

# Valorización de Residuos de Poliestireno Expandido (EPS) en la Producción de Concretos Ligeros: Un Enfoque de Economía Circular para la Vivienda Social

José Fabián Segura Romero

Raúl Andreé Martínez Otiniano

Claudia Johana Chira Huaman

Pablo Aldair Ticona Farfán

*Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería*

*Grupo Estudiantil American Concrete Institute - UNI*

26 de octubre de 2025

## Resumen

**Resumen:** El Poliestireno Expandido (EPS) es un residuo plástico de difícil gestión debido a su baja densidad y gran volumen, ocupando espacio crítico en rellenos sanitarios. Esta investigación propone una estrategia de valorización mediante su incorporación como agregado ligero en matrices cementicias para vivienda social. Se evaluó el potencial de reciclaje de cuatro diseños de mezcla, logrando reemplazar hasta el 40 % del volumen de agregado grueso pétreo por perlas de EPS recuperado. Los resultados indican que es posible encapsular hasta 190 litros de EPS por metro cúbico de concreto (Mezcla EPS40), reduciendo la densidad del material en un 13 % (de 2490 a 2160 kg/m<sup>3</sup>). Este enfoque no solo desvía residuos de los vertederos, sino que disminuye la huella de carbono asociada al transporte de materiales debido a la reducción del peso muerto de la estructura, validando un modelo de economía circular aplicable a la construcción sostenible.

**Palabras clave:** Economía circular, Valorización de residuos, EPS, Concreto sostenible, Huella de carbono.

## 1 Introducción

La industria de la construcción es responsable del 40 % de los residuos sólidos globales y de un tercio de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Simultáneamente, la gestión de residuos plásticos como el Poliestireno Expandido (EPS) representa un desafío ambiental mayúsculo. Aunque el EPS es 100 % reciclabile, su bajísima densidad (98 % aire) hace que su transporte hacia plantas de reciclaje sea económicamente inviable (se transporta “aire”), por lo que frecuentemente termina incinerado o en vertederos, donde ocupa volúmenes desproporcionados y tarda siglos en degradarse.

La Economía Circular propone transformar estos residuos en recursos. En el contexto del déficit de vivienda social en el Perú, la incorporación de EPS triturado o en perlas dentro del concreto ofrece una doble solución: saneamiento ambiental y producción de materiales de construcción de bajo costo.

Este estudio cuantifica el potencial de valorización del EPS residual al utilizarlo como reemplazo parcial del agregado grueso en paneles prefabricados. A diferencia de enfoques anteriores que solo medían resistencia, este trabajo se centra en la eficiencia.

ciencia ecológica: ¿Cuánto volumen de basura podemos eliminar del medio ambiente por cada casa construida?

## 2 Metodología

### 2.1 Estrategia de Valorización

El enfoque experimental consistió en sustituir el agregado pétreo (recurso no renovable cuya extracción genera alto impacto) por un residuo post-industrial (EPS). Se utilizaron perlas de EPS provenientes de embalajes y obras de construcción, las cuales fueron sometidas a un proceso de limpieza y tamizado (Malla N°8) para asegurar una granulometría uniforme compatible con la pasta de cemento.

### 2.2 Diseño de Mezclas Ecológicas

Se analizaron las proporciones de la Tabla 1 del estudio base para determinar el volumen absoluto de EPS incorporado:

- **Densidad del EPS:**  $\approx 20 \text{ kg/m}^3$ .
- **Mezcla EPS20:** Incorpora 1.90 kg de EPS/m<sup>3</sup>.
- **Mezcla EPS40:** Incorpora 3.80 kg de EPS/m<sup>3</sup>.

