



## *Impacto de los materiales poliméricos en el medio ambiente*

### *Impact of polymeric materials on the environment*

### *Impacto dos materiais poliméricos no meio ambiente*

Napoleón Gustavo Padilla-Santillan <sup>I</sup>  
[napoleon.padilla@hotmail.com](mailto:napoleon.padilla@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-6694-5523>

José David Olmedo-Ponce <sup>II</sup>  
[jose.olmedo.ponce@utelvt.edu.ec](mailto:jose.olmedo.ponce@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-8433-2533>

Johnny Gervi Montaña-Roldan <sup>III</sup>  
[johnny.montano@hotmail.com](mailto:johnny.montano@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-1337-2896>

**Correspondencia:** [napoleon.padilla@hotmail.com](mailto:napoleon.padilla@hotmail.com)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de julio de 2022 \* **Aceptado:** 12 de agosto de 2022 \* **Publicado:** 08 de septiembre de 2022

- I. Universidad Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- II. Facultad de Ingeniería de la Universidad Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- III. Universidad Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

## Resumen

El objetivo de este ensayo consistió en analizar del impacto de los materiales poliméricos en el medio ambiente. Desde este análisis comprender que la contaminación por polímeros es un tema complejo en virtud de las aristas que están involucradas y las consecuencias a largo plazo. Se concluye que se han desarrollado múltiples estudios y discusiones relacionados con el impacto ambiental generado por los plásticos, tanto para compararlos con otros materiales, como para establecer diferencias entre distintos polímeros. A este respecto, es importante señalar que no existe un método universal para determinar el impacto ambiental de un producto, que es un concepto amplio, en el que intervienen muchos factores y que puede tener diferentes interpretaciones. En el caso de Ecuador, las importaciones se han hecho desde 42 países, con Estados Unidos en primer lugar. En 2020, Ecuador fue el tercer país de América Latina que más desechos plásticos importó desde Estados Unidos solo por detrás de México y El Salvador. . Existen factores relacionados al impacto ambiental de los polímeros, tales como el sobreconsumo de plástico, la mala gestión de los residuos plásticos, el incremento de los Nurdles y microesferas; la ineficacia de las plantas de tratamiento de agua.

**Palabras clave:** Polímeros; contaminación; medioambiente.

## Abstract

The objective of this test was to analyze the impact of polymeric materials on the environment. From this analysis understand that contamination by polymers is a complex issue due to the edges that are involved and the long-term consequences. It is concluded that multiple studies and discussions related to the environmental impact generated by plastics have been developed, both to compare them with other materials, and to establish differences between different polymers. In this regard, it is important to point out that there is no universal method to determine the environmental impact of a product, which is a broad concept, in which many factors intervene and which can have different interpretations. In the case of Ecuador, imports have been made from 42 countries, with the United States in first place. In 2020, Ecuador was the third country in Latin America that imported the most plastic waste from the United States, only behind Mexico and El Salvador. . There are factors related to the environmental impact of polymers, such as the

overconsumption of plastic, poor management of plastic waste, the increase in Nurdles and microspheres, the inefficiency of water treatment plants.

**Keywords:** Polymers; pollution; environment.

## Resumo

O objetivo deste teste foi analisar o impacto dos materiais poliméricos no meio ambiente. A partir desta análise entende-se que a contaminação por polímeros é uma questão complexa devido às arestas que estão envolvidas e as consequências a longo prazo. Conclui-se que vários estudos e discussões relacionados ao impacto ambiental gerado pelos plásticos têm sido desenvolvidos, tanto para compará-los com outros materiais, quanto para estabelecer diferenças entre diferentes polímeros. Nesse sentido, é importante destacar que não existe um método universal para determinar o impacto ambiental de um produto, que é um conceito amplo, no qual intervêm muitos fatores e que podem ter diferentes interpretações. No caso do Equador, as importações foram feitas de 42 países, com os Estados Unidos em primeiro lugar. Em 2020, o Equador foi o terceiro país da América Latina que mais importou resíduos plásticos dos Estados Unidos, atrás apenas de México e El Salvador. . Existem fatores relacionados ao impacto ambiental dos polímeros, como o consumo excessivo de plástico, a má gestão dos resíduos plásticos, o aumento de Nurdles e microesferas, a ineficiência das estações de tratamento de água.

**Palavras-chave:** Polímeros; poluição; meio Ambiente.

## Introducción

Los plásticos de un solo uso son aquellos polímeros sintéticos que se suelen utilizar para envases y artículos destinados a ser utilizados una sola vez, antes de ser descartados (UNEP., 2018). La contaminación que generan estos elementos representa una problemática reconocida a nivel mundial y en general hay un consenso alrededor de la necesidad de implementar acciones para mitigarla. Sin embargo, no todos los enfoques son iguales y no todas las acciones propuestas han sido efectivas.

