

Economía Circular en Plásticos: El Desafío del Poliestireno Expandido y su Valorización

Viviana Castillo-Torres, Ana Beatriz Morales-Cepeda *, David Victoria-Valenzuela

Centro de Petroquímica Secundaria, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero/Tecnológico Nacional de México, Ciudad Madero, Tamaulipas, México

* Autor de correspondencia: ana.mc@cdmadero.tecnm.mx

Artículo de divulgación científica

Recibido: 13 de abril de 2026

Aceptado: 30 de junio de 2026

Publicado: 15 de julio de 2026

DOI: <https://doi.org/10.56845/terys.v5i2.707>

Resumen: El incremento de la producción y el consumo de plásticos ha generado un problema ambiental asociado a la acumulación de residuos en una economía lineal. En este contexto, la economía circular surge como una alternativa que busca mantener los materiales en uso el mayor tiempo posible. El presente trabajo aborda el caso del poliestireno expandido (EPS), un material ampliamente utilizado, pero con importantes limitaciones para su reciclaje. Se analizan sus propiedades, problemáticas ambientales y las estrategias actuales para su valorización. Asimismo, se discute su papel en un sistema de economía circular, destacando la importancia de la innovación tecnológica y de la gestión sostenible de los residuos plásticos.

Palabras clave: poliestireno expandido, economía circular, reciclaje, polímero, monómero

Introducción

En los últimos años, los plásticos se han convertido en materiales indispensables en la vida cotidiana debido a sus características, como el bajo costo, la ligereza y la versatilidad. Desde envases hasta componentes eléctricos, su presencia es constante en la vida diaria. Sin embargo, el crecimiento acelerado en la producción de plásticos y su consumo excesivo han generado una problemática ambiental importante debido a la acumulación de residuos plásticos.

Tradicionalmente, los sistemas de producción y consumo de plásticos han seguido un modelo conocido como economía lineal, que consiste en la fabricación de productos, su uso y, finalmente, su desecho, este modelo tradicional de producción provoca una pérdida constante de materiales valiosos y aumenta la cantidad de residuos. Como alternativa a esta problemática, en los últimos años ha surgido el concepto de economía circular, que busca mantener los productos en uso el mayor tiempo posible e implementar la reutilización, el reciclaje y el rediseño de productos (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

En México, la gestión de los residuos plásticos representa un desafío creciente debido al aumento de su generación y a las limitaciones de la infraestructura destinada a su recuperación y aprovechamiento. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2026), fortalecer la valorización de los residuos, ampliar la infraestructura para su manejo e impulsar estrategias de economía circular son acciones prioritarias para reducir la disposición final de materiales con potencial de aprovechamiento, entre ellos diversos residuos plásticos. En este contexto, el poliestireno expandido (EPS) constituye un material de especial interés debido a las dificultades que presenta para su recuperación y reciclaje, lo que hace necesario desarrollar e implementar alternativas de valorización acordes con los principios de la economía circular.

Uno de los materiales plásticos que presenta mayores retos en su manejo como residuo es el poliestireno expandido (EPS), en el presente artículo se busca analizar la problemática asociada al EPS, describir las dificultades que se presentan para su gestión como residuo y definir las principales estrategias de valorización, además, se busca discutir el papel que estas alternativas desempeñan dentro de los principios de la economía circular.

Desarrollo

¿Qué es el poliestireno expandido?

El EPS es un material plástico obtenido a partir del poliestireno, un polímero derivado del monómero de estireno. Durante su proceso de fabricación, las perlas o pellets de poliestireno emplean n-pentano como agente expansor, lo

que les confiere una estructura hueca. Como resultado, el material final puede contener hasta un 95% de aire, lo que provoca una baja densidad (Mendoza & León-Pulido, 2021; Andrady & Neal, 2009).

Gracias a su estructura, el EPS presenta propiedades favorables para distintas aplicaciones, como:

- Baja densidad y ligereza
- Capacidad de aislamiento térmico
- Bajo costo de producción

Dadas estas características, se utiliza ampliamente en la fabricación de recipientes para alimentos, vasos desechables, empaques protectores, electrodomésticos y materiales de aislamiento térmico para la construcción. Sin embargo, estas mismas propiedades son las que dificultan su manejo como residuo para reciclaje (Figura 1).



