzó aproximadamente 3.5 millones de toneladas, con un consumo promedio de 66 kg por habitante al año; de esta cantidad, entre 43 y 59 kg por habitante se desechan anualmente como residuo (Global Industries, 2025).

La contaminación por plásticos constituye un problema ambiental de alta relevancia. En playas mexicanas se ha reportado que cerca del 60 % de los residuos sólidos corresponden a plásticos, porcentaje que en algunos casos puede alcanzar hasta el 90 % (SEDEMA & SEMARNAT, 2023). En el Golfo de México, los polímeros más frecuentemente identificados son el polipropileno y el polietileno, con concentraciones que oscilan entre 34.61 y 61.08 piezas por m² (Valencia-Beckwith & Fuentes, 2018).

Diversos estudios han analizado la incorporación de polipropileno en matrices cementicias, reportando mejoras en la tenacidad del concreto y una disminución del desprendimiento superficial bajo condiciones de altas temperaturas (Yao et al., 2024). Asimismo, investigaciones recientes han evaluado el uso de polipropileno obtenido de residuos plásticos, como mascarillas quirúrgicas recicladas, en pastas de mortero, demostrando que fibras de 5 mm de diámetro y 10 mm de longitud, con un 15 % de sustitución, presentan un mejor desempeño en comparación con otras dosificaciones (Win et al., 2023). El uso de plásticos reciclados en mezclas cementicias se ha propuesto tanto como sustituto parcial de agregados naturales como en forma de fibras de refuerzo. No obstante, se ha demostrado que su incorporación resulta favorable únicamente en bajas proporciones, ya que porcentajes elevados pueden provocar una disminución en las propiedades térmicas y mecánicas de los especímenes (Mohammed et al., 2020).

En este sentido, Bendjillali y Chemrouk (2024) reportaron que el empleo de fibras plásticas en contenidos de 0.5 % a 1 % permitió obtener morteros funcionales, con incrementos en la resistencia a la compresión y a la flexión, al utilizar fibras rectas y residuos de piedra caliza. En conjunto, los antecedentes indican que la adición de plástico en cantidades controladas puede mejorar ciertas propiedades mecánicas de las mezclas cementicias.

El objetivo de este artículo es evaluar el comportamiento mecánico de morteros elaborados con diferentes porcentajes de polipropileno (PP), específicamente 0 %, 1 %, 2 %, 3 % y 4 %, con el fin de identificar la dosificación que presenta el mejor desempeño en términos de resistencia a la compresión y contribuir al desarrollo de materiales cementicios más sostenibles.

METODOLOGÍA

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de los morteros se utilizó cemento CPC y arena de río, adquirida en la región de Misantla, Veracruz, México. Las partículas de polipropileno fueron obtenidas de una recicladora ubicada en la ciudad de Veracruz, Veracruz, México, donde se procesan diversos tipos de plásticos y se obtienen partículas de distintos tamaños.

A los agregados se les realizaron diversas pruebas de laboratorio, de acuerdo con la normativa del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE). Asimismo, la clasificación de los suelos se llevó a cabo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), cuyos resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización de agregados de la mezcla de mortero.

característica física	Agregado tipo: Arena de Río	Polipropileno (PP)
Peso Volumétrico seco suelto	1.12 gr/cm ³	0.48 gr/cm ³
Peso Volumétrico seco compacto	1.18 gr/cm ³	0.62 gr/cm ³
Análisis Granulométrico	SP	
Módulo de Finura	2.66	2.3
Contenido de agua	16%	
Absorción	5.05%	
Densidad	2.14 gr/cm ³	

Fuente: Elaboración propia.

Estación de trabajo

Los ensayos y el curado de los especímenes se efectuaron en el laboratorio de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico Superior de Misantla, ubicado en la ciudad de Misantla, Veracruz, donde se realizaron las pruebas del mortero fresco y endurecido.