En este sentido, una reducción drástica del plástico innecesario, evitable y problemático es crucial para enfrentar la crisis global de contaminación, según una evaluación exhaustiva publicada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Es por ello que acelerar

la transición hacia las energías renovables, eliminar subsidios y adoptar enfoques circulares ayudarán a reducir los residuos plásticos en la escala necesaria, de acuerdo con el informe (Geyer, Jambeck, & Lavender, 2017)

Es importante considerar que la contaminación por plásticos es una amenaza creciente en todos los ecosistemas, desde donde se origina la contaminación hasta el mar. También evidencia que, si bien se tiene el conocimiento, se necesita la voluntad política y la acción urgente de los gobiernos para abordar esta creciente crisis.. Al respecto, la contaminación por plásticos en los ecosistemas acuáticos por ejemplo, ha crecido considerablemente en los últimos años y que se prevé que se duplique para 2030, con consecuencias nefastas para la salud, la economía, la biodiversidad y el clima.. (Jambeck, y otros, 2015)

Se comprende entonces que la contaminación por plásticos es una problemática de carácter mundial, que comienza desde que el material se extrae y se produce por parte de la industria petrolera, hasta que se desecha. Por tanto, esta problemática debe abordarse desde un enfoque de ciclo de vida, que comience con la reducción de los desechos plásticos, disminuyendo el uso y consumo. Actualmente se estima que hay más de 150 millones de toneladas de desechos plásticos en los océanos y cada año se suman entre 8 y 13 millones de toneladas más (Jambeck, y otros, 2015). Más de 690 especies marinas están siendo impactadas de forma negativa por los desechos plásticos (Wilcox, Mallos, Leonard, B., & Hardesty, 2016)

Se estima que, para 2050, todas las especies de aves marinas estarán alimentándose de desechos plásticos (Wilcox et al., 2015) y que el 73 % de los desechos en las costas serán plásticos (Wilcox. C., 2015) Por ejemplo, el Poliestireno Expandido (EPS) o icopor, es capaz de absorber, a través de su superficie porosa, contaminantes de la columna de agua del océano y transportarlos a través de largas distancias.

A partir de lo anterior el objetivo de este ensayo consiste en analizar del impacto de los materiales poliméricos en el medio ambiente. Desde este análisis comprender que la contaminación por polímeros es un tema complejo en virtud de las aristas que están involucradas y las consecuencias a largo plazo

## **Desarrollo**

Los polímeros son macromoléculas formadas a partir de la unión de moléculas orgánicas de menor tamaño denominadas monómeros. El proceso por el cual se sintetiza un polímero a partir

de sus monómeros se denomina polimerización. En función de la configuración de las cadenas, los polímeros pueden presentar diversas estructuras con propiedades muy variadas, lo que les otorga una elevada versatilidad. Los términos polímero y plástico se toman frecuentemente como sinónimos pero de hecho existe una distinción. El polímero es el material puro que resulta del proceso de polimerización y generalmente se utiliza para nombrar los materiales que poseen largas cadenas moleculares.

Los polímeros puros rara vez se usan y es en la presencia de aditivos en la que se aplica el término plástico. Los principales aditivos usados en plásticos son los agentes de acoplamiento, fibras de refuerzo, retardantes de llama, lubricantes, plastificantes y estabilizadores (García, D. Rusinek, A. & Jankowiak, T. Arias, A., 2015) Las principales propiedades que hacen de los polímeros materiales de elevado interés industrial son su baja densidad, alta relación resistencia/peso, alta resistencia a la corrosión y disolventes químicos, baja conductividad eléctrica y térmica y facilidad en los métodos de fabricación.

Han estado presentes en la vida y la naturaleza desde sus comienzos y un ejemplo de ello son las proteínas. No obstante, los polímeros artificiales surgieron a mediados del siglo XIX y su desarrollo continúa hasta el presente. Este producto tuvo un gran éxito debido a sus particulares propiedades: se le podía dar la forma deseada, no conducía la electricidad y era resistente al agua y a los disolventes. (Qoubaa, Z., Othman, R., 2014)

Desde un punto de vista termomecánico, los polímeros pueden ser clasificados como termoestables, termoplásticos y elastómeros. Esto es así debido a que las cadenas moleculares que forman los polímeros pueden estar unidas de diversas formas y en función del tipo de enlace que se establezca se obtendrán materiales con distintas propiedades donde destaca la diferente respuesta ante cambios de temperatura. (Monea, A. Van Perre, G. Baeck, K. Delye, H., 2014).