Figura 1. Fragmentación y reducción de tamaño de residuos de EPS como etapa previa para su reciclaje.

Problemas ambientales asociados al EPS

A pesar de la gran difusión sobre el reciclaje y la presentación de este como solución clave para la problemática ambiental, aproximadamente solo un 9% de los 6,300 millones de toneladas métricas de residuos plásticos generados hasta 2015 a nivel mundial ha sido reciclado correctamente, dejando un 79% acumulado en el medio y un 12% incinerado (Mello *et al.*, 2025; Naranjo *et al.*, 2024). Esta problemática aumenta a la misma medida que la producción mundial de plásticos, con una tasa de crecimiento anual del 4% (Srivastava *et al.*, 2025). El aumento de la producción de plásticos, así como la mala gestión de los residuos, ha provocado que la contaminación por plásticos se convierta en una preocupación internacional (Jaime *et al.*, 2024).

El EPS presenta un gran desafío en cuestión de reciclaje como residuo plástico, principalmente por su baja densidad; lo que significa que a pesar de tener un bajo peso ocupa un gran volumen en los rellenos sanitarios (Hopewell *et al.*, 2009), además de que suele utilizarse en productos de un solo uso, como empaques de alimentos lo que limita las posibilidades para su reutilización. Otro problema importante es su fácil fragmentación, especialmente cuando se expone a radiación solar o a procesos de desgaste físico, lo que ocasiona la fragmentación en pequeñas partículas que pueden llegar a convertirse en microplásticos, los cuales pueden llegar a dispersarse, afectando a ecosistemas tanto terrestres como acuáticos (Geyer *et al.*, 2017).

La problemática se intensifica debido a que el EPS presenta un tiempo de degradación que oscila entre 500 y 1000 años, aproximadamente, dependiendo de los factores ambientales y del entorno en el que se encuentre (Valencia *et al.*, 2024).

Economía circular aplicada a los plásticos.

La economía circular, a diferencia del modelo lineal típico, propone un enfoque orientado a cerrar los ciclos de los materiales, evitando que los productos se conviertan en residuos y transformando la forma en que se diseñan, se utilizan y se gestionan dichos materiales (Posada & Montes-Flores, 2021). En el caso de los plásticos se basa en los tres principios básicos y ampliamente conocidos:

1. Reducir el consumo innecesario de productos desechables o de un solo uso.
2. Reutilizar siempre que sea posible los materiales o productos.
3. Reciclar los residuos buscando convertirlos nuevamente en un producto funcional o en materia prima.

Aplicar estos principios para manejar los residuos de EPS implicaría una mejora en los sistemas de recolección, el desarrollo de métodos de reciclaje eficientes y el diseño de productos que faciliten su recuperación postconsumo (Figura 2).

Ciclo del Poliestireno Expandido en la Economía Circular



Nota: Imagen generada mediante inteligencia artificial con fines exclusivamente ilustrativos por los autores

Figura 2. Esquema conceptual de la economía circular aplicada al EPS, ilustrando las etapas de uso, recuperación, reciclaje y reincorporación al ciclo productivo.

Algunos ejemplos concretos de aplicación de la economía circular al EPS incluyen la instalación de centros de acopio especializados para residuos postconsumo, el uso de equipos de compactación para reducir costos de transporte, la reincorporación del material reciclado en la fabricación de empaques y productos de aislamiento térmico, así como el rediseño de envases para disminuir la cantidad de material utilizado. Estas acciones permiten prolongar la vida útil de los recursos y reducir la generación de residuos.