Dosificación

El diseño de la mezcla de mortero se realizó conforme a la Norma Técnica Complementaria para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (NTCM-2020), correspondiente a mortero tipo I. Se elaboraron cinco tipos de mezclas, empleando arena de río como agregado fino y polipropileno (PP) como material de sustitución parcial. Los porcentajes de reemplazo evaluados fueron 0 %, 1 %, 2 %, 3 % y 4 %, en relación con el agregado fino. En las Tablas 2 y 3 se presentan las dosificaciones correspondientes, así como la cantidad de probetas elaboradas para cada mezcla.

Tabla 2 nomenclatura de las mezclas

Descripción	Nomenclatura	Especímenes por edad
Mortero Control	MR-0	5
Mortero con sustitución de PP al 1%	MR-1	5
Mortero con sustitución de PP al 2%	MR-2	5
Mortero con sustitución de PP al 3%	MR-3	5
Mortero con sustitución de PP al 4%	MR-4	5

Fuente: elaboración propia

Tabla 3 Porcentajes de dosificación del Polipropileno (PP)

Nomenclatura	%Polipropileno	% Arena de Río (SP)
MR-0	0	100
MR-1	1	99
MR-2	2	98
MR-3	3	97
MR-4	4	96

Fuente: elaboración propia

Elaboración de las probetas

Los especímenes fueron elaborados conforme a la normativa ASTM C109 y NMX-C-061-ONNCCE-2015, donde se indican las medidas y el método de ensayo de los especímenes de mortero. La dosificación se llevó a cabo conforme a lo establecido en la Norma Técnica Complementaria de Mampostería (NTCM-2020), considerando la dosificación por volumen, como se muestra en la Figura

Figura 1 Elaboración de probetas de mortero



Fuente: Autor Propio

La mezcla se realizó en el laboratorio; además, se llevó a cabo la toma de temperatura del mortero y la prueba de fluidez, a partir de las cuales se obtuvieron los datos presentados en la Tabla 4. La fluidez fue considerada aceptable, ya que el mortero se utilizará posteriormente para la elaboración de revocos.

Tabla 4 Propiedades de la mezcla en estado fresco.

Nomenclatura	% Fluidez	Temperatura (°C)
MR-0	135	25
MR-1	130	26
MR-2	125	26
MR-3	130	27
MR-4	120	26

Fuente: elaboración propia

Una vez elaborados los especímenes, estos fueron desmoldados y curados a edades de 28, 60, 90, 120 y 150 días, como se muestra en la Figura 1. Posteriormente, en cada una de las edades mencionadas, se determinó la resistencia a la compresión de los especímenes de mortero con sus diferentes porcentajes de sustitución, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2 Ensayo a la resistencia a la compresión axial