El cálculo del volumen valorizado ( $V_{rec}$ ) se realiza como:

$$V_{rec}(L) = \frac{\text{Masa}_{EPS}(\text{kg})}{\text{Densidad}_{EPS}(\text{kg/m}^3)} \times 1000 \quad (1)$$

## 3 Resultados y Discusión

### 3.1 Potencial de Desvío de Residuos

La Figura 1 presenta el volumen de EPS reciclado por cada metro cúbico de concreto producido. La mezcla **EPS40** logró incorporar **190 Litros** de

EPS compactado. Esto significa que un muro típico de vivienda social ( $3 \times 2,4 \times 0,15 \text{ m} \approx 1 \text{ m}^3$ ) puede convertirse en un "sumidero" permanente para casi 200 litros de residuos plásticos que, de otro modo, contaminarían el ecosistema.

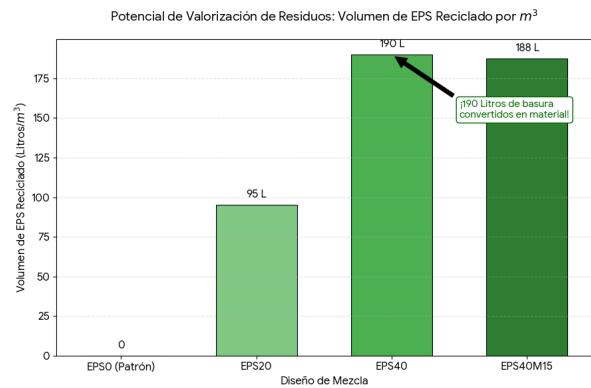


Figura 1: Potencial de Valorización. La mezcla EPS40 convierte 190 litros de residuo en material estructural.

### 3.2 Reducción de la Huella de Carbono por Transporte

Además del reciclaje directo, la reducción de la densidad del concreto tiene un impacto indirecto pero significativo en la huella de carbono. La mezcla **EPS40M15** redujo la densidad de  $2490 \text{ kg/m}^3$  a  $2160 \text{ kg/m}^3$ . Esta disminución de **330 kg por metro cúbico** implica:

1. Menor consumo de combustible fósil durante el transporte de los paneles prefabricados desde la planta a la obra.
2. Posibilidad de transportar más paneles por viaje de camión, optimizando la logística.
3. Reducción de la carga sísmica sobre la cimentación, lo que a su vez permite reducir la cantidad de concreto y acero en las zapatas (materiales con alta energía incorporada).

### 3.3 Viabilidad Técnica-Ambiental

Es crucial notar que, aunque la mezcla con 40 % de EPS reduce la resistencia a la compresión (220

$\text{kg}/\text{cm}^2$ ), este valor sigue siendo superior a los  $175 \text{ kg}/\text{cm}^2$  exigidos estructuralmente. Por lo tanto, no estamos ante un concreto pobre.<sup>o</sup> de relleno, sino ante un material de ingeniería que cumple su función portante mientras presta un servicio ambiental. La adición de microsílice (un subproducto industrial) refuerza este carácter sostenible al mejorar la durabilidad sin consumir materias primas vírgenes.

*Construction.* American Concrete Institute.

## 4 Conclusiones

1. Se demostró la viabilidad de valorizar grandes volúmenes de residuos plásticos en la construcción. La mezcla optimizada permite reciclar **190 litros de EPS por  $\text{m}^3$** , transformando un pasivo ambiental en un activo constructivo.
2. La sustitución de agregados pétreos por EPS generó una reducción del **13 % en la densidad** del material, lo que contribuye directamente a la disminución de emisiones de  $\text{CO}_2$  asociadas al transporte y la cimentación.
3. El concreto ligero con EPS y microsílice representa un modelo exitoso de **Economía Circular**, donde el residuo de una industria se convierte en materia prima para otra, ofreciendo una solución escalable para la construcción de vivienda social sostenible en el Perú.

## Referencias

1. Heidrich, M. C., Müller, K. (2019). *Development of thermal insulating concrete for improved energy efficiency of buildings*. Journal of Building Engineering.
2. EPA. (2020). *Advancing Sustainable Materials Management: Facts and Figures*. Environmental Protection Agency.
3. ACI Committee 130. (2019). *Report on the Role of Materials in Sustainable Concrete*