

ARTÍCULO ORIGINAL


# Uso de plástico reciclado como reemplazo de agregado grueso en concreto permeable

Use of recycled plastic as a replacement for natural aggregate in pervious concrete

<sup>1</sup>Darwing Torres Rubio  
[dmtorres@uamv.edu.ni](mailto:dmtorres@uamv.edu.ni)

 <https://orcid.org/0009-0005-0002-2407>  
Universidad Americana

<sup>2</sup>Eddisson Francisco Hernández  
[eddisson.hernandez@uam.edu.ni](mailto:eddisson.hernandez@uam.edu.ni)

 <https://orcid.org/0000-0002-9602-5805>  
Universidad Americana

## Datos del artículo:

Recibido: 28/10/2025  
Aceptado: 30/12/2025

## Palabras clave:

Concreto, Plástico reciclado, Resistencia a la compresión, Permeabilidad, Agregado grueso

## Keywords:

Permeable concrete, Recycled Plastic, Compressive Strength, Permeability, Coarse Aggregate

## Resumen

Este trabajo presenta los resultados del efecto del uso de plástico reciclado en la elaboración de concreto permeable de 140 kg/cm<sup>2</sup>. Se elaboraron probetas conteniendo plástico reciclado al 3 % y al 5 % del volumen total del agregado grueso. Se determinó la resistencia a la compresión y permeabilidad a los 28 días de edad. Los resultados indican que el plástico reciclado reduce la resistencia a la compresión e incrementa la tasa de infiltración.

## Abstract

This paper presents the results of using recycled plastic in permeable concrete production (target strength: 140 kg/cm<sup>2</sup>). Test specimens with recycled plastic replacing 3% and 5% of the coarse aggregate volume were prepared. Compressive strength and permeability were evaluated at 28 days. Results show that recycled plastic reduces compressive strength while increasing permeability.



## 1. Introducción

El concreto es el material más utilizado en el sector de la construcción a nivel mundial, impulsado por el incesante desarrollo económico (Hernández, 2017; Hernández et al., 2016). Su alto volumen de producción genera un impacto ambiental significativo (Mehta y Monteiro, 2006). Se estima que solo la industria del cemento es la responsable de aproximadamente el 7-8 % de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, donde una tonelada de cemento puede liberar casi una tonelada de CO<sub>2</sub> (Lehne y Preston, 2018).

A pesar de sus propiedades mecánicas que lo posicionan como una opción preferente para múltiples proyectos, el impacto ambiental debido a la extracción de las materias primas para producirlo, es preocupante. Esto impulsa el desarrollo de soluciones enfocadas en la circularidad y el reciclaje para mitigar la huella de carbono.

Una alternativa es la reutilización de residuos, como el plástico proveniente de recipientes de productos agrícolas, que pueden reducir la huella ecológica del concreto al ser usados en concreto (Sánchez-Soloaga et al., 2014).

Actualmente, diversas empresas se dedican al reciclaje del plástico en todas sus presentaciones, con el objetivo de fomentar la circularidad y preservar el medio ambiente. En este trabajo se utilizó plástico reciclado como reemplazo de agregado grueso para la elaboración de concreto permeable, evaluando sus efectos en las propiedades mecánicas.

## 2. Diseño metodológico

### 2.1. Materiales

#### 2.1.1. Cemento

El cemento utilizado para la elaboración de los especímenes fue cemento HOLCIM tipo GU, que cumple con los requerimientos establecidos por la Norma ASTM C 1157 (ASTM, 2000) y la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 12006 – 11 (2011).

#### 2.1.2. Agregados Pétreos

Se utilizó agregado grueso triturado del banco APOMPUÁ ubicado en Diriamba, con tamaño máximo nominal de 3/4". La caracterización de los agregados triturados (Tabla 1), se realizó según las normas ASTM C33, ASTM C127, ASTM C566 y ASTM C29

(ASTM, 2000).

Tabla 1.