Fuente: autor propio

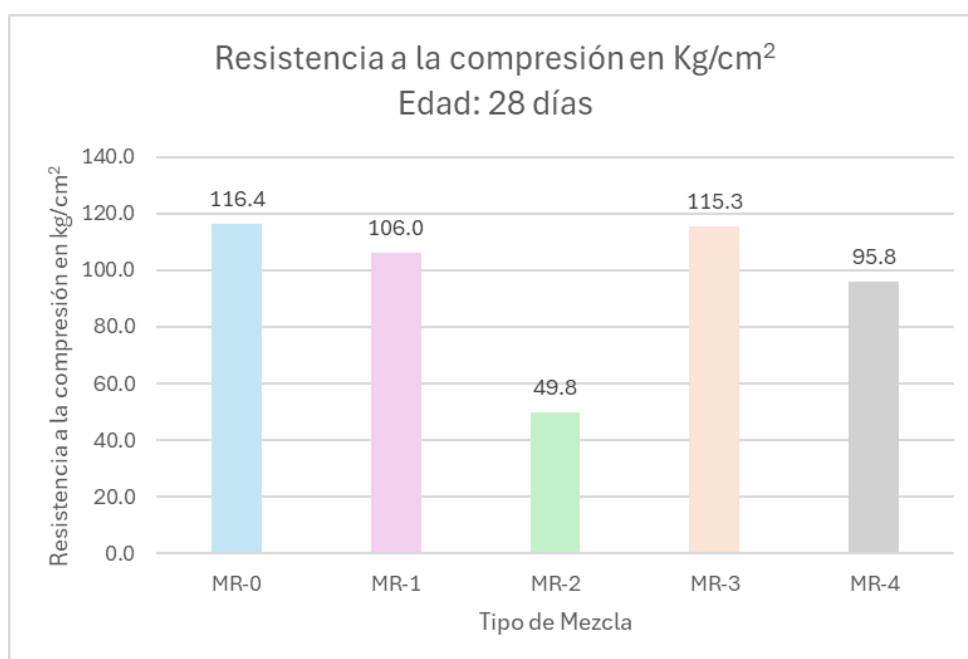
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó la resistencia a la compresión de los especímenes de mortero modificados con polipropileno (PP) a diferentes edades, de acuerdo con la normativa NMX-C-061-ONNCCE-2015. Los resultados obtenidos se presentan en las Figuras 3, 4, 5, 6 y 7, correspondientes a especímenes diseñados para alcanzar una resistencia nominal de 125 kg/cm².

El polipropileno (PP) fue empleado en las diferentes mezclas como sustituto parcial del agregado fino (arena). A la edad de 28 días, se observa que la mezcla con 0 % de sustitución presentó el mejor desempeño mecánico en comparación con las demás dosificaciones, como se muestra en la Figura 3. Por otra parte, la mezcla con menor resistencia a la misma edad fue la MR-2, correspondiente a un 2 % de polipropileno.

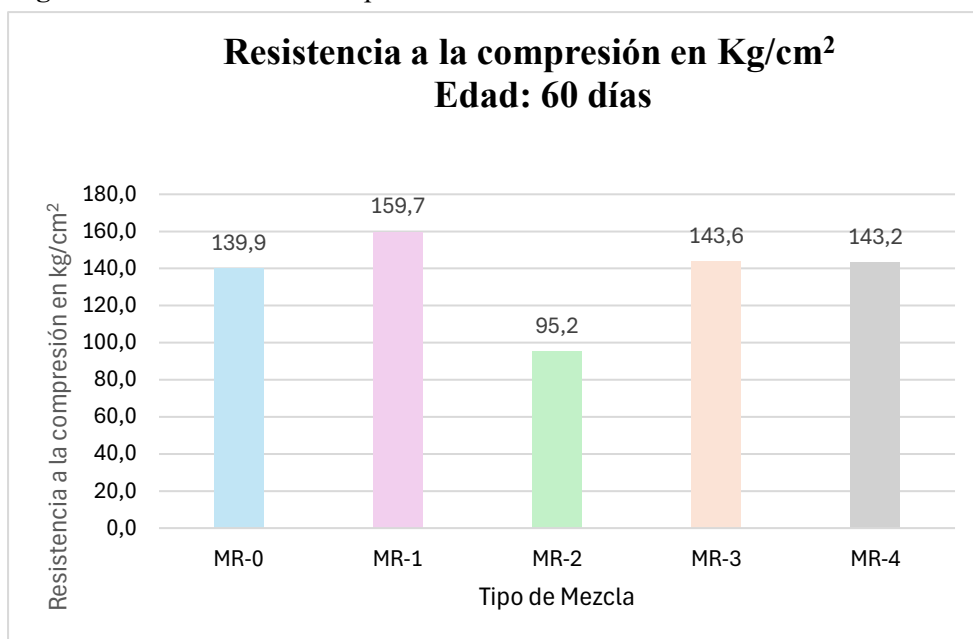
Asimismo, a la edad de 60 días, los resultados de resistencia a la compresión indican que la mezcla con mejor desempeño fue la MR-1, alcanzando un valor de 159.7 kg/cm², lo que representa un incremento del 14.15 % con respecto a la mezcla de control, como se observa en la Figura 4. En contraste, la mezcla con menor resistencia a los 60 días fue la MR-2, con un valor de 95.2 kg/cm².