Reciclaje del poliestireno expandido

Aunque es posible reciclar el EPS, existen varios obstáculos para implementarlo a gran escala, principalmente debido al alto volumen del material, lo que hace que su transporte desde los centros de consumo hasta las plantas de reciclaje resulte costoso. Las estrategias de valorización de los residuos de EPS pueden clasificarse en dos categorías: reciclaje químico y reciclaje mecánico. En el reciclaje mecánico, el EPS pasa por un proceso de compactación, que consiste en comprimir y reducir significativamente el volumen del polímero; posteriormente, se tritura y se reincorpora en la fabricación de nuevos productos plásticos (Al-Salem *et al.*, 2009). El reciclaje químico consiste en la descomposición de las cadenas poliméricas para obtener monómeros o compuestos químicos de valor.

El reciclaje químico constituye una alternativa de gran interés para materiales cuya recuperación mediante métodos mecánicos resulta limitada, consiste en romper las cadenas poliméricas mediante tratamientos térmicos, catalíticos o químicos para obtener compuestos de menor peso molecular. Entre sus principales ventajas destaca la posibilidad de tratar residuos contaminados o degradados que difícilmente podrían reciclarse mecánicamente. Sin embargo, presenta desafíos en el consumo energético, los costos operativos y la necesidad de infraestructura especializada. A pesar de estas limitaciones, el reciclaje químico representa una estrategia relevante dentro de la economía circular al permitir recuperar materiales de alto valor a partir de residuos plásticos complejos, dentro del reciclaje químico se encuentra

el reciclaje por disolución busca recuperar el polímero mediante el uso de solventes selectivos que permiten separar contaminantes sin modificar significativamente su estructura química.

Sin embargo, estos métodos de reciclaje aún enfrentan desafíos económicos y logísticos, lo que explica que la tasa de reciclaje de EPS siga siendo baja en comparación con la de otros plásticos.

Hacia un uso más sostenible de los plásticos

El desarrollo de estrategias de economía circular requiere la participación de gobiernos, industrias, científicos y consumidores. En el caso del EPS, algunas de las acciones a explorar son:

- El desarrollo de materiales alternativos y biodegradables.
- La implementación de programas especializados de recolección y reciclaje de este polímero.
- Diseño de empaques con menos material.
- Investigación de nuevas tecnologías y métodos para el reciclaje químico.

Además, la educación ambiental es de gran importancia; comprender el funcionamiento de los materiales que se utilizan a diario permite tomar decisiones más responsables sobre su consumo y su disposición final.

Entre las estrategias de reciclaje químico, destaca el desarrollo de procesos basados en la disolución; este enfoque contempla el uso del estireno como solvente. Esta estrategia ha sido estudiada principalmente a escala experimental y consiste en disolver los residuos de EPS fuera de especificación para facilitar la eliminación de impurezas y la posterior recuperación del polímero.

El proceso contempla etapas de solubilización, separación de contaminantes y curado del material, lo que permite obtener un producto con características comparables a las del poliestireno virgen. Aunque este tipo de metodología aún enfrenta retos para su implementación a gran escala, muestra potencial como alternativa de valorización, ya que contribuye a reducir la generación de residuos y a reincorporar materiales al ciclo productivo con un menor impacto ambiental.

Además, este enfoque se alinea con los principios de la economía circular, al transformar un residuo problemático en un recurso útil. De esta manera, se reduce la dependencia de las materias primas fósiles y se promueve un uso más eficiente de los materiales (Carenzo *et al.*, 2023).

Sin embargo, la transición hacia sistemas más sostenibles no depende únicamente del desarrollo tecnológico. Es necesario un esfuerzo conjunto que involucre políticas públicas, la innovación industrial y cambios en los patrones de consumo. La educación y la divulgación científica desempeñan un papel fundamental en este proceso al permitir que la sociedad comprenda la importancia de una gestión responsable de los materiales.

Conclusiones

El EPS es un material ampliamente utilizado por sus propiedades físicas y su bajo costo de producción. No obstante, su manejo como residuo representa un desafío importante para los sistemas actuales de gestión de plásticos. La economía circular ofrece un marco conceptual que permite replantear la forma en que se producen, se utilizan y se recuperan estos materiales.

Desarrollar una economía circular para plásticos como el EPS enfrenta obstáculos, como las diferencias políticas y económicas que inciden en la producción y el consumo del material, así como la dificultad de establecer sistemas de monitoreo y de aplicación efectivos.