Los polímeros termoplásticos destacan por su alta sensibilidad a la temperatura y velocidad de deformación. Las propiedades mecánicas de los polímeros termoplásticos disminuyen al aumentar la temperatura hasta el punto de superar la temperatura de fusión, a partir de la cual el polímero fluye como un fluido viscoso. Entre las aplicaciones de los polímeros termoplásticos se encuentran la fabricación de elementos y componentes aeronáuticos y de automoción, equipamiento biomédico y materiales aislantes en la industria eléctrica y electrónica entre otras. . (Ribeiro, C. Correia, D. Ribeiro, S. & Fernandes, M., 2018)

**Figura 1:** Clasificación de los polímeros. (Labeaga, 2018)

<b>Clasificación</b>	<b>Tipos de material Poliméricos</b>	<b>Descripción</b>
Según estructura	Amorfos	No poseen orden en su estructura Poseen regiones con un ordenamiento periódico
	Semicristalino	
Según la estructura química	Homopolímeros	Formados por una sola clase de monómero
	Copolímeros	En la estructura están presentes distintos tipos de monómeros
Según el comportamiento frente al calor	Termoplásticos	Es el grupo de polímeros que tras aplicárseles calor y fundirse o ablandarse, son capaces de volver a recuperar sus propiedades originales como son el polietileno, polipropileno, PVC o las poliamidas
	Termoestables	Estructura entrecruzada, formando una red a base de uniones covalentes.

Además de su elevada rigidez, resistencia y tenacidad, estos materiales destacan por su estabilidad térmica ya que, al contrario que los termoplásticos las cadenas no fluyen y mantienen sus propiedades mecánicas hasta que se degradan. Algunos ejemplos de polímeros termoestables incluyen: resinas epoxy, poliéster, silicona y poliuretano.

Ahora bien, según la organización ecologista Greenpeace, la creciente producción y uso de los plásticos, así como la inconciencia del hombre han provocado una gran contaminación ambiental, sobre todo del mar. Cada año, los mares son contaminados por hasta 12 millones de toneladas de basura. Cabe recalcar también que lo que más resulta perjudicial son los llamados microplásticos, diminutos fragmentos menores a 5mm, que al llegar al mar y ser ingeridos por las especies marinas, les provoca enfermedades gastrointestinales y alteraciones en su alimentación y reproducción (Chouirfa, H. Bouloussa, H. Migonney, V., 2019).. Pero eso no es todo, según el canal National Geographic, este menciona que los microplásticos están también presentes el aire. Según estudios científicos, se registraron una tasa diaria de 365 partículas de microplástico por metro cuadrado en las montañas de los Pirineos del sur de Francia, concluyendo que también podrían estar presentes en los vegetales y animales que consumimos. Por lo tanto, nosotros también somos víctimas directas de esta contaminación. (Askeland, D. Wright, W., 2017)

Se han desarrollado múltiples estudios y discusiones relacionados con el impacto ambiental generado por los plásticos, tanto para compararlos con otros materiales, como para establecer diferencias entre distintos polímeros. A este respecto, es importante señalar que no existe un método universal para determinar el impacto ambiental de un producto, que es un concepto amplio, en el que intervienen muchos factores y que puede tener diferentes interpretaciones. Una de las metodologías de evaluación que ha cobrado fuerza en los últimos años es el análisis de ciclo de vida. Un producto o servicio puede afectar a uno o más de los elementos que conforman el ambiente. (Tabone, M. Cregg, J. Beckman, E., 2010)

Las consecuencias de la contaminación plástica son diversas, pero fundamentalmente afectan a los seres vivos, incluidos los seres humanos y a la calidad del suelo, el agua y el aire. Islas gigantes de plásticos: la basura en los océanos ha llegado a crear enormes islas de plástico en los grandes océanos de la Tierra. Actualmente, existen 5 islas que se han formado allí donde confluyen las corrientes oceánicas. La isla más grande es la del Pacífico, que cuenta con un tamaño similar al de España, Francia y Alemania juntas. (García, 2019)

La pérdida de biodiversidad: la ingesta de plásticos por los animales les provoca laceraciones, heridas internas e incluso la muerte. Pero los organismos acuáticos no solo mueren por su ingesta, en otros casos mueren por quedar atrapados, por ejemplo, en redes de pesca abandonadas, o sufren la malformación o la amputación de extremidades por la misma razón. También puede afectar a la fisiología de los animales. En algunas tortugas marinas se ha observado que debido a los plásticos que tienen en su estómago e intestinos, flotan y, por tanto, no pueden hundirse para buscar comida y finalmente mueren. De este modo, la existencia de plásticos está conduciendo a una extinción de especies y a la pérdida de biodiversidad.