Figura 3 Resistencia a la compresión a la edad de 28 días



Fuente: Elaboración Propia

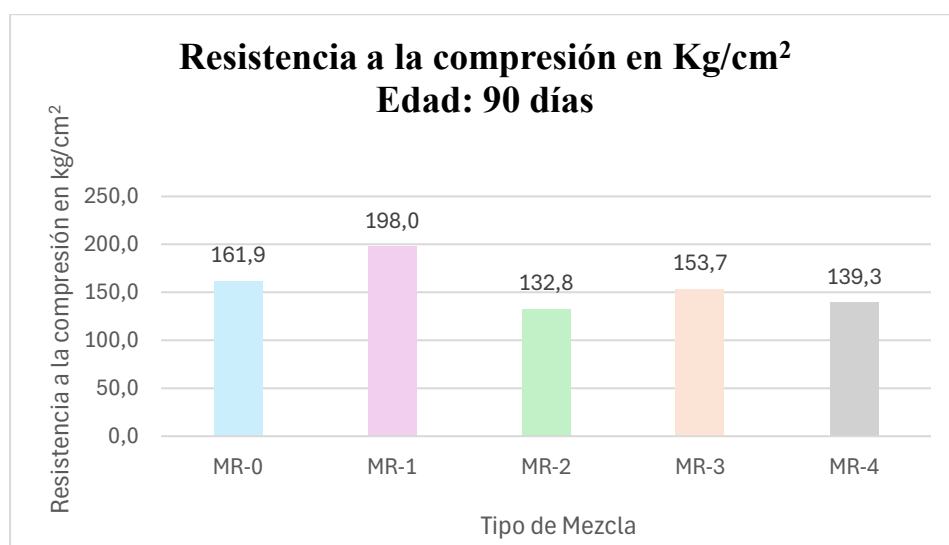
Figura 4 Resistencia a la compresión a la edad de 60 días



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en la Figura 5 se presentan los resultados correspondientes a una edad de 90 días, en los cuales la mezcla MR-1 obtuvo los mejores resultados, alcanzando una resistencia de 198 kg/cm², lo que representa un incremento del 22.3 %. La mezcla con menor desempeño mecánico fue la MR-2, con una resistencia de 132.8 kg/cm². Asimismo, en la Figura 6 se observan los resultados a una edad de 120 días, donde nuevamente la mezcla MR-1 presentó el mejor desempeño mecánico, alcanzando una resistencia de 216.3 kg/cm², lo que representa un incremento del 8.8 % respecto a la mezcla de control.

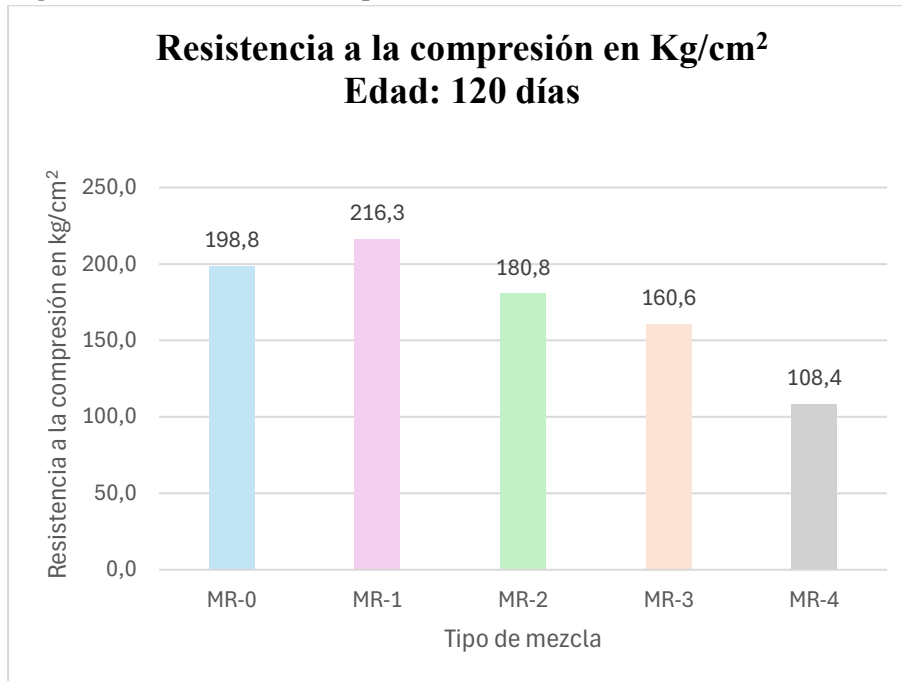
Figura 5 Resistencia a la compresión a la edad de 90 días.



