

Article

Gestão de Resíduos, Riscos e Impactos em Ilas. Uma Revisão de la Literatura

Yassir Saa Castillo¹, Arturo Vallejos Romero², Claudio Rivera Mercado³, Cristian Zahn Muñoz⁴
, Eduardo Mondaca-Mansilla⁵

¹ Magister en Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, Chile. ORCID: 0009-0000-5167-3692. E-mail: y.saa01@ufromail.cl

² Doctor en Investigación en Ciencias Sociales. Académico del Departamento de Ciencias Sociales de la Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. ORCID: 0000-0002-0393-7275. E-mail: arturo.vallejos@ufrontera.cl

³ Magister en Ciencias Política. Académico del Departamento de Gobierno y Gestión Pública, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. ORCID: 0009-0003-2022-7851. E-mail: crivera@ulagos.cl

⁴ Magister en Ciencias Sociales. Docente del Magister de Gobierno y Políticas Públicas, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. ORCID: 0009-0001-5620-9618. E-mail: cristian.zahn@ulagos.cl

⁵ Doctor en Ciencia Política. Director Magister en Gobernanza Territorial, Universidad de Los Lagos, Castro, Chile. ORCID: 0009-0000-6786-3407. E-mail: eduardo.mondaca@ulagos.cl

RESUMEN

Los residuos sólidos son un problema relevante para la gestión en contextos insulares. El artículo presenta un análisis de los temas, problemas y desafíos a través de un análisis sistemático de 70 artículos entre el año 2019 y 2022. Para dar cuenta del objetivo, metodológicamente se realizó una revisión sistemática exploratoria, sustentada en revisiones panorámicas, *scoping studies*, entendidos como el mapeo de conceptos claves en un área de investigación, utilizando las principales fuentes y tipos de evidencia disponibles. Para ello se utilizó la base de datos Web of Science (WOS) y SCOPUS, por ser los buscadores con mayor cobertura de publicaciones actuales. A través de un análisis categorial simple, se relevaron los siguientes temas: gestión de residuos sólidos, análisis de composición de residuos, efectos del turismo en la producción y gestión de residuos, análisis de factibilidad y viabilidad de Waste to Energy (WtE), integración tecnológica, impacto socioambiental y compostaje de residuos orgánicos. Los resultados obtenidos sugieren que se generan grandes cantidades de residuos sólidos y especialmente el plástico se ha convertido en un gran problema y que los sistemas de gestión deben estar en constante mejora continua e integración tecnológica de los residuos sólidos en contextos insulares.

Palabras clave: residuos sólidos; gestión; islas; riesgos.

ABSTRACT

Solid waste is a relevant problem for management in island contexts. The article presents an analysis of the issues, problems, and challenges through a systematic analysis of 70 articles between 2019 and 2022. To meet the objective, an exploratory systematic review was carried out methodologically, based on panoramic reviews, *scoping studies*, understood as the mapping of key concepts in an area of research, using the main sources and types of evidence available. The Web of Science (WOS) and SCOPUS databases were used for this purpose, as they are the search engines with the greatest coverage of current publications. Through a simple categorial analysis, the following topics were surveyed: solid waste management, waste composition analysis, effects of tourism on waste production and management, Waste to Energy (WtE) feasibility and viability analysis, technological integration, socio-environmental impact and organic waste composting. The results obtained suggest that large amounts of solid waste are generated and especially plastic has become a major problem and that management systems should be in constant continuous improvement and technological integration of solid waste in island contexts.

Keywords: solid waste; management; islands; risks.



Submissão: 21/07/2024



Aceite: 24/09/2024



Publicação: 14/11/2024



Introducción

Este artículo presenta la producción científica en ciencias sociales y gestión sobre residuos sólidos en contextos insulares. Esta revisión se justifica por la preocupación de los residuos sólidos en distintas islas del mundo (Lestari y Trihadiningrum 2019; Saat et al. 2019), donde temas, problemas y desafíos se tornan relevantes debido a las limitaciones de tamaño y densidad poblacional (Camilleri-Fenech et al. 2019; Verlis y Wilson 2019). No obstante sus limitaciones y densidades, se debería tener en cuenta que las concepciones de los límites, fronteras y sistemas finitos de una isla son relativos a los imaginarios y marcos conceptuales utilizados para el análisis (Baldacchino 2005), incluso si este se conceptualiza como un sistema carcelario (Gazzotti 2024), pudiendo incluir en su conceptualización de territorio insular a otras islas, océanos y barcos, más allá de un espacio finito (Pugh 2016). Este es un punto relevante para la discusión y abordaje de los estudios insulares, sin embargo, esta revisión no toca su conceptualización, sino más bien los problemas y desafíos que plantean las ciencias sociales en islas o zonas insulares en torno a la gestión de los residuos que se producen en su interior y los que llegan de manera externa a sus costas.

Las decisiones en la gestión de residuos sólidos no están exentas de riesgos e impactos y tienen consecuencias sociales y ambientales (Gastaldi et al. 2020; Polidoro et al. 2022), generando controversias en el área de estudio que plantea este trabajo.

La gestión de residuos sólidos se encarga de recolectar, transportar, recepcionar, procesar, disponer y reciclar los diferentes residuos que se generan en hogares. Existen múltiples beneficios en una gestión óptima de residuos sólidos, cuya implementación presenta retos únicos en las islas, especialmente por la dificultad del sistema de recolección y disposición (Verlis y Wilson 2019).

Este artículo identifica y describe las principales áreas de investigación en el campo de los residuos sólidos insulares que fueron señalados como relevantes en la revisión sistemática (Uche-Soria y Rodríguez-Monroy 2019a; Ahmad et al. 2020; Cheng et al. 2020; Hayati et al. 2020; Ramasamy et al. 2021), sin embargo, como hemos señalado, existen otros tópicos relevantes que no son parte del presente estudio, como son el colonialismo de los residuos y su contexto sociohistórico, las limitaciones geográficas y marinas, y el estudio de los desperdicios y la teoría de poder, entre otros. (Kerber y Kramm 2021; Manglou et al. 2022). Por lo tanto, nos preguntamos: ¿Qué temas y problemas han destacado y tratado las ciencias sociales sobre los residuos sólidos en contextos insulares? ¿Desde qué marcos han trabajado los investigadores los problemas observados? y ¿Qué desafíos futuros han delineado?

El artículo se estructura en cinco apartados. El primero presenta el propósito, el problema y los grandes temas relacionados con los residuos sólidos en islas. El segundo expone la metodología y el tercero los resultados. El cuarto releva los resultados y la discusión, y el quinto las conclusiones y desafíos futuros en este campo de estudio.

Metodología

La revisión sistemática sobre residuos sólidos en territorios insulares y su gestión, utilizó dos bases de datos: Web Of Science (WOS) y SCOPUS, por ser los buscadores con mayor cobertura de publicaciones actuales (García-Nieto et al. 2015). La búsqueda se realizó a través de la revisión sistemática exploratoria, sustentada en revisiones panorámicas, scoping studies, entendidos como el mapeo de conceptos claves en un área de investigación, utilizando las principales fuentes y tipos de evidencia disponibles (Arksey y O'Malley 2005; Pham et al. 2014; Cordovés-Sánchez y Vallejos-Romero 2019)

Los trabajos analizados incluyeron artículos publicados en español e inglés, cuyas palabras clave de búsqueda fueron “island solid waste” y “island waste management”. Se utilizaron operadores booleanos para



la relación de estos conceptos; “island”, “solid waste” y “waste management” y se aplicó un filtro por fecha de publicación que va desde enero de 2019 hasta abril de 2022.

