Contaminación por micro y nano plásticos

Fuentes, impactos y amenazas para la salud humana y ecosistemas acuáticos

Autor

Enrique Vivanco Font
Email: evivanco@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3195

Nº SUP: 147932

Resumen

Este informe aborda la creciente preocupación por la presencia de microplásticos y nanoplásticos en ecosistemas acuáticos como océanos, lagos y ríos. Los microplásticos son partículas de plástico de hasta 5 milímetros, clasificándose en "primarios" (diseñados para ser pequeños, como en cosméticos o pellets industriales) y "secundarios" (resultado de la fragmentación de plásticos más grandes por factores ambientales). Los nanoplásticos, de menos de 1 micrómetro, representan una amenaza emergente debido a su capacidad para penetrar tejidos biológicos y causar efectos tóxicos a nivel celular en organismos acuáticos, con el potencial de afectar a los seres humanos a través de la cadena trófica.

Estos contaminantes se originan de fuentes primarias y secundarias, y su acumulación en el ambiente se correlaciona con la producción global de plásticos desde antes de la década de 1950. En aguas continentales, se encuentran microplásticos como poliuretano y PVC, que pueden adsorber contaminantes químicos. En el medio marino, ríos y lagos provienen de redes de pesca, envases, aguas residuales, escorrentía urbana/industrial, desgaste de neumáticos, entre otras. Las fuentes terrestres contribuyen con aproximadamente el 80% de los microplásticos en ambientes acuáticos. La detección de nanoplásticos es más limitada, aunque siguen rutas similares.

Los microplásticos generan potenciales impactos negativos en ambientes marinos y de agua dulce, afectando a organismos por obstrucción digestiva, alteraciones en la alimentación, reproducción y comportamiento, además de transportar contaminantes tóxicos. También, alteran los ecosistemas y representan riesgos para la salud humana, al incorporarse en la cadena alimentaria. La OMS y la FAO advierten sobre sus efectos potenciales, como disrupción endocrina, estrés oxidativo y posibles efectos cancerígenos. Se necesita más investigación para comprender sus consecuencias a largo plazo.

Introducción

Este informe aborda la creciente preocupación por la presencia de microplásticos y nanoplásticos en ecosistemas acuáticos, tales como ambientes marinos, lagos y ríos. Se recopila y sintetiza información relevante a nivel nacional e internacional. El objetivo es proporcionar una visión actualizada sobre este tipo de contaminación, sus características, fuentes y efectos potenciales.

La información proviene de fuentes públicas, tal como Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), Agencia de Protección Ambiental de Canadá, Agencia de Medio Ambiente de la Unión Europea, y diversas fuentes académicas debidamente citadas en el documento.

Las traducciones son del autor del documento.

¿Qué son los microplásticos y nanoplásticos?

Los microplásticos, o "microplástico primario", son partículas de plástico que pueden tener hasta 5 milímetros de diámetro. Estas ingresan a los océanos y cuerpos de agua continentales como resultado de diversas actividades humanas, tales como la descomposición de productos de cuidado personal, el desgaste de textiles sintéticos durante el lavado, la escorrentía urbana, las fugas industriales y la abrasión de neumáticos en vías urbanas[1,2].

Por otra parte, el "microplástico secundario" se genera a partir de la fragmentación de objetos plásticos más grandes, como bolsas, botellas, redes de pesca o empaques, debido a la acción del sol (fotodegradación), las olas, el viento y otros factores ambientales[3].

Sumado a lo anterior, los microplásticos y nanoplásticos - partículas plásticas te tamaño aún más reducido, de menos de 1 µ (micrómetro) - representan una amenaza emergente. Debido a su diminuto tamaño, tienen una alta capacidad de penetrar tejidos biológicos, lo que puede provocar efectos tóxicos a nivel celular en organismos acuáticos y potencialmente en seres humanos a través de la cadena trófica[4]. Su detección y análisis siguen siendo limitados debido a restricciones técnicas, aunque ya se ha confirmado su presencia tanto en ambientes marinos como en aguas continentales[5].

En el mismo sentido, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha advertido que la contaminación por microplásticos y nanoplásticos ha alcanzado niveles preocupantes, afectando tanto la biodiversidad como la calidad del agua dulce y marina[6].