Fuente: Elaboración propia

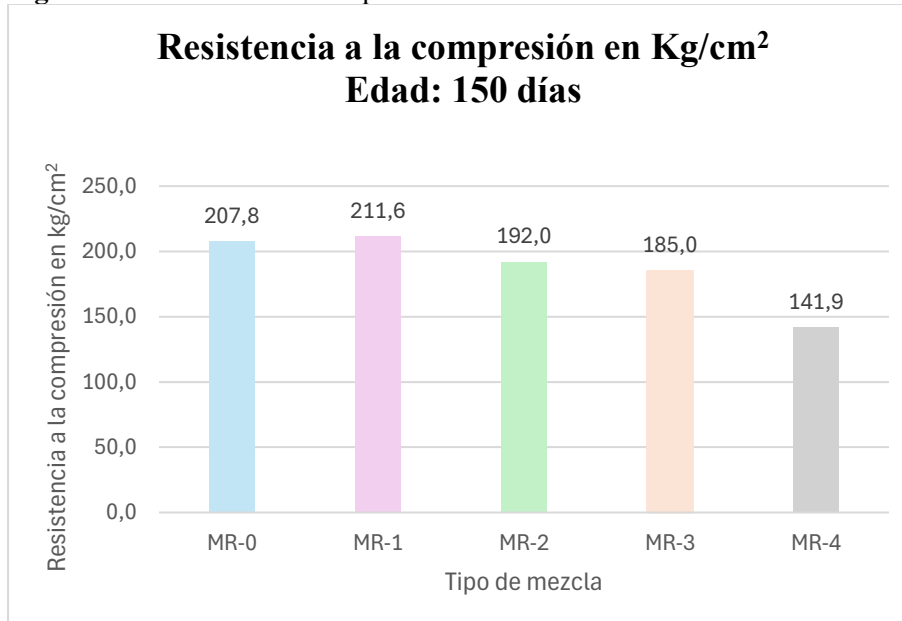
A los 150 días, se observa que la mezcla con mejor desempeño fue la MR-1, la cual alcanzó una resistencia a la compresión de 211.6 kg/cm², lo que representa un incremento del 1.83 % respecto a la mezcla de control, que presentó una resistencia de 207.8 kg/cm², como se muestra en la Figura 7.