Además, la falta de equipos adecuados para separar y reciclar eficientemente el material, así como la ausencia de incentivos económicos fijos, representan una barrera significativa para incrementar el reciclaje de polímeros.

Crear un sistema que abarque todo el ciclo de vida de los plásticos, desde el diseño hasta la disposición de los desechos, es necesario para lograr una verdadera economía circular, lo cual exige una innovación sustancial en las tecnologías de reciclaje y su integración en estrategias a largo plazo (Amariei & Rosal, 2025).

Avanzar hacia sistemas más circulares implica mejorar las tecnologías de reciclaje, rediseñar productos y fomentar una mayor conciencia sobre el uso responsable de los recursos. De esta manera, será posible reducir el impacto ambiental de materiales como el EPS y avanzar hacia modelos de producción y consumo más sostenibles.

Bibliografía

- Al-Salem, S., Lettieri, P., & Baeyens, J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste. *Waste Management*, 29, 2625–2643. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>
- Amariei, G., & Rosal, R. (2025). Plastic circularity: Challenges, opportunities, and future pathways. *Cambridge Prisms: Plastics*, 1. <https://doi.org/10.1017/plc.2025.10035>
- Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 1977–1984. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0304>
- Carenzo, S., Saidón, M., & Stevanato, A. (2023). La transición hacia la economía circular de los residuos en Argentina: Aportes metodológicos para su abordaje a través del análisis de los casos del plástico y del vidrio. *Estudios Socioterritoriales*, 33, 1. <https://doi.org/10.37838/unicen/est.33-141>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017). The circular economy: A new sustainability paradigm. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geyer, R., Jambeck, J., & Law, K. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: Challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 2115–2126. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0311>
- Jaime, A., Ibarra, A. A., Hernández, M. A., & Hernández, L. P. G. (2024). Legislaciones estatales para los plásticos de un solo uso en México: ¿Qué sectores están incluidos? *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 40. <https://doi.org/10.20937/rica.54930>
- Mello, A. F. M. de, Machado, C. M. B., Neyra, L. C. R., Ocán-Torres, D. Y., Barros, R. N., Medeiros, M. C., Soccol, C. R., & Vandenberghe, L. P. de S. (2025). Biorefinery-based production of biodegradable bioplastics: Advances and challenges in circular bioeconomy. *npj Materials Sustainability*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s44296-025-00086-4>
- Mendoza, I. D. P., & León-Pulido, J. (2021). Efecto de la concentración y la temperatura en la disolución de poliestireno expandido usando solventes naturales. *Avances Investigación en Ingeniería*, 18(2). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.7420>
- Naranjo, J., Palmay, P., & Jaramillo, K. (2024). Uso de un catalizador regenerado de la unidad de craqueo catalítico fluidizado para el reciclaje químico mediante glicólisis del poli-(tereftalato de etileno). *Revista Politécnica*, 53(1), 47. <https://doi.org/10.33333/rp.vol53n1.05>
- Posada, J. C., & Montes-Flores, E. (2021). Revisión: Materiales poliméricos biodegradables y su aplicación en diferentes sectores industriales. *Informador Técnico*, 86(1). <https://doi.org/10.23850/22565035.3417>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2026). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos (DBGIR) 2026*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/diagnostico-basico-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-dbgir-2026>
- Srivastava, R. K., Sarangi, P. K., Singh, A., Parveen, A., Sahoo, U. K., Padil, V. V. T., Abass, K. S., Jumaniozov, K., Onn, C. W., & Kurniawan, T. A. (2025). Innovative recycling strategies for non-recycled plastics: Advancing the circular economy for a sustainable future. *RSC Sustainability*, 3(12), 5433. <https://doi.org/10.1039/d5su00421g>
- Valencia, M. N. R., Moreno, A. D., Echeverría, R. S., & Martínez-Cruz, A. (2024). Memorias 1er Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental (CIAMB): Perspectivas para sustentabilidad. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 40. <https://doi.org/10.20937/atm.55306>