[1] Koelmans, A. A., Mohamed Nor, N. H., Hermsen, E., Kooi, M., Mintenig, S. M., y De France, J. (2022). Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality.
[2] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2023). Microplásticos: consecuencias históricas de la contaminación por plásticos.
[3] Ibidem.
[4] Gigault, J., Ter Halle, A., Baudrimont, M., Pascal, P.-Y., Gauffre, F., Phi, T.-L., El Hadri, H., Grassl, B., y Reynaud, S. (2018). Current opinion: What is a nanoplastic?
[5] Koelmans *et al., (*2022).
[6] PNUMA op.cit.

Procedencia de microplásticos y nanoplásticos

Estos materiales sintéticos se originan principalmente de fuentes primarias, diseñadas en tamaño reducido (como los microgránulos en cosméticos o pellets industriales), y de fuentes secundarias, derivadas de la fragmentación de objetos plásticos más grandes debido a la exposición a factores ambientales como radiación UV, salinidad, movimiento del agua y actividad biológica[7].

Por su origen industrial, los plásticos en general comienzan a acumularse en forma significativa en el medio ambiente desde antes de la década de 1950. A modo de ejemplo, estudios recientes han documentado un aumento sostenido de microplásticos en sedimentos de agua dulce desde antes de la década de 1950, correlacionado directamente con la producción global de plásticos, lo que evidencia la persistencia y acumulación progresiva de estos contaminantes[8]. Entre los microplásticos más comunes en aguas continentales se incluyen el poliuretano, poliacrilonitrilo, PVC, resinas epoxi y ABS, los cuales pueden adsorber contaminantes químicos como fármacos, metales pesados y pesticidas, aumentando así su toxicidad y los riesgos para la salud humana y la biota acuática[9].

Ecosistemas acuáticos

En el medio ambiente marino, los microplásticos mayormente provienen de redes de pesca, envases, textiles sintéticos y derrames de pellets durante el transporte marítimo[10].

De igual manera, en ríos y lagos, las principales rutas de entrada incluyen aguas residuales domésticas, escorrentía urbana e industrial, y el desgaste de neumáticos en las vías[11]. Estudios en América del Norte señalan que las plantas de tratamiento de aguas no eliminan completamente estas partículas, permitiendo su descarga continua en cuerpos de agua dulce[12]. Complementando este panorama, estudios han señalado que las fuentes terrestres son responsables de aproximadamente el 80% de los microplásticos que llegan a ambientes acuáticos, principalmente a través de ríos y escorrentías urbanas e industriales[13].

En síntesis, que revisa múltiples investigaciones, indica que los microplásticos llegan a los ecosistemas de agua dulce principalmente a través de las aguas residuales tratadas, la escorrentía de lluvia, las descargas industriales y la escorrentía agrícola, siendo la escorrentía de lluvia la que contiene la mayor cantidad de partículas[14].

---

[7] PNUMA op.cit.
[8] Environmental News Network. (2024, marzo 18). Microplastics increasing in freshwater directly related to plastic production.
[9] Velázquez-González, J. C., Santillán-Medrano, A., y Aguilar-Villegas, J. M. (2023). Microplásticos en cuerpos de agua dulce: Fuentes, impactos y perspectivas en México.
[10] United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution.
[11] Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., y Uricchio, V. F. (2020). A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health.
[12] Environment and Climate Change Canada. (2023). Science assessment of plastic pollution.
[13] Eerkes-Medrano, D., Thompson, R. C., y Aldridge, D. C. (2015). Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs.
[14] De Souza Machado, A. A., Lau, C. W., Kloas, W., Bergmann, J., Bachelier, J. B., Faltin, E., y Rillig, M. C. (2022). Runoff and discharge pathways of microplastics into freshwater ecosystems: A systematic review and meta-analysis.

Cabe añadir, que los nanoplásticos, aunque más difíciles de detectar, siguen rutas similares, pero presentan mayores riesgos debido a su capacidad de atravesar membranas celulares y acumularse en tejidos de organismos acuáticos[15]. Su origen está ligado tanto a la degradación prolongada de microplásticos como a procesos industriales específicos.