Las amenazas a la salud pública: al igual que otros animales, los humanos también podemos consumir plásticos debido a la bioacumulación en la cadena alimenticia. Pero los humanos y animales no solo estamos expuestos al peligro de los plásticos por su consumición. Durante la fabricación de los plásticos, se utilizan compuestos peligrosos para la salud humana como el Bisfenol A, ftalatos, retardantes de llama, endurecedores, pinturas y otras sustancias, muchas de las cuales son cancerígenas. Estos compuestos también se liberan durante la degradación de los plásticos aumentando así el radio de contaminación de estos. La Contribución al efecto invernadero: los plásticos están formados por carbono y proceden del petróleo, por lo que su quema, a parte de otros compuestos peligrosos, libera gases de efecto invernadero.

Por último, la asociación con contaminantes orgánicos peligrosos: los plásticos pueden absorber otros contaminantes que previamente se encuentren en el medio ambiente. De entre estos contaminantes, destacan los peligrosos insecticidas DDT y otros organoclorados y organofosforados, hidrocarburos aromáticos policíclicos como el benceno, dioxinas y metales pesados. La peligrosidad de esto radica en que una vez consumidos, los contaminantes pueden moverse por el cuerpo y provocar enfermedades. Además, estos contaminantes tienen la capacidad de bioacumularse y biomagnificarse en la cadena trófica, por lo que su efecto puede magnificarse y llegar a otras especies, incluidos los humanos.

En Ecuador se ha importado un total de 48.473 toneladas de desechos plásticos, entre 2018 y enero de 2022. Durante este lapso, el 2020 fue el año con más importaciones de este tipo: 13.151 toneladas, a un costo de más de cinco millones de dólares. Este es uno de los principales hallazgos de la última investigación de la Alianza Basura Cero de Ecuador, en coordinación con la Alianza Global para Alternativas a la Incineración (GAIA, por sus siglas en inglés), que desde 2019 ha hecho un seguimiento al movimiento transfronterizo de este tipo de residuos en cuatro países de la región.

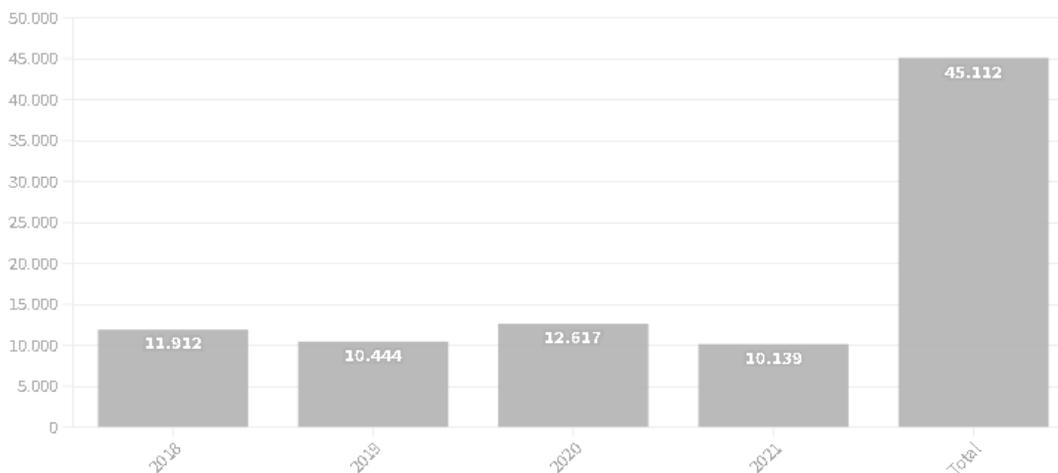
En el caso de Ecuador, las importaciones se han hecho desde 42 países, con Estados Unidos en primer lugar. En 2020, Ecuador fue el tercer país de América Latina que más desechos plásticos importó desde Estados Unidos solo por detrás de México y El Salvador. Entre 2018 y enero de 2022, desde ese país llegaron 27.338 toneladas de esos materiales, lo que representa el 56% del total de estas importaciones. Le siguen República Dominicana, México, Colombia y Costa Rica. Estas cifras confirman una vez más que Ecuador es uno de los principales receptores de desechos plásticos en la región. En 2021, GAIA informó que América Latina se ha convertido en uno de los destinos emergentes de la basura plástica mundial.