#### Propiedades físicas del agregado grueso

Propiedades	Grava 3/4"
Tamaño máximo (mm)	19.00
Gravedad específica	2.75
Absorción de agua (%)	4.56

#### 2.1.3. Plástico Reciclado

El plástico reciclado empleado en este trabajo es tereftalato de polietileno (PET por sus siglas en inglés), el cual es un tipo de plástico comúnmente usado en envases de bebidas y textiles. El material fue proporcionado por la empresa TABLECO, la cual se encarga de reciclar desechos plásticos. El material es en forma de hojuela, con tamaño máximo de 19.00 mm (Figura 1).

Figura 1.

Plástico reciclado empleado



Con respecto al PET, en algunas investigaciones lo han empleado como reemplazo parcial del agregado fino en morteros de cemento Portland. Cano-Barrita et al., (2023) y Venitez-Mosquera et al., (2020), evaluaron en diferentes proporciones la sustitución de arena natural por PET en rangos de 0 %, 5 %, 10 %, 15 % y 20 %, evaluando sus propiedades reológicas, mecánicas y de durabilidad. Los resultados indican que el PET incrementa la viscosidad y el esfuerzo de fluencia de los morteros en estado fresco. Sin embargo, en estado endurecido, a medida que aumenta la cantidad de PET, se observa una disminución en la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad y la resistencia a la flexión, además de un aumento en la absorción capilar de agua.

#### 2.1.4. Aditivos

Para el diseño del concreto permeable, se utilizaron los siguientes aditivos:

**Auramix:** Aditivo plastificante basado en polímeros sintéticos, con un elevado poder

reductor de agua y dispersante de partículas del cemento. Se empleó una dosificación de 0.37 ml por cada kg de cemento.

**MasterSuna:** Plastificante y reductor de agua. Se empleó una dosificación de 4.5 ml por cada kg de cemento.

Se consideró el uso de estos aditivos para mejorar la trabajabilidad de este tipo de concreto permeable que no posee finos.

La elaboración del concreto se realizó de acuerdo con la norma ASTM C305 (ASTM, 2000), utilizando una mezcladora de tambor. Los moldes empleados fueron de 150 mm

## 2.2. Método

### 2.2.1. Diseño y elaboración de los especímenes

Las proporciones utilizadas para la elaboración del concreto permeable se muestran en la Tabla 2. Se emplearon los parámetros indicados en el Reporte ACI PRC-522-23 (American Concrete Institute, 2023), para el diseño de concreto permeable. Se consideró que el uso del concreto es para un estacionamiento con poca carga vehicular y con una resistencia de diseño de 140 kg/cm<sup>2</sup>. Teniendo las proporciones del diseño, se determinó la cantidad de plástico para un 3 % (M3) y 5 % (M5), en sustitución del volumen de agregado grueso.

Tabla. 2

Proporciones para elaboración de 1m<sup>3</sup> de concreto permeable

Mezcla	Control	M3	M5
Cemento (kg)	356.00	356.00	356.00
Grava triturada 3/4" (kg)	1,484.00	1,439.48	1,409.80
Plástico reciclado (kg)	-	22.34	37.23
Auramix (ml)	132.00	132.00	132.00
MasterSuna (ml)	1,602.00	1,602.00	1,602.00
Agua (kg)	142.00	142.00	142.00

de diámetro x 300 mm de altura, los cuales fueron llenados en dos capas y enrazados en la parte superior.

Para el proceso de compactación se utilizó un mazo de Proctor Modificado con un peso de 44.48 N, a una altura de 5 cm. Los especímenes se elaboraron por triplicado y curados en húmedo hasta la edad de ensayo (28 días). Se determinó la resistencia a la compresión empleando una prensa hidráulica marca UTEST, con capacidad de carga de 1500 kN, según lo indicado en la norma ASTM C39 (ASTM, 2000).

### 3. Resultados

#### 3.1. Resistencia a la compresión

En la Figura 2 se muestran los resultados de resistencia a la compresión de los especímenes de concreto a los 28 días de edad. Se observa que en las mezclas que contienen plástico reciclado se reduce la resistencia a la compresión a medida que incrementa el porcentaje de sustitución del agregado grueso por plástico. Los resultados de la mezcla control fueron superiores al valor de resistencia de diseño en un 50 %

(210 kg/cm<sup>2</sup>). En el caso de las mezclas con plástico reciclado, la resistencia de las que contenían 3 % de plástico, fue menor en un 15 % (119.38 kg/cm<sup>2</sup>) con respecto al valor de diseño. Mientras que en las mezclas con 5 % de plástico, el valor de resistencia se redujo en un 40 % (84 kg/cm<sup>2</sup>). Los valores obtenidos de la mezcla control fueron superiores en un 48 % a los de Espinoza-Pérez y López-Antón (2018), para concreto permeable sin agregado fino, con una relación a/c de 0.38 y 18 % de vacíos (141.48 kg/cm<sup>2</sup>).

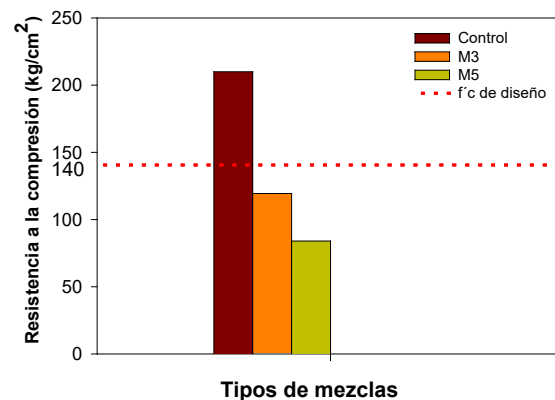
En el mismo trabajo, concretos con relación a/c de 0.32 y 20 % de vacíos, mostraron un valor de 85 k/cm<sup>2</sup>, similar al concreto que contenía 5 % de plástico reciclado.

#### 3.2 Tasa de Infiltración

Se determinó la tasa de infiltración de las mezclas con 3 % y 5 % a los 28 días de edad, según lo indicado en la norma ASTM C1701 (ASTM, 2000). La tasa de infiltración es esencial para evaluar el rendimiento hidráulico, así como para detectar posibles

Figura 2.

Resistencia a la compresión de especímenes de concreto permeable con relación a/c de 0.40, a los 28 días de edad



obstrucciones con el paso del tiempo.

La ecuación empleada para calcular la tasa de infiltración es la siguiente:

$$I = K * \frac{M}{D^2 * t}$$

Dónde:

I= tasa de infiltración (mm/h)

M = Masa de infiltración de agua (kg)

D = Diámetro interior del anillo de infiltración (mm)

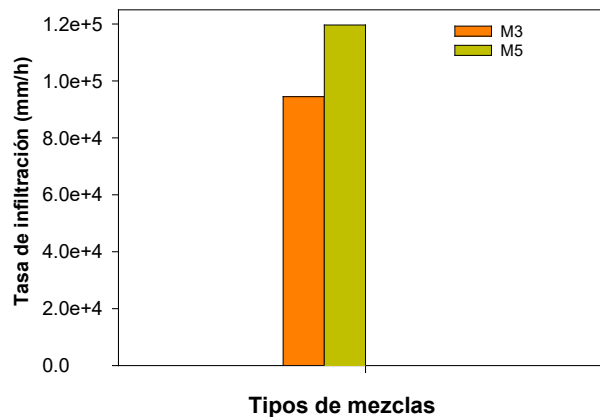
t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto, (s)

K = 4,583,666,000 en el Sistema Internacional

Según el American Concrete Institute (2023), para un concreto permeable, las tasas de infiltración oscilan entre 2,540 y 20,320 mm/h. Los resultados que se muestran en la Figura 3 indican que los concretos con plástico reciclado tienen alta permeabilidad. El valor de las mezclas con 3 % de plástico reciclado fue de 94,471.76 mm/h y de 119,664.24 mm/h, para las que contienen 5 %. El mayor valor obtenido fue aproximadamente 6 veces, en comparación con el mayor valor indicado en el ACI6.

Figura 3.

Tasa de infiltración de especímenes de concreto permeable con relación a/c de 0.40, a los 28 días de edad



## Conclusiones

Con base en los resultados, se puede concluir:

El uso de plásticos reciclados en concretos permeables afecta considerablemente la resistencia a la compresión hasta en un 40 %, en comparación con la mezcla control.

Los resultados de tasa de infiltración indican que el uso de plástico incrementa la permeabilidad del concreto, hasta 6 veces el valor indicado por el ACI.

## Agradecimientos

Darwing Torres agradece al PhD. Eddisson Hernández por su apoyo y contribuciones para el desarrollo de su investigación. Asimismo, se agradece a las siguientes personas que aportaron a su culminación: PhD. Prisciliano de Jesús Cano. Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca, México; Ing. Rafael García. Gerente General EDICRO S.A; Ing. Ricardo Chamorro y Técnico Erick Tinoco. Control de Calidad, EDICRO S.A.; Ing. Adrián Lagos e Ing. Pío Mendoza. Control de Calidad ASP Consultores; Ing. Huberth Oporta. Laboratorio de Materiales, Universidad Americana UAM.

## Referencias

- American Concrete Institute. (2023). *ACI 522R: Guide to pervious concrete*.
- ASTM. (2000). Annual Book of ASTM Standards, Section Four, *Construction, Volume 04.2 Construction, Concrete and Aggregates*. ASTM.
- Cano-Barrita, P. F. de J., Vásquez-López, M. B., León-Martínez, F., y Reyes-Hidalgo, M. (2023). Reutilización de partículas de PET en la elaboración de morteros para construcción. *Ciencia Nicolaita*, (87), 134–148. <https://doi.org/10.35830/cn.vi87.664>
- Espinoza-Pérez, O. R., y López-Antón, E. R. (2018). *Diseño de mezcla de concreto permeable con agregados del banco de préstamo Veracruz, cemento portland tipo GU (ASTM-C1157) y fibras de polipropileno para pavimentos rígidos*. [Undergraduate thesis, Universidad Nacional de Ingeniería]. UNI Repository. <https://ribuni.uni.edu.ni/2623/>
- Hernández, E. F. (2017). Construcción durable - Una visión de futuro para Nicaragua. *Revista Arquitectura +*, 2(4), 8–12. <https://doi.org/10.5377/arquitectura.vi49139>.
- Hernández, E.F, Cano-Barrita, P.F, de J y Torres-Acosta, A. A. (2016). Influence of cactus mucilage and marine brown algae extract on the compressive strength and durability of concrete. *Materiales de Construcción*, Vol. 66, No. 321.
- Lehne, J., y Preston, F. (2018). *Making concrete change: Innovation in low-carbon cement and concrete*. Chatham House. <https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete>
- Mehta, P. K., y Monteiro, P. J. M. (2006). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- NTON. (2011). *Norma técnica obligatoria nicaragüense: Fabricación, uso y manejo del cemento*. La Gaceta, Diario Oficial.
- Sanchez-Soloaga, I., Oshiro, A., y Positieri, M. (2014). The use of recycled plastic in concrete. An alternative to reduce

the ecological footprint. *Revista de la  
Construcción*, 13(3), 19–26

Venitez-Mosquera, J. F., Córdoba-Palacios,  
Y. M., Mena-Ramírez, K. P., y Arbelaez  
Pérez, O. F. (2020). Propiedades  
mecánicas de concretos modificados  
con plástico marino reciclado en  
reemplazo de los agregados finos.  
*Revista Politécnica*, 16(31), 77–84.