Tanto la Unión Europea, sumado a las agencias de protección medio ambiental de Estados Unidos y Canadá, han comenzado a desarrollar marcos normativos para regular su presencia, priorizando la investigación sobre fuentes, rutas de transporte y efectos en la biodiversidad y salud humana[16,17].

Efectos de los microplásticos y nanoplásticos en el ambiente y la salud humana

En ambientes marinos, los microplásticos impactan negativamente a múltiples especies, causando obstrucción gastrointestinal, alteraciones en la alimentación, reproducción y comportamiento, además de introducir contaminantes químicos tóxicos que bioacumulan en la cadena trófica[18,19]. Ampliando lo dicho, estos micro fragmentos son ingeridos por diversos organismos, incluyendo peces, invertebrados y zooplancton, lo que puede provocar daños físicos, obstrucción del tracto digestivo, reducción en la alimentación y toxicidad por la liberación de sustancias químicas adheridas a las partículas[20].

La presencia de microplásticos en sedimentos marinos afecta a las comunidades macrobentónicas. En un experimento con polietileno y organismos del Mar del Norte, se observó que estos microplásticos aumentan la mortalidad de algunos bivalvos, pero no de ciertos poliquetos. El macrobentos ayuda a enterrar los microplásticos, reduciendo su reentrada al ambiente, lo que puede influir en la biodiversidad y en especies clave del ecosistema[21].

Los microplásticos en ecosistemas de agua dulce, como ríos y lagos, pueden afectar negativamente la salud de los organismos acuáticos y la calidad del agua[22]. Además, los microplásticos pueden transportar contaminantes tóxicos y microorganismos patógenos, facilitando su dispersión en el ambiente acuático[23]. La presencia de microplásticos también altera la estructura y función de las comunidades bentónicas y puede afectar los ciclos biogeoquímicos en estos ecosistemas. Dada la dependencia humana de las aguas dulces para consumo y agricultura, la contaminación por microplásticos representa un riesgo potencial para la salud pública y la biodiversidad[24,25].

[15] Gigault op.cit.
[16] European Chemicals Agency (ECHA). (2021). Microplastics.
[17] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2023). Trash-Free Waters.
[18] Wright, S. L., y Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: A micro issue?.
[19] Yarahmadi, A., Heidari, S. M., Sepahvand, P., Afkhami, H., y Kheradjoo, H. (2024). Microplastics and environmental effects: Investigating the effects of microplastics on aquatic habitats and their impact on human health.
[20] UNEP. (2023). Microplastics: Historical consequences of plastic pollution.
[21] Pantó, G., Aguilera Dal Grande, P., Vanreusel, A., y Van Colen, C. (2024). Fauna – Microplastics interactions: Empirical insights from benthos community exposure to marine plastic waste.
[22] United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution.
[23] European Environment Agency. (2025). Impacts of microplastics on health (Signal). European zero pollution dashboards.
[24] Ibidem.
[25] Fisheries and Oceans Canada. (2024). Microplastics in the Canadian aquatic environment: Biological impacts and mechanisms to inform decision-making.

Amenaza a la salud del ser humano

La presencia de microplásticos y nanoplásticos en la cadena alimentaria y en el medio ambiente ha generado una creciente preocupación sobre sus potenciales repercusiones en la salud humana, un campo de estudio emergente que demanda atención urgente. En esta línea, la Organización Mundial de la Salud (OMS) adopta una postura cautelosa sobre el impacto de los microplásticos en la salud humana, especialmente en el agua potable. Si bien no existen pruebas concluyentes de efectos adversos, la OMS destaca la necesidad urgente de profundizar la investigación para comprender mejor los riesgos potenciales y guiar futuras políticas sanitarias[26].