Figura 6 Resistencia a la compresión a la edad de 120 días



Fuente: Elaboración propia

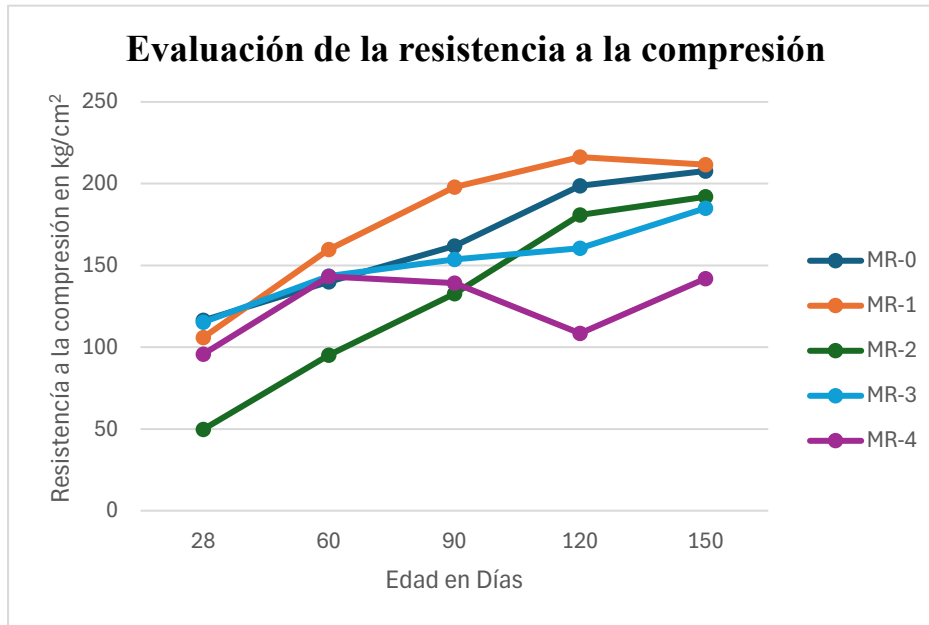
Figura 7 Resistencia a la compresión a la edad de 150 días



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la Figura 8, se observa la evolución de la resistencia a la compresión a diferentes edades de curado, identificándose los incrementos de resistencia conforme avanza el tiempo. La mezcla que presentó el mejor desempeño fue la MR-1, mientras que la mezcla con el desempeño más desfavorable fue la MR-4. En la Figura 9 se muestra un espécimen ya ensayado a compresión.

Figura 8. Evaluación de la resistencia a la compresión a diferentes edades de curado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9 Espécimen cubico de mortero evaluado a la resistencia a la compresión.



Fuente: Autor Propio

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y en la evolución de la resistencia a la compresión mostrada en la Figura 8, se concluye que la incorporación de polipropileno (PP) como sustituto parcial del agregado fino influye significativamente en el comportamiento mecánico del mortero, en función tanto del porcentaje de sustitución como de la edad de curado.

A edades tempranas de curado (28 días), la mezcla control (MR-0) presentó el mejor desempeño mecánico, lo que indica que la presencia de PP puede afectar negativamente la resistencia inicial del mortero, principalmente debido a la menor adherencia entre el polímero y la pasta de cemento. Este comportamiento concuerda con estudios que reportan una relación directa entre el contenido de polímeros y la respuesta mecánica de la matriz cementicia (Al-Mansour et al., 2022).

Sin embargo, a partir de los 60 días de curado se observó un incremento progresivo en el desempeño mecánico de la mezcla MR-1, la cual superó a la mezcla control hasta la edad de 150 días. Este comportamiento sugiere que un bajo contenido de polipropileno (1 %) puede favorecer el desarrollo de la resistencia a edades medias y tardías, posiblemente debido a una redistribución de esfuerzos y a la evolución gradual de la microestructura del mortero conforme avanza la hidratación del cemento, como ha sido reportado en investigaciones recientes (Askar et al., 2023).

Por el contrario, las mezclas con mayores porcentajes de sustitución (MR-2, MR-3 y MR-4) presentaron resistencias inferiores y comportamientos más irregulares, como se muestra en la Figura 8. La mezcla que mostró el peor desempeño fue MR-4 durante todo el período de evaluación. Este resultado confirma que contenidos elevados de polipropileno afectan negativamente la continuidad de la matriz cementicia, limitando la capacidad resistente del mortero, tal como ha sido observado en diversos estudios (Wang et al., 2025; Askar et al., 2023).

En términos generales, los resultados indican que la sustitución parcial del agregado fino por polipropileno es viable cuando se emplea en bajos porcentajes. En este estudio, el 1 % se identifica como el valor óptimo, al proporcionar mejoras en la resistencia a la compresión a edades medias y tardías, sin comprometer el desempeño mecánico global del mortero.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Al-Mansour, A., Chen, S., Xu, C., Peng, Y., Wang, J., Ruan, S., & Zeng, Q. (2022). Sustainable cement mortar with recycled plastics enabled by the matrix-aggregate compatibility improvement. *Construction and Building Materials*, 318, 125994. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125994>
- Askar, M. K., Al-Kamaki, Y. S. S., & Hassan, A. (2023). Utilizing Polyethylene Terephthalate PET in Concrete: A Review. *Polymers*, 15(15), 3320. <https://doi.org/10.3390/polym15153320>
- Bendjillali, K., & Chemrouk, M. (2024). *Uso de residuos plásticos reciclados como refuerzo de fibra sobre mortero de residuos de piedra caliza*. *Revista de la Construcción. Journal of Construction*, 23(1), 58–70. <https://doi.org/10.7764/RDLC.23.1.58>
- Global Industries. (2025, 24 enero). Industria del plástico crecerá 3.5 % en 2025 impulsada por sectores como el automotriz. GlobalIndustries.mx. <https://globalindustries.mx/industria-del-plastico-crecera-3-5-en-2025-impulsada-por-sectores-como-el-automotriz/>
- Mohammed, H., Sadique, M., Shaw, A., & Bras, A. (2020). *The influence of incorporating plastic within concrete and the potential use of microwave curing: A review*. *Journal of Building Engineering*, 32, Article 101824. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101824>
- NTCM (2020). Normas técnicas complementarias de Mampostería. México.
- ONNCCE. (2010). NMX-C-156-ONNCCE-2010-Industria De La Construcción-Concreto Hidráulico Determinación Del Revenimiento En El Concreto Fresco
- ONNCCE. (2014). NMX-C-486-ONNCCE-2014- Industria de la Construcción - Mampostería - Mortero para Uso Estructural - Especificaciones y Métodos de Ensayo
- ONNCCE. (2015). NMX-C-061-ONNCCE-2015- Industria de la Construcción - Cementos Hidráulicos - Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cementantes Hidráulicos
- ONNCCE. (2019). NMX-C-077-ONNCCE-2019-Industria De La Construcción-Concreto Hidráulico-análisis granulométrico - Método de Prueba.
- ONNCCE. (2020). NMX-C-165-ONNCCE-2020-Industria De La Construcción-Concreto Hidráulico-Determinación de la Densidad Relativa y Absorción de Agua del Agregado Fino- Método de Prueba.



Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2023). Inventario nacional de fuentes de contaminación plástica en México. Gobierno de México.

https://proyectos.sedema.cdmx.gob.mx/datos/storage/app/media/docpub/semarnat/INFCP_RE_2023.pdf

Valencia-Beckwith, K., & Fuentes, M. M. P. B. (2018). *Microplastic at nesting grounds used by the northern Gulf of Mexico loggerhead recovery unit. Marine Pollution Bulletin*, 131(Part A), 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.001>

Wang, X., Liu, T., Yue, J., Teimortashlu, A., Jalal, M., & Xu, W. (2025). Experimental design and analysis of toughness and modulus of rupture (MOR) of cement mortar reinforced with PET fibers. *Scientific Reports*, 15(1), 37260. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21250-9>

Win, T. W., Jongvivatsakul, P., Jirawattanasomkul, T., Prasittisopin, L., & Likitlersuang, S. (2023). *Use of polypropylene fibers extracted from recycled surgical face masks in cement mortar. Construction and Building Materials*, 391, 131845. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131845>

Yao, X., Han, Y., Shen, L., & Zhu, D. (2024). *Experimental study on the effect of polypropylene fiber on compressive strength and fracture properties of high-strength concrete after elevated temperatures. Journal of Building Engineering*, 86, 108860. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.108860>