## Número de toneladas que ingresaron al país

Cifras en toneladas

Seleccione:

Guayaquil
  Tulcán
  Quito



Fuente: Alianza Basura Cero Ecuador • Gráfico: Daniela Castillo- Primicias

PRIMICIAS

**Figura 2:** Estimado de toneladas de polímeros que ingresan a Ecuador (Primicias, 2021)

Los residuos plásticos son una preocupación global, debido a que su degradación toma cientos de años y, si no se gestionan adecuadamente contaminan el ecosistema durante un largo período de tiempo. Por lo tanto, el rol del Estado es vital para la gestión de residuos plásticos con el desarrollo de políticas públicas que apoyen a los países para reducir el consumo de plástico

## Conclusiones

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2018) (UNEP, por sus siglas en inglés), ha emitido algunas directrices para abordar la problemática de la contaminación por plásticos desde un enfoque de políticas públicas. Entre las recomendaciones emitidas se hace especial énfasis en la reducción de la contaminación, teniendo en cuenta que el plástico contamina durante todo su ciclo de vida: desde que se produce hasta que se desecha. Adicionalmente, se recomienda tener en cuenta un enfoque de jerarquización de residuos sólidos, en donde hay soluciones, como la reducción de los desechos generados, que tienen un mayor impacto que otros abordajes, como podrían ser la incineración o el reciclaje. Adicionalmente, se recomienda que las alternativas a los plásticos de un solo uso sean biodegradables en condiciones

naturales, ya que uno de los principales inconvenientes de los plásticos de un solo uso son su persistencia en el ambiente (UNEP, 2018).

Existen factores relacionados al impacto ambiental de los polímeros, tales como el sobreconsumo de plástico, la mala gestión de los residuos plásticos, el incremento de los Nurdles y microesferas; la ineficacia de las plantas de tratamiento de agua.

## Referencias

1. Askeland, D. Wright, W. (2017). *Ciencia e ingeniería de los materiales*. Séptima edición. México D.F.: Cengage Learning.
2. Chouirfa, H. Bouloussa, H. Migonney, V. (2019). *Review of titanium surface modification techniques and coatings for antibacterial applications*.
3. García, A. (2019, 07 10). *Contaminación por plásticos: causas, consecuencias y soluciones*. Retrieved 9 7, 2022, from <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-por-plasticos-causas-consecuencias-y-soluciones-2114.htm>
4. Garcia, D. Rusinek, A., & Jankowiak, T. Arias, A. (2015). *Mechanical impact behaviour of polyether-ether-ketone (PEEK) Composite Structures*.
5. Geyer, R., Jambeck, J. ..., & Lavender, K. (2017). Production, use and fate of all plastics ever made. , 3(7): . *Sci. Advances*, 1-5.
6. Jambeck, J., Geyer, C., Wilcox, T., Siegler, M., Perryman, A., Andrady, R., . . . Lavender. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. 347 6223. *Science*, , ):768-771.
7. Labeaga, A. (2018). *Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones*. Universidad Nacional de Educación a distancia.
8. Monea, A. Van Perre, G. Baeck, K. Delye, H. (2014). *The relation between mechanical impact parameters and most frequent bicycle related head injuries*. *Journal of Mechanical Behaviour of Biomedical Materials*.
9. Primicias. (2021, 7 18). *Primicias* . Retrieved from Ecuador es el tercer país de la región que más basura plástica importa: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/desechos-residuos-plasticos-basura-ecuador/>
10. Qoubaa, Z., Othman, R. (2014). *Characterization and modeling of the strain rate sensitivity of polyetheretherketone's compressive yield stress*, *Materials & Design*.

11. Ribeiro, C. Correia, D. Ribeiro, S., & Fernandes, M. (2018). *Magnetoelectric Polymers as Biomaterials for Novel Tissue Engineering Strategies*.
12. Tabone, M. Cregg, J. Beckman, E. (2010). "Sustainability Metrics: Life Cycle Assessment y Green Design in Polymers. Environ. Sci. Technol.
13. UNEP. (2018). Single Use Plastics: A Roadmap for Sustainability. *nep.org/*, 104 pp.
14. Wilcox, C., Mallos, N., Leonard, A., B., R., & Hardesty, d. (2016). Using expert elicitation to estimate the impacts of plastic pollution on marine wildlife. . *Marine Policy*,, 107-114.
15. Wilcox. C., E. v. (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. 112(38):. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 11899-11904.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).