Conjuntamente, la FAO advierte que los microplásticos pueden incorporarse a la cadena alimentaria a través de distintas vías, lo que representa un posible riesgo para la seguridad alimentaria[27]. Esta preocupación ha sido respaldada por investigaciones que destacan su presencia en productos agrícolas y alimentos de origen animal. En esta línea, la FAO ha señalado que estos contaminantes pueden ingresar mediante la ingestión por animales marinos y terrestres, la contaminación del suelo y del agua utilizada en la agricultura, así como a través de la manipulación de alimentos. Aunque aún se está evaluando el grado de exposición y sus consecuencias, la FAO insta a la implementación de medidas para reducir la contaminación por microplásticos en todas las etapas de la cadena de suministro de alimentos para salvaguardar la salud del consumidor[28].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha manifestado su preocupación en torno a los posibles efectos sobre la salud reproductiva, el sistema inmunológico y el desarrollo en etapas tempranas de la vida, lo que resalta la urgencia de establecer marcos regulatorios y estrategias de prevención más eficaces[29].

Otras amenazas de los microplásticos y nanoplásticos descritas:

- **Alteración respiratoria**: La inhalación de microplásticos puede provocar irritación y daño en las vías respiratorias, con potencial desarrollo de enfermedades pulmonares crónicas[30].
- **Disrupción endocrina**: Algunos microplásticos contienen o adsorben sustancias químicas que actúan como disruptores endocrinos, afectando la regulación hormonal y provocando problemas reproductivos y metabólicos[31].
- **Toxicidad celular y estrés oxidativo**: Las partículas pueden inducir estrés oxidativo y daño en las células, afectando la función celular normal y generando inflamación[32].

[26] World Health Organization, (WHO). (2019). Microplastics in drinking-water.
[27] Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO). (2021). Assessment of agricultural plastics and their sustainability: A call for action.
[28] FAO. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety.
[29] UNEP. (2024). Turning off the tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy.
[30] Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health?.
[31] Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., y, Kaye, S. (2013). Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: Implications for plastic marine debris.
[32] Wright y Kelly (2017). Plastic and human health: ¿A micro issue?.

- **Disrupción del ecosistema microbiano intestinal**: Estudios sugieren que la ingestión de microplásticos podría modificar la composición y función del microbioma intestinal, lo que impacta la digestión y la inmunidad[33].
- **Potencial carcinogénico**: Aunque aún no ha comprobado, la exposición prolongada a contaminantes asociados con microplásticos podría aumentar el riesgo de ciertos tipos de cáncer. Sin embargo, las micropartículas pueden causar efectos adversos en la salud debido a su capacidad para penetrar en tejidos y células. En efecto, la exposición a estas partículas podría generar inflamación crónica, estrés oxidativo y daño genético, factores que podrían contribuir al desarrollo de cáncer. Por lo demás, los microplásticos y nanoplásticos actúan como vectores para contaminantes químicos y microorganismos patógenos, lo que amplifica sus riesgos para la salud humana. Sin embargo, permanece la incertidumbre, por lo que es fundamental profundizar la investigación sobre sus efectos a largo plazo[34].

[33] WHO (2019). Microplastics in drinking-water.
[34] Universitat Autònoma de Barcelona. (2023). Potencial carcinogénico de los microplásticos y los nanoplásticos.

Referencias

1. Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., y Uricchio, V. F. (2020). A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. Environmental Science and Pollution Research, 17(4):1212. Disponible en: https://c.bcn.cl/ykCucv (junio 2025).

2. De Souza Machado, A. A., Lau, C. W., Kloas, W., Bergmann, J., Bachelier, J. B., Faltin, E., y Rillig, M. C. (2022). Runoff and discharge pathways of microplastics into freshwater ecosystems: A systematic review and meta-analysis. Facets, 7(1), 1-23. Disponible en: https://c.bcn.cl/491xch (junio 2025).

3. Eerkes-Medrano, D., Thompson, R. C., y Aldridge, D. C. (2015). Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. Water Research, 75, 63-82. Disponible en: https://c.bcn.cl/wJQcPN (junio 2025).

4. Environment and Climate Change Canada. (2023). Science assessment of plastic pollution. Government of Canada. Disponible en: https://c.bcn.cl/ijHwF2 (junio 2025).

5. Environmental News Network. (2024, marzo 18). Microplastics increasing in freshwater directly related to plastic production. Disponible en: https://c.bcn.cl/apWSND (junio 2025).