El periodo 2019-2022 fue seleccionado, primero, debido a las escasas revisiones que analizan los residuos sólidos y su gestión desde las ciencias sociales, así como la identificación de los temas, problemas y desafíos en contextos insulares en el mundo. Los trabajos que avalan lo anterior es una revisión del 2014 sobre residuos en islas enfocado en la gestión empresarial y municipal (Eckelman et al. 2014). Así también, estudios parciales, en cuanto a su temporalidad y espacio geográfico, sobre sistemas de gestión de residuos para los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo durante el año 2019 (Weekes et al. 2021); investigaciones en torno a sistemas energéticos y cambio climático en algunos pequeños estados insulares en desarrollo (Kang et al. 2020); el estudio de un país o zona específica, como son las islas del océano Atlántico e Indonesia (Monteiro et al. 2018; Prajati et al. 2019; Purba et al. 2019), y de otros tipos de residuos en islas en Croacia (Margeta 2019).

El segundo criterio de selección temporal, y que es relevado por la literatura, son los efectos del Covid19 en el desarrollo de las investigaciones sobre residuos. La pandemia afectó su composición y gestión mediante el cambio en las dinámicas sociales, ejemplificadas en el aumento del teletrabajo, la disminución de desplazamientos, las cuarentenas obligatorias y el aumento de materiales desechables de plástico, los cuales tuvieron un impacto directo en la composición y generación los residuos. Este tipo de eventos ha demostrado la debilidad de los sistemas de gestión de residuos sólidos en el mundo, lo que ha relevado la necesidad de una gestión más flexible y adaptativa para enfrentar situaciones críticas e inesperadas como una pandemia (Van Fan et al. 2021; Yousefi et al. 2021).

Se consideraron artículos de investigación, revisiones y artículos de conferencias, obteniendo un total de 181 documentos. A través del software Microsoft Excel se construyó una base de datos con la totalidad de documentos seleccionados, categorizados según su título, año, buscador de origen, DOI, país analizado, país desarrollador de la investigación, países de origen de los investigadores, autores, tema general, tema específico y tipo de investigación. El primer filtro aplicado fue la comparación entre los artículos entregados por ambas bases de datos, eliminando 38 documentos duplicados. Posteriormente se filtró por idioma, seleccionando aquellos en inglés y español, eliminando 2 artículos. Luego, se seleccionaron aquellos artículos que tuvieran relación directa con los residuos sólidos en las islas y su gestión, eliminándose 71 artículos, quedando un corpus de 70 documentos. Estos se visibilizan en el Diagrama de flujo de estrategia de búsqueda (Figura 1).

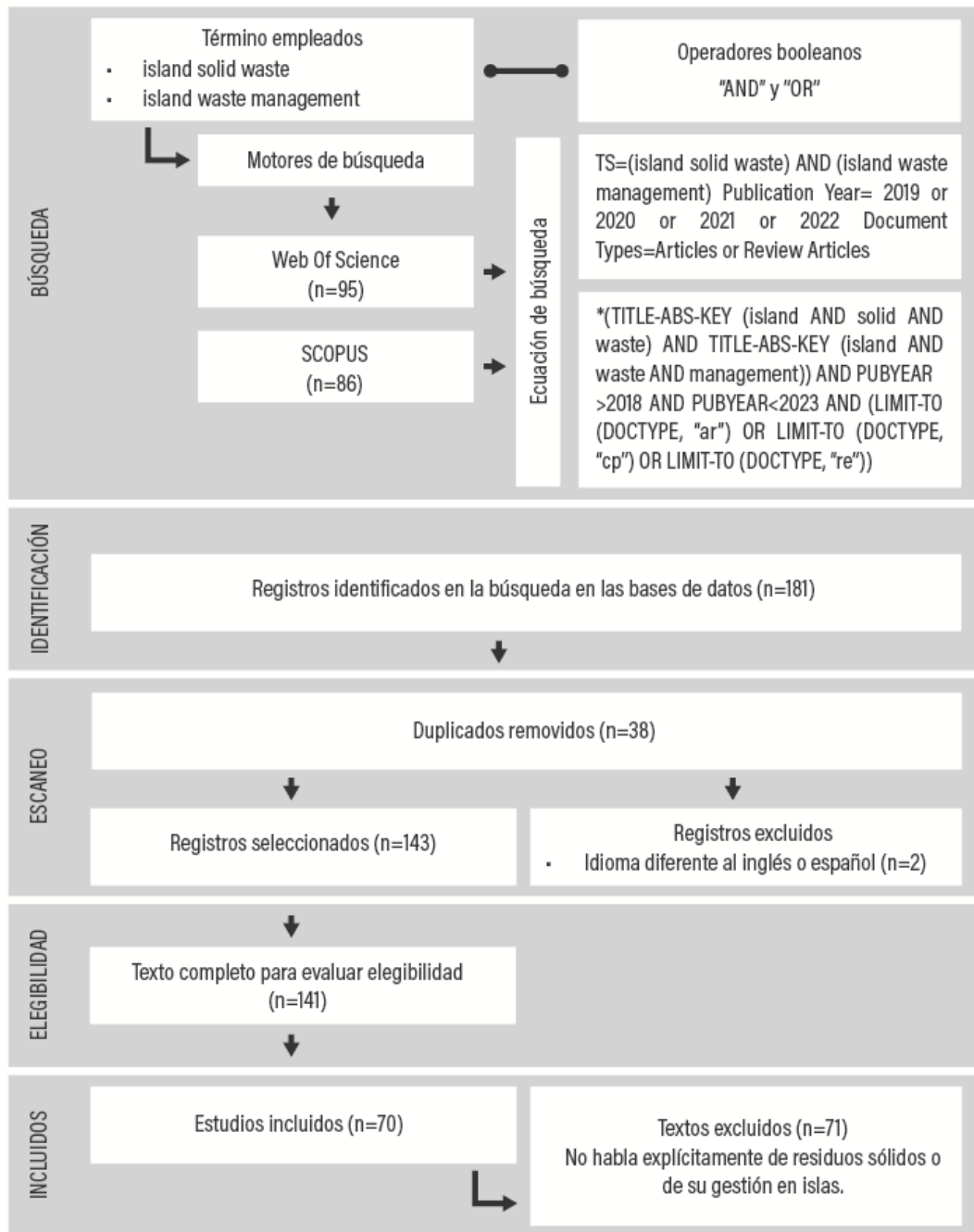


Figura 1: Diagrama de flujo de estrategia de búsqueda. Fuente: Elaborado por los autores

Resultados

Cobertura geográfica, nivel de producción científica y áreas de estudio

Se han realizado investigaciones en 35 países insulares o con soberanía insular (ver figura 2 y 4), destacándose Indonesia, Grecia y España, seguidos por Filipinas, Pequeños Estados Insulares en Desarrollo



(PEID), Malasia y Brasil. Los países que han desarrollado investigaciones sobre residuos sólidos son 31 (ver figura 3 y 5), destacándose Indonesia, Filipinas, Estados Unidos, Grecia, Alemania, Brasil, Italia y España.

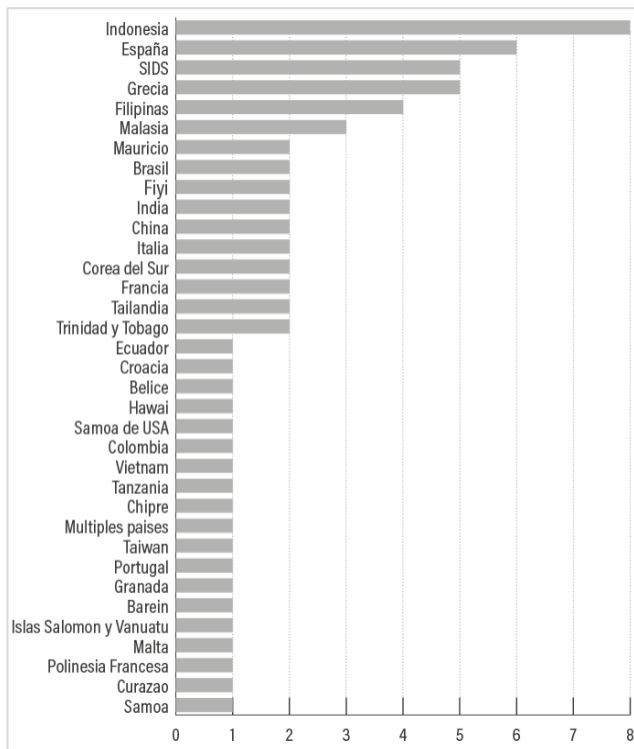


Figura 2: Países insulares donde se realizaron las investigaciones.