6. European Chemicals Agency, (ECHA). (2021). Microplastics. Disponible en: https://c.bcn.cl/OVQcxR (junio 2025).

7. European Environment Agency. (2025). Impacts of microplastics on health (Signal). European zero pollution dashboards. Disponible en: https://c.bcn.cl/FINiDw (junio 2025).

8. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO). (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO. Disponible en: https://c.bcn.cl/7hoQYE (junio 2025).

9. FAO. (2021). Assessment of agricultural plastics and their sustainability: A call for action. FAO. Disponible en: https://c.bcn.cl/Rf438k (junio 2025).

10. Fisheries and Oceans Canada. (2024). Microplastics in the Canadian aquatic environment: Biological impacts and mechanisms to inform decision-making. Government of Canada. Disponible en: https://c.bcn.cl/bgqtSJ (junio 2025).

11. Gigault, J., Ter Halle, A., Baudrimont, M., Pascal, P.-Y., Gauffre, F., Phi, T.-L., El Hadri, H., Grassl, B., y Reynaud, S. (2018). Current opinion: What is a nanoplastic? Environmental Pollution, 235, 1030–1034. Disponible en: https://c.bcn.cl/FoOo9h (junio 2025).

12. Koelmans, A. A., Mohamed Nor, N. H., Hermsen, E., Kooi, M., Mintenig, S. M., y De France, J. (2022). Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. Water Research, 155:410–422. Disponible en: https://c.bcn.cl/xbzurD (junio 2025).

13. Pantó, G., Aguilera Dal Grande, P., Vanreusel, A., y Van Colen, C. (2024). Fauna – Microplastics interactions: Empirical insights from benthos community exposure to marine plastic waste. Environmental Pollution, 332, 122198. Disponible en: https://c.bcn.cl/ouif15 (junio 2024).

14. Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? Environmental Pollution, 234, 115-126. Disponible en: https://c.bcn.cl/Wkwud8 (junio 2025).

15. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (PNUMA). (2023). Microplásticos: consecuencias históricas de la contaminación por plásticos. Disponible en: https://c.bcn.cl/k7NWDf (junio 2023).

16. Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., y, Kaye, S. (2013). Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: Implications for plastic marine debris. Environmental Science & Technology, 47(3), 1646-1654. Disponible en: https://c.bcn.cl/EZLsmD (junio 2025).

17. U.S. Environmental Protection Agency, (EPA). (2023). Trash-Free Waters. Disponible en: https://c.bcn.cl/16GFb4 (junio 2025).

18. United Nations Environment Programme, (UNEP). (2021). From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution. Disponible en: https://c.bcn.cl/Wmhtia (junio 2025).

19. UNEP. (2023). Microplastics: Historical consequences of plastic pollution. Disponible en: https://c.bcn.cl/Wf1Fp8 (junio 2025).

20. UNEP. (2024). Turning off the tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy. Disponible en: https://c.bcn.cl/Z1CZ0E (junio 2025).

21. Universitat Autònoma de Barcelona. (2023). Potencial carcinogénico de los microplásticos y los nanoplásticos. UAB. Disponible en: https://c.bcn.cl/ApjEQm (junio 2025).

22. Velázquez-González, J. C., Santillán-Medrano, A., y Aguilar-Villegas, J. M. (2023). Microplásticos en cuerpos de agua dulce: Fuentes, impactos y perspectivas en México. Ciencias, (167), 1–13. Disponible en: https://c.bcn.cl/2Vvh2R (junio 2025).

23. World Health Organization, (WHO). (2019). Microplastics in drinking-water. Geneva: World Health Organization.Disponible en: https://c.bcn.cl/KeQ5yZ (junio 2025).

24. Wright, S. L., y Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: ¿A micro issue?. Environmental Science & Technology, 51(12), 6634-6647. Disponible en: https://c.bcn.cl/nTXT7G (junio 2025).

25. Yarahmadi, A., Heidari, S. M., Sepahvand, P., Afkhami, H., y Kheradjoo, H. (2024). Microplastics and environmental effects: Investigating the effects of microplastics on aquatic habitats and their impact on human health. Frontiers in Public Health, 12, 1411389. Disponible en: https://c.bcn.cl/yid9Yf (junio 2025).

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria, está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.