Fuente: Elaborado por autores.

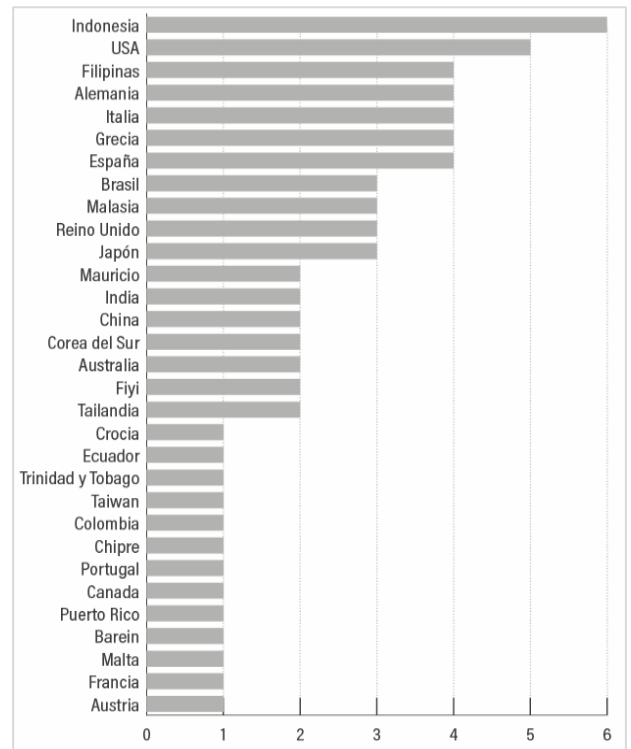


Figura 3: Países investigadores en contextos insulares.

Fuente: Elaborado por autores.

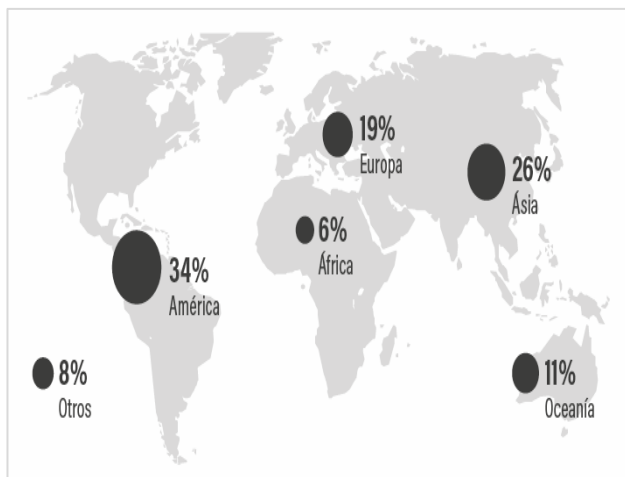


Figura 4: Continentes donde se realizaron las investigaciones.

Fuente: Elaborado por autores.

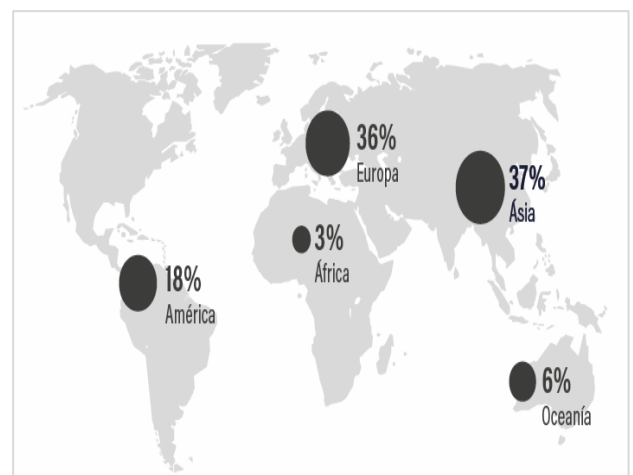


Figura 5: Continentes realizadores de las investigaciones.

Fuente: Elaborado por autores.

Las publicaciones analizadas reflejan un nivel de producción constante: 23 el año 2019; 21 el 2020, 21 el 2021 y 5 hasta abril del 2022 (ver figura 6). Por último, los diseños de investigación utilizados fueron el método cuantitativo (28), los métodos mixtos (22) y el método cualitativo (21) (ver figura 7).

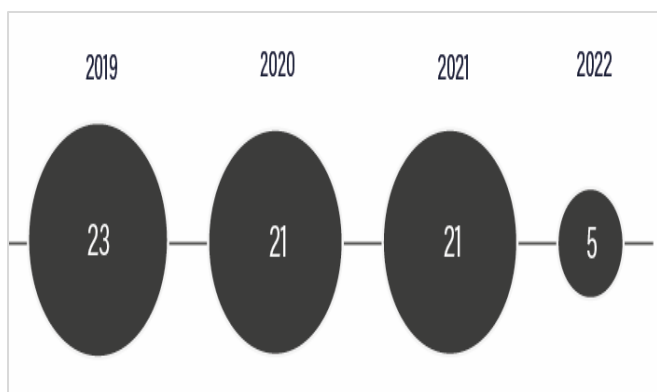


Figura 6: Publicaciones por año. Fuente: Elaborado por autores.

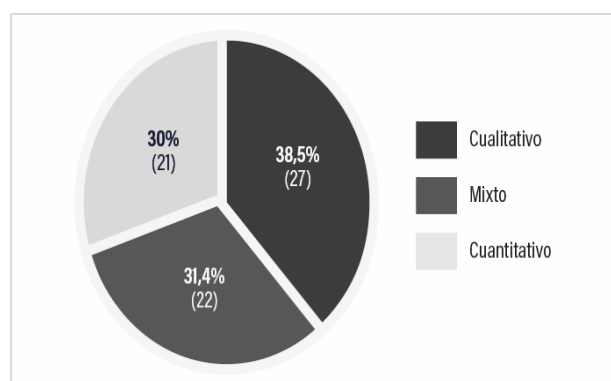


Figura 7: Tipos de investigación. Fuente: Elaborado por autores.

Las investigación asociada a la gestión de residuos sólidos en islas incluyen: a) análisis de gestión de residuos sólidos (28); b) análisis de composición de residuos sólidos (14); c) efectos del turismo en la producción y gestión de residuos sólidos (7); d) análisis de factibilidad y viabilidad de Waste to Energy (WtE) (8); e) integración tecnológica para la optimización y mejora de la gestión de residuos sólidos (5); f) impacto socioambiental de los residuos sólidos (5) y g) compostaje de residuos orgánicos (3) (ver figura 8).



Figura 8: Temáticas de investigación. Fuente: Elaborado por autores.

Gestión de residuos sólidos

Los sistemas insulares enfrentan un gran desafío frente a la gestión de residuos sólidos debido, principalmente, a la falta de infraestructura y limitaciones de espacio (Noll et al. 2019; Weekes et al. 2021), donde su manejo se realiza en vertederos abiertos o ilegales (Mani et al. 2019; Lebon et al. 2020).

El reciclaje presenta diversas formas de gestión (Farley et al. 2019). Por ejemplo, en Islas Mauricio este alcanza un 40% (Jankee 2021) y en islas del golfo de Ecuador solo se recuperan botellas plásticas, que son transportadas al continente. Siendo los residuos orgánicos alimento para cerdos y el resto incinerados y posteriormente enterrados (Peralta et al. 2019).



Una de las barreras de la gestión es su recolección, por ser lugares de difícil acceso (Lombardi et al. 2021). No obstante, la diversidad de métodos ha hecho que en algunas islas de los PEID se logre recolectar hasta 100% de los residuos de locales y de turistas (Joseph y Prasad 2019). La recolección diferenciada en los hogares, la disponibilidad de contenedores diferenciados, la falta de información (Andrea et al. 2020), de interés de las empresas y de programas estatales, se relevan como las barreras para el desarrollo del reciclaje (Jankee 2021).

Parte de estas barreras se observan en ciudades italianas durante 2014 y 2018, donde las ciudades del norte, conectadas con los centros industriales y productivos, son más eficientes en su gestión que las ciudades del sur e islas (Gastaldi et al. 2020). La eficiencia tiene relación con la densidad poblacional, pues a mayor densidad cambian los tamaños y cargas de camiones recolectores. Así también, la eficiencia es mayor en ciudades con mayor tasa de ancianos (Lombardi et al. 2021).

Las políticas de economía circular han sido fundamentales en las nuevas formas de gestión (Shah et al. 2019), proponiendo métodos como la estrategia Basura Cero, la cual podría mejorar la calidad ambiental para residentes como turistas (Elgie et al. 2021; Martins y Cró 2021). Otro método es el “Pay As You Throw” (PAYT), en el cual se paga según la cantidad de residuos generados, siendo una herramienta para hogares, sitios turísticos e industriales (Diaz-Farina et al. 2020).

La generación de estrategias y políticas requiere, por un lado, conocimiento previo de la cantidad y composición de los residuos sólidos municipales (Saat et al. 2019), de lo contrario se pierde eficiencia y la oportunidad de generar otras políticas (Diaz-Farina et al. 2020). En este sentido, es clave determinar el ciclo de vida, los índices para la evaluación continua del desempeño, y el índice general para el análisis de la sustentabilidad urbana y el desarrollo de las ciudades inteligentes (Morel et al. 2019; Loizia et al. 2021). Por otro lado, deben ser ambiciosas y considerar no solo los residuos terrestres, sino de ríos, lagos y mares, pues estos últimos se encuentran fuertemente afectados por los residuos generados en el continente (Sajorne et al. 2021). Además, estar constantemente en actualización, adaptación y mejora continua, ya que hay cambios multidimensionales como los volúmenes, las nuevas materialidades, las condiciones climáticas, etc. (Zhu et al. 2021).

Por último, el diseño e inversión en infraestructura debe estar orientado por las estrategias y políticas, idealmente alineados con los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) que tengan relación con la minimización de los riesgos socioeconómicos, la vulnerabilidad (Adshead et al. 2019) y donde las políticas y estrategias deberán estar adaptadas a la realidad local (Weekes et al. 2021).

Composición de los residuos sólidos

Como se ha señalado, hay que contar con información detallada de los flujos del sistema de gestión (Aisyah y Saputra 2019a) para planificar y determinar las necesidades de infraestructura (Katsouli y Stasinakis 2019). Es clave determinar su composición en los diferentes sitios de disposición final, sean vertederos legales o ilegales, playas, manglares, ríos o mares. Esto será útil para futuras investigaciones, ya que configuran líneas base del estado de los residuos (Blanke et al. 2021; Maione 2021;), especialmente para identificar estrategias y propuestas para enfrentar la contaminación del plástico (Shah et al. 2019).

Un sistema de gestión de residuos deficiente permite que los flujos se dispersen (Krishnakumar et al. 2019), provocando que en orillas de playa y mares cercanos a las ciudades se encuentren las mayores cantidades de residuos registrados en los muestreos (Binetti et al. 2020). Por lo tanto, los residuos marinos se han convertido en un gran problema, sobre todo para islas que dependen económicamente del turismo (Sajorne et al. 2021),

El residuo más abundante es el plástico (Polidoro et al. 2022). Se estima que al año hay 12.2 millones de toneladas de plástico que no se manejan de manera adecuada, de los cuales entre un 1,2% y 6,8% provienen de



las Pacific Island Countrys (PICs) (Asari et al. 2019). En Granada se generan 1,14 kg diario por persona (Elgie et al. 2021), en las islas de la Polinesia Francesa 1,2 kg (Verlis y Wilson 2019), 1,61 kg en el Caribe y 0,82 kg en las SIDS, mientras que las personas del Atlántico, Índico, Mediterráneo y Sur de China generan 1,56 kg, y en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) son 1,35 kg (Sewak et al. 2021).

En los muestreos realizados en las PICs se demostró que las botellas de plástico tipo Tereftalato de Polietileno (PET), de uno y dos litros, son las más abundantes (Asari et al. 2019), mientras que en Nicobar y Andamán son las piezas de polietileno y polipropileno (Krishnakumar et al. 2019). La implementación de técnicas de muestreo para hacer comparaciones mundiales ha generado mecanismos estandarizados, como la propuesta de la Convención para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste (OSPAR), para la cuantificación y caracterización de los muestreos de residuos sólidos. Este método fue aplicado en Solomon y Vanuatu, obteniendo una alta presencia de fragmentos plásticos (Binetti et al. 2020).

Ante esta compleja situación, los estudios del fondo marino revelan que existe ubicuidad en los residuos, siendo los mayores generadores las actividades turísticas y recreativas (Staglicic et al. 2021), y donde las corrientes marinas y los vientos tienen relación directa con su acumulación (Grillo y Mello 2021).

Por último, otro de los residuos preocupantes son las colillas de cigarro. A nivel mundial va en aumento, acumulándose en ríos y playas. El muestreo en el archipiélago de Fernando de Noronha determinó que es el más abundante (Grillo y Mello 2021) y algunos países han adoptado medidas para mitigar su presencia, donde las políticas restrictivas han sido poco efectivas, como es el caso de Hawái (Currie y Stack 2021).

Turismo

El turismo es una de las actividades económicas más importantes para islas y archipiélagos (Martins y Cró 2021), sin embargo, genera grandes cantidades de residuos (Mena-Nieto et al. 2021). Este problema, sobre todo en temporada alta (Sangpatch et al. 2019), queda muchas veces oculto (Diaz-Farina et al. 2020), impidiendo tomar decisiones para afrontarlo.

La industria del turismo genera impactos y desgaste ambiental (Sekito et al. 2019) cuando los residuos no cuentan con un manejo adecuado, afectando negativamente la percepción del turista (Hayati et al. 2020). Esta percepción podría significar una pérdida del atractivo turístico y una merma en las actividades económicas (Asari et al. 2019), cuestión preocupante si consideramos que, en islas como Madeira, más del 26% del PIB está compuesto por este rubro (Martins y Cró 2021).

Existe una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la generación de residuos sólidos y los impactos en las actividades turísticas (Martins y Cró 2021). El turismo, a nivel de infraestructura como de gestión, generalmente no considera un diseño integrado para el manejo de residuos (Wang et al. 2021), situación que desborda los mecanismos de gestión domiciliaria (Saat et al. 2019). Aún es normal en algunas islas del PEID la quema abierta de residuos, incluso ante la presencia de turistas.

Los turistas valoran las playas limpias, por lo que la presencia de plásticos es una de las razones por las cuales los visitantes pueden desistir de optar por un destino turístico insular (Hayati et al. 2020). En este sentido, las redes sociales se han convertido en una plataforma de promoción, pero también un lugar de denuncias y opiniones (Kerber y Kramm 2022).

Los complejos turísticos se mantienen, por lo general, más limpios que los espacios públicos, debido a una especial preocupación por su fachada. Los hoteles y resorts generan residuos según los servicios que ofrecen y las estrellas que poseen. Mientras mayor es el estándar, mayor es el nivel de residuos generados. Uno de los factores que incrementa esta situación, es el tipo de alimentación ofrecida, donde los menús tipo buffet generan



más residuos que un menú a la carta (Camilleri-Fenech et al. 2019). En la isla Trawangan, Indonesia, el 70% de los residuos corresponde a la industria del hospedaje y el 50% de estos proviene de los grandes hoteles. Las mediciones indican que un residente produce 0,7 kg por día, un huésped en grandes hoteles 3,27 kg y en un hotel pequeño 0,65 kg (Sekito et al. 2019). No obstante, en Tenerife, España, los residentes generan más residuos (Díaz-Farina et al. 2020).

El plástico se ha convertido en un gran problema para el turismo debido a la expansión de la contaminación, afectando la percepción del turista (Maione 2021). En la Polinesia Francesa, Tahití y Moorea, el plástico es el mayor problema, con gran presencia en playas, puertos y resorts (Verlis y Wilson 2019). Ahora, esto no es excepcional, pues los resultados se repiten en diferentes muestreos. En el archipiélago de Zanzíbar, el 48,5% de los residuos fueron plástico, principalmente polietileno de baja densidad (LDPE) y PET (Maione 2021).

En consecuencia, la contaminación no solo afecta la percepción de los turistas, sino que también el manejo deficiente puede generar alteraciones químicas y biológicas de los ecosistemas (Acero 2020; Tatsuno et al. 2021).

Waste to Energy (WtE)

La dependencia que generan los combustibles fósiles hace vulnerables las islas ante la volatilidad de los precios internacionales del petróleo, carbón o gas (Joseph y Prasad 2019). En la isla Reunión, el 87% de la energía se generó a través de aceite, carbón y diésel en 2019 (Bao et al. 2022).

La reconversión de residuos en energía es una alternativa a la dependencia energética (Uche-Soria y Rodríguez-Monroy 2019b), pudiéndose recuperar los gases provenientes de vertederos, no solo para la mejora de la calidad del aire, sino también para disminuir los GEI (Randazzo et al. 2020). Para algunos la reconversión de residuos mediante gasificación, pirolisis, incineración, plasma, y/o catálisis (Sangpatch et al. 2019) es considerado una energía renovable (Coskuner et al. 2020) y una oportunidad para la generación energética proveniente de fuentes menos contaminantes en las islas (Uche-Soria y Rodríguez-Monroy 2019b).

Se han realizado diferentes líneas base y pruebas piloto de WtE para estimar y probar las diferentes tecnologías disponibles para la reconversión de residuos. En la isla Ko Sichang de Tailandia se desarrolló una línea base para la implementación de pirolisis y catálisis (Sangpatch et al. 2019), y en Fiyi una experiencia piloto de WtE (Joseph y Prasad 2019). En las PEID se determinó que la factibilidad de este tipo de tecnologías tiene relación con la cantidad de habitantes por kilómetro cuadrado, identificando como parámetro clave 1.500 habitantes por kilómetro cuadrado (Mata-Lima et al. 2021).

La elección de la tecnología WtE para cada isla es particular, donde para algunas la pirolisis es un modelo aceptable (Sangpatch et al. 2019), y para otras la incineración (Joseph y Prasad 2019). Sin embargo, hay que tener en consideración que si el proceso no es correcto, se podrán producir sustancias nocivas y cancerígenas, como las dioxinas y bifenilo policlorados (Dong et al. 2019).

Este tipo de tecnologías WtE aún no se encuentra lo suficientemente madura para su implementación (Dong et al. 2019), por lo que la literatura señala la necesidad de continuar desarrollando experiencias piloto en los diferentes archipiélagos e islas. No obstante, su desarrollo se ve limitado por la baja inversión de los países en WtE, principalmente porque los vertederos son menos costosos (Mata-Lima et al. 2021).

Integración tecnológica

Es clave contar con herramientas tecnológicas (Imran et al. 2020), innovación (Punthama et al. 2019), prácticas y procedimientos (Cheng et al. 2020) que permitan mejorar de manera continua la gestión de residuos. El análisis de datos en torno a la recolección, transporte, reciclaje, separación y disposición es un elemento central para lograr este objetivo (Imran et al. 2020).



Contar con información sistemática sobre los perfiles de comportamiento de los hogares y las fuentes de generación de residuos (Ahmad et al. 2020), permite prever el comportamiento de los ciudadanos, ayudando a la optimización de recursos a través de la estimación de contenedores, vehículos, personal, espacios, etc., necesarios para satisfacer las necesidades del sistema de gestión de residuos (Imran et al. 2020).

La analítica predictiva de datos podría ayudar a las municipalidades y/o a los encargados de la gestión de residuos, a optimizar sus políticas de recolección en diferentes puntos geográficos, complementado con el Data Mining y Machine Learning (Imran et al. 2020).

Una de las herramientas utilizadas para llevar a cabo la planificación de rutas óptimas y disposición de contenedores es el software QGIS (Imran et al. 2020). Otras herramientas que se han utilizado para la estimación de capacidades de generación eléctrica a través de la gasificación de vertederos es el US Environmental Protection Agency's Landfill Gas Emission Model Software en EE.UU. (Coskuner et al. 2020), y un software para la estimación de generación eléctrica a través de biomasa generada al interior en la isla Reunión (Bao et al. 2022).

La integración tecnológica no solo considera mecanismos como los softwares, sino también nuevos procedimientos que permitan optimizar la gestión de residuos sólidos. En Chongming Eco-island se hicieron estudios para neutralizar los olores producidos en los vertederos, donde se determinó que la integración de cenizas a los residuos sólidos en una proporción de 5:1 podría atenuar los olores generados (Cheng et al. 2020).

Impacto socioambiental

Los residuos generados están afectando significativamente la salud humana, el agua y el medioambiente marino (Prajati et al. 2019; Aslam et al. 2022). Una investigación sobre antropología de los residuos determinó que la noción abstracta de la naturaleza no es vista como algo importante para las personas (Schlehe y Yulianto 2019), y esto solo es un problema cuando los residuos comienzan a afectar directamente a las personas (Kerber y Kramm 2022).

Los líquidos lixiviados que generan los vertederos están afectando la calidad de los flujos de agua y provocando su contaminación. En el vertedero de Naboro, en Fiyi, se realizó un muestreo para medir los contaminantes y metales pesados presentes en los lixiviados filtrados a través de estanques y humedales, identificando que este tipo de tratamiento ha sido efectivo, a pesar de que el nitrato y amoníaco estuvieron por encima de los estándares ambientales (Mani et al. 2019).

Los olores y los Componentes Orgánicos Volátiles (VOC) que se generan en las diferentes etapas del manejo de residuos también son una externalidad negativa (Randazzo et al. 2020; Co y Paringit 2021), los cuales pueden contener grandes cantidades de amoníaco y sulfuros (Cheng et al. 2020).

Por lo tanto, las diferentes islas ven con preocupación el efecto del plástico en el medioambiente (Kerber y Kramm 2022), en los ecosistemas marinos (Aisyah y Saputra 2019b) y en los ríos (Aslam et al. 2022). Esto es especialmente preocupante si se considera que la contaminación plástica promueve la colonización microbial, que afecta flora y fauna nativa de los ecosistemas (Portz et al. 2022). Además, las plantas acuáticas se ven afectadas debido a la limitación en el ingreso de luz a través del agua, mermando su capacidad de fotosíntesis (Suyadi y Manullang 2020). Uno de los ecosistemas afectado por los flujos de plástico son los manglares (Portz et al. 2022), los que debido a su conformación boscosa atrapan residuos entre sus ramas y raíces, acumulando grandes cantidades de plástico. Esta contaminación está asociada a la cercanía de poblados (Suyadi y Manullang 2020).



Compostaje

Las principales actividades económicas de las islas determinan el tipo de residuos que generan, donde el trabajo agrícola se relaciona con residuos orgánicos y el turismo con el papel y plástico (Dong et al. 2019). Un factor que determina la cantidad de residuos orgánicos es el nivel de desarrollo, en el que países desarrollados producen menor cantidad de residuos orgánicos (20%) que aquellos que no lo son (70%) (Ramasamy et al. 2021; Zambrano et al. 2021).

Uno de los modelos sustentables de gestión de residuos orgánicos es el compostaje, el cual procesa los residuos para convertirlos en fertilizantes que permiten el acondicionamiento de suelos (Ramasamy et al. 2021). Desarrollar este tipo de tratamiento con fines económicos en el sector rural sería ideal para disminuir los residuos domiciliarios y potenciar las economías locales (Dong et al. 2019).

Los vertederos producen GEI, principalmente metano que proviene de la interacción de los residuos orgánicos con otro tipo como plásticos, por lo que disminuir su cantidad podrá ser un aporte para la disminución de los GEI, aportando así a la mitigación del cambio climático (Ramasamy et al. 2021).

En este sentido, se han estudiado las cantidades óptimas de residuos orgánicos del jardín y la cocina, los cuales debieran ser mezclados para obtener un proceso óptimo de compostaje. Así también, el compostaje puede ser complementado con insectos, como la larva de la Black Soldier Fly, que puede comer casi cualquier tipo de desecho orgánico, acelerando su procesamiento. Si bien esta es una alternativa para algunas islas, se debe considerar si el insecto es endémico, de lo contrario se podrían generar impactos ambientales debido a la integración de especies invasoras al ecosistema (Shelomi 2020).

Discusión

Los residuos sólidos se han convertido en un gran problema para las islas, pues las condiciones de infraestructura y ecosistémicas son limitadas en comparación con las existentes en el continente. Los efectos de un manejo deficiente impactan en la salud de las personas y el medioambiente, tanto en islas como en el ecosistema acuático que las rodea, por lo que cobra relevancia la gestión de residuos en los sistemas insulares.

Este tipo de sistemas deben estar en constante revisión y mejora continua (Asari et al. 2019), recopilando información, composición, flujos y percepciones de los usuarios sobre el sistema de gestión (Andrea et al. 2020). Esto permitiría lograr una planificación eficaz y óptima de las necesidades propias de cada isla, con el fin de disminuir los impactos socioambientales que la literatura identifica (Aisyah y Saputra 2019b; Cheng et al. 2020).

Según la literatura, si los muestreos de ecosistemas insulares usaran modelos que permitieran la comparación entre diferentes sitios, se podría generar una herramienta integrada de datos para el desarrollo de políticas públicas a nivel nacional y/o internacional. En esta línea, el modelo propuesto por el OSPAR (Binetti et al. 2020) permite comparar resultados de diferentes lugares donde se realizan muestreos de residuos.

Las investigaciones muestran que uno de los vectores de contaminación es el plástico, el cual se ha convertido en la mayor fuente de preocupación para el sector turístico (Hayati et al. 2020), para los científicos, los gobernantes y los ciudadanos. El plástico está en todas las playas donde se realizaron muestreos de residuos, siendo el más abundante en las mediciones. Uno de los ecosistemas importantes que ha sido afectado son los manglares, donde los bivalvos y moluscos analizados poseen diferentes componentes del plástico y afectan las cadenas alimenticias, generando un problema relevante si se considera que la base alimenticia de las áreas insulares son los recursos marinos.

Los estudios presentan a la tecnología WtE como una oportunidad frente al manejo de residuos (Coskuner et al. 2020), y donde el desarrollo sustentable se relaciona con la búsqueda de fuentes de energía menos



contaminantes (Bao et al. 2022), pues existe una dependencia de los combustibles fósiles, lo que genera incertidumbre, dependencia y volatilidad en los precios de servicios y productos.

Ahora, si los proyectos WtE no son capaces de adaptarse al contexto ambiental y social local (Uche-Soria y Rodríguez-Monroy 2019b), se podrían generar impactos negativos, por ejemplo, a través de la liberación de sustancias nocivas y cancerígenas al medioambiente (Dong et al. 2019). El desafío apunta a la realización de múltiples pruebas piloto y testeos de esta tecnología antes de construir una planta generadora WtE. Es esencial generar una evaluación ambiental estratégica (Mata-Lima et al. 2021) para medir la viabilidad y confiabilidad de los proyectos WtE en las islas.

Otra de las actividades generadora de impactos es el turismo. Esto ha llevado a que autoridades de algunas islas, como Madeira o Trawangan, consideren un cobro de impuestos a los turistas al momento de su ingreso para costear la gestión (Martins y Cró 2021), lo que es un aporte a la rentabilidad del sistema en momentos de alto flujo. Así también, regular envoltorios y residuos plásticos que ingresan los turistas es imprescindible para reducir su presencia (Hayati et al. 2020).

Las campañas de prevención con turistas son clave. Las propuestas señalan que residentes y turistas trabajen colaborativamente a través de campañas informativas y educativas para todo público (Argo y Yulida 2021). En esta línea, las redes sociales podrán ser una oportunidad, al ser utilizadas como un canal que permita mostrar el trabajo del cuidado del medioambiente por parte de los gobiernos locales y/o las empresas de turismo.

Frente a lo descrito, se abre el cuestionamiento a la forma en que se está realizando el turismo en las islas, pues los desechos están teniendo un alto impacto para los humanos y el medioambiente. Actividades como la alimentación en hoteles (Camilleri-Fenech et al. 2019) son cuestionadas en diferentes investigaciones debido al alto nivel de residuos orgánicos que generan, afectando directamente a la producción de GEI.

Los GEI producidos por la industria del turismo han sido una de las dimensiones de las cuales se ha ocupado el desarrollo tecnológico a través de tecnologías WtE. Estas buscan dar una solución mediante la recuperación de gases como metano y dióxido de carbono desde vertederos. Es clave pensar en iniciativas de generación energética que sean compatibles con el turismo insular (Kelman 2019) y que permitan reducir las externalidades negativas hacia las personas y al medioambiente.

Contar con información actualizada sobre los perfiles de comportamiento de los hogares y las fuentes de generación de residuos es relevante en el desarrollo de políticas de residuos (Ahmad et al. 2020), ya que permitiría impactar en las necesidades locales, cotidianas y reales de cada contexto insular, aportando a la mejora continua del sistema de gestión de residuos sólidos. En este punto, la literatura expresa que los planes eficientes de gestión de residuos consideran la integración de diferentes métodos de tratamiento, como el reciclaje y el compostaje (Panaretou et al. 2019; Gonzales et al. 2021).

Otro punto clave es la sistematización, análisis y procesamiento de información de residuos sólidos y su relación con la integración tecnológica, la cual puede utilizar herramientas como softwares (Coskuner et al. 2020; Imran et al. 2020) y aplicaciones móviles de celular (Jankee 2021).

Desde la perspectiva jurídica existen observaciones que podrán ser materia de investigación y desarrollo futuro, en relación con las prácticas de WtE, como la incineración o la pirolisis. En este ámbito, la legislación ambiental no siempre avanza como lo hace la tecnología, por lo que se debe evaluar si las partículas contaminantes que liberan estas tecnologías, micro y nanopartículas, están consideradas en la legislación nacional para ser fiscalizadas, ya que de lo contrario no podrán ser monitoreadas ni exigidas por parte de la ciudadanía ni el Estado. También, en relación con la información sobre los residuos que genera cada hogar, tanto composición como flujos, se debe considerar el resguardo y seguridad de la información privada, ya que



podría ser utilizada por empresas como información clave para el análisis de mercado para la venta de sus productos y/o servicios.

Finalmente, hemos evidenciado que los efectos de los residuos plásticos han sido abordados desde una perspectiva antropocéntrica, de cómo se ven afectadas las personas cuando ciertas especies contienen plástico en su interior, pero no identifican los efectos en la reproducción, desplazamientos, desarrollo de sus etapas de vida, ecología de las especies, etc. La literatura no propicia una mirada desde la crisis socioecológica que están viviendo las zonas insulares y su afectación por el cambio climático, como, por ejemplo, la situación de crisis hídrica, de cómo se enfrenta esta situación en relación con la gestión de residuos y de cuáles son las consecuencias de contaminar las aguas superficiales y las napas subterráneas con residuos y sus desechos líquidos. También relevar que en variadas islas habitan pueblos originarios y este estudio no identificó investigaciones que relacionaran los efectos de los residuos sólidos y estos pueblos.

Además, este artículo muestra limitaciones, pues existen otras perspectivas de lo insular, por ejemplo, las relacionadas con el giro relacional y los estudios de desperdicios, que tratan los residuos y no fueron relevadas en esta revisión. En trabajos futuros, estos enfoques debieran ser abordados, pues más allá de la gestión de los residuos en zonas insulares, aportarían a conceptualizar las islas y disponer de marcos que nos permitan su análisis. Con esto nos referimos a dar cuenta de miradas que observan las zonas insulares como territorios finitos, de segregación interna de las comunidades locales desplazadas por la industria del turismo, como el colonialismo de los residuos sólidos, como la globalización y sus alcances comerciales o como concepción de sistema carcelario, con niveles de poder ejercidos por la industria y los residuos en las islas, entre otros (Baldacchino 2005; Pugh 2016; Kerber y Kramm 2021; Liboiron y Lepawsky 2022; Manglou et al. 2022; Gazzotti 2024)

Por lo tanto, para los investigadores se delinearán desafíos a nivel conceptual y de gestión, así como los efectos que los residuos y análisis puedan traer a pueblos originarios y sus prácticas, permitiendo así ampliar y complejizar el debate sobre la gestión de residuos en las islas y sus sistemas relacionados.

Conclusiones

La revisión realizada nos permite concluir que se están generando grandes cantidades de residuos, principalmente plásticos, que no están siendo manejados adecuadamente en zonas insulares y que impactan los océanos, costas y playas.

Por lo tanto, el análisis realizado de las investigaciones en la temática, nos indica la importancia de considerar las particularidades geográficas, ambientales, de recurso e infraestructura de las islas. Los cuidados de sistemas frágiles como los insulares debieran tener un mayor grado de rigurosidad al ser abordados, pues la contaminación de las aguas y los efectos que puede tener en la salud de las personas es un elemento clave a considerar, principalmente en el diseño de los sistemas de gestión de residuos sólidos, que habría que mejorar y con ello evitar problemas futuros de salud pública.

En términos de impactos materiales, la biodiversidad está recibiendo gran parte de los efectos de un manejo deficiente, afectando manglares, arrecifes de coral y diferentes seres vivos que ahí habitan, lo cual pone en riesgo a las poblaciones insulares que basan sus dietas alimentarias en los recursos del mar. Para dar cuenta de ello, la utilización de tecnología para generar y procesar bases de datos, generando modelos predictivos adaptados a las necesidades y realidades locales de cada isla, es clave para el desarrollo de sistemas de manejo de residuos sólidos, ya que los recursos son escasos y deben ser administrados de manera eficiente.

La evidencia y los insumos sociales y tecnológicos son de vital importancia para sociabilizar las externalidades negativas que genera el turismo en las islas, lo que podría generar mejores instrumentos



económicos y políticos. A esto se suma la educación ambiental, el fomento a proyectos de economía circular, los impuestos ambientales y las políticas de responsabilidad extendidas al productor, las que debieran comenzar a ser consideradas por los gobiernos para tener un mejor manejo de residuos sólidos en las islas.

Los desafíos que nos propone la literatura analizada están en desarrollar de una discusión conceptual de los territorios insulares y la gestión de residuos a la luz del nuevo giro relacional y enfoques en torno a los desperdicios, investigar y evaluar sobre el pago razonable para los turistas por el ingreso a las islas, las consecuencias del Covid19 en la generación de residuos sólidos, y los requerimientos energéticos de cada isla para el desarrollo de proyectos WtE.

Finalmente, evidenciar como apertura a la investigación de los problemas generados por los residuos, la crisis socioecológica y el cambio climático, los efectos en la flora y fauna, y los efectos de los residuos en los pueblos originarios que habitan las islas.

Agradecimientos

Fondecyt Regular 1210714 y 1240707 financiado por ANID-CHILE.

Referencias

- Acero L 2020. Solid Waste Management in Hotels, Lodging Houses and Restaurants in Sabang Wharf: Gateway to Puerto Princesa Underground River-Philippines. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 563. doi 10.1088/1755-1315/563/1/012001
- Adshead D, Scott T, Lena F, Hall J 2019. Delivering on the Sustainable Development Goals through long-term infrastructure planning. *Global Environmental Change* 59: 101975. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101975>
- Ahmad S, Imran, Naeem I, Faisal J, Kim D 2020. Optimal Policy-Making for Municipal Waste Management Based on Predictive Model Optimization. *IEEE Access* 8: 218458-218469. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3042598
- Aisyah S, Saputra J 2019a. A Study of Sustainable Management of Solid Waste in Perhentian Island, Malaysia. *Opción* 35(21): 239-253.
- Aisyah S, Saputra J 2019b. The Sustainability of Solid Waste Management on Kapas Island, Terengganu, Malaysia. *International Journal of Innovation, Creativity and Change* 8: 1022-2029.
- Andrea V, Paraskevi K, Stilianos T, Adroniko K, Antonios T 2020. The Resident's Behaviours and Attitudes towards Municipal Solid Waste Management on Samos Island, Greece. *9th Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food & Environment*.
- Argo T, Yulida R 2021. The Prospect of Implementing Circular Economy of Solid Waste in Small Islands: A Case Study of Karimunjawa, Islands District, Central Java – Indonesia. *IOP Confer. Ser.: Earth Environment Science* 799. doi: 10.1088/1755-1315/799/1/012006
- Arksey H, O'Malley L 2005. Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology* 8(1): 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>



- Asari M, Tsuchimura M, Shin-ichi S, Makoto T, Faafetai S 2019. Analysis of mismanaged plastic waste in Samoa to suggest proper waste management in Pacific Island countries. *Waste Management & Research* 37(12): 1207-1216. <https://doi.org/10.1177/0734242X19867391>
- Aslam S, Tzoraki O, Krasakopoulou E 2022. Anthropogenic litter in freshwater bodies and their estuaries: an empirical analysis in Lesbos, Greece. *Environmental Science and Pollution Research* 29(5): 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16793-z>
- Baldacchino G 2005. Editorial: Islands - Objects of representation. *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography* 87(4); 247–251. <https://doi.org/10.1111/j.0435-3684.2005.00196.x>
- Bao K, Bieber L, Kürpick S, Harimisa M, Rushikesh P, Thrän D, Schröter B 2022. Bottom-Up Assessment of Local Agriculture, Forestry and Urban Waste Potentials Towards Energy Autonomy of Isolated Regions: Example of Réunion. *Energy for Sustainable Development* 66: 125-139. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.12.002>
- Binetti U, Silburn B, Russell J, van Hoytema N, Bryony M, Kohler P, Desender M, Preston-Whyte F, Fa'abasu E, Maniel M, Maes T 2020. First marine litter survey on beaches in Solomon Islands and Vanuatu, South Pacific: Using OSPAR protocol to inform the development of national action plans to tackle land-based solid waste pollution. *Marine Pollution Bulletin* 161: 111827. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111827>
- Blanke J, Steinberg M, Donlevy J 2021. A baseline analysis of marine debris on southern islands of Belize. *Marine Pollution Bulletin* 172: 112916. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112916>
- Camilleri-Fenech M, Sola J, Farreny R, Gaberrel X 2019. A snapshot of solid waste generation in the hospitality industry. The case of a five-star hotel on the island of Malta. *Sustainable Production and Consumption* 21(2): 104-119. doi: 10.1016/j.spc.2019.11.003
- Cheng Z, Shijie Z, Xiaoliang C, Louchun W, Ziyang L, Feng K 2020. Variations and environmental impacts of odor emissions along the waste stream. *Journal of Hazardous Material* 384: 120912. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.120912>
- Co R, Paringit E 2021. The Regional Assessment on the Solid Waste-to-Energy Potential in the Island of Luzon, Republic of the Philippines. *Chemical Engineering Transactions* 83: 457-462. <https://doi.org/10.3303/CET2183077>
- Cordovés-Sánchez M, Vallejos-Romero A 2019. Mapeo del valor social en el marco de los servicios ecosistémicos. *Investigación bibliotecológica* 33(79): 177-204.
- Coskuner G, Majeed J, Nauman N, Galbokka D 2020. Quantification of landfill gas generation and renewable energy potential in arid countries: Case study of Bahrain. *Waste Management & Research* 38(10): 1110-1118. <https://doi.org/10.1177/0734242X20933338>
- Currie J, Stack S 2021. Getting butts off the beach: Policy alone is not effective at reducing cigarette filter litter on beaches in Maui, Hawaii. *Marine Pollution Bulletin* 173: Parte A - 112937. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112937>



- Díaz-Farina E, Díaz-Hernández J, Padrón-Fumero N 2020. The contribution of tourism to municipal solid waste generation: A mixed demand-supply approach on the island of Tenerife. *Waste Management* 102: 587-597. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.11.023>
- Dong R, Chen X, Zhibin D, Haonan G, Xin L, Xiaoying L, Zhao X 2019. Study on the Solid Waste Properties and Disposal Methods of the Island at Home and Abroad. *IOP Confer. Ser.: Earth Environ. Sci.* 252. doi: 10.1088/1755-1315/252/4/042028
- Eckelman MJ, Ashton W, Araraki Y, Hanaki K, Nagashima S, Malone-Lee LC 2014. Island Waste Management Systems Statistics, Challenges, and Opportunities for Applied Industrial Ecology. *Journal of Industrial Ecology* 18(2): 306-317. <https://doi.org/10.1111/jiec.12113>
- Elgie A, Singh S, Telesford J 2021. You can't manage what you can't measure: The potential for circularity in Grenada's waste management system. *Resources, Conservation & Recycling* 164: 105170. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105170>
- Farley M, Banerjee K, Cooper V 2019. Perception of middle and low income communities on separation of household waste in the Caribbean region: A case study from Trinidad. *Journal of Environmental Management* 233(1): 63-68. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.020>
- García-Nieto A, Quintas-Soriano C, García-Llorente M, Palomo I, Montes C, Martín-López B 2015. Collaborative mapping of ecosystem services: The role of stakeholders' profiles. *Ecosystem Services* 13: 141-152. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.006>
- Gastaldi M, Lombardi G, Rapposelli A, Romano G 2020. The Efficiency of Waste Sector in Italy: An Application by Data Envelopment Analysis. *Environmental and Climate Technologies* 24(3): 225-238. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0099>
- Gazzotti L 2024. Making the island. Islandness, carcerality and unstable containment at the southern Spanish border. *Territory, Politics, Governance* 1–20. <https://doi.org/10.1080/21622671.2024.2311894>
- Grillo A, Mello T 2021. Marine debris in the Fernando de Noronha Archipelago, a remote oceanic marine protected area in tropical SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 164: 112021. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112021>
- Gonzales B, Dalumpines R, Dagaraga R, Sariego R, Manarpaac E, Lyn C, Gonzales-Plasus M 2021. Implementing environmental plans and laws at rural grassroots, Palawan, Philippines: status, factors and moving forward. *The Palawan Scientist* 13(1): 59-77.
- Hayati Y, Adrianto L, Krisanti M, Pranowo W, Kurniawan F 2020. Magnitudes and tourist perception of marine debris on small tourism island: Assessment of Tidung Island, Jakarta, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin* 158: 111393. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111393>
- Imran, Shabir A, Do Hyeun K 2020. Quantum GIS Based Descriptive and Predictive Data Analysis for Effective Planning of Waste Management. *IEEE Access* 8: 46193-46205. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2979015



- Jankee K 2021. Enhancement of Polyethylene Terephthalate Bottles Recycling in Mauritius Through the Creation of a Mobile Application. *European Journal of Sustainable Development* 10(3): 27-38. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n3p27>
- Joseph L, Prasad R 2019. Assessing the sustainable municipal solid waste (MSW) to electricity generation potentials in selected Pacific Small Island Developing States (PSIDS). *Journal of Cleaner Production* 248: 119222. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119222>
- Kang JN, Wei YM, Liu LC, Han R, Yu BY, Wang JW 2020. Energy systems for climate change mitigation: A systematic review. *Applied Energy* 263. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114602>
- Katsouli A, Stasinakis A 2019. Production of municipal solid waste and sewage in European refugees' camps: The case of Lesbos, Greece. *Waste Management* 86: 49-53. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.036>
- Kelman I 2019. Critiques of island sustainability in tourism. *Tourism Geographies* 23(1): 1-18. <https://doi.org/10.1080/14616688.2019.1619825>
- Kerber H, Kramm J 2021. On- and offstage: Encountering entangled waste–tourism relations on the Vietnamese Island of Phu Quoc. *Geographical Journal* 187: 98–109. <https://doi.org/10.1111/geoj.12376>
- Kerber H, Kramm J 2022. From laissez-faire to action? Exploring perceptions of plastic pollution and impetus for action. Insights from Phu Quoc Island. *Marine Policy* 137: 104924. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104924>
- Krishnakumar S, Anbalagan S, Kasilingam K, Smrithi P, Anbazhagi P, Srinivasalu S 2019. Assessment of plastic debris in remote islands of the Andaman and Nicobar Archipiélago, India. *Marine Pollution Bulletin* 151. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110841>
- Lebon E, Medushele K, Adelard L 2020. Municipal Solid Wastes Characterization and Waste Management Strategy Evaluation in Insular Context: A Case Study in Reunion Island. *Waste and Biomass Valorization* 11(11): 6443-6453. <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00860-1>
- Lestari P, Trihadiningrum Y 2019. The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110505>
- Liboiron M, Lepawsky J 2022. *Discard Studies: Wasting, Systems, and Power*. The MIT Press, Massachusetts y London, 210 págs. <https://doi.org/10.7551/mitpress/12442.001.0001>
- Loizia P, Voukkali I, Zorpas A, Navarro J, Chatziparaskeva G, Inglezakis V, Vardopoulos I, Doula M 2021. Measuring the level of environmental performance in insular areas, through key performed indicators, in the framework of waste strategy development. *Science of The Total Environment* 753: 131974. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141974>



- Lombardi G, Gastaldi M, Rapposelli A, Romano G 2021. Assessing efficiency of urban waste service and the role of tariff in a circular economy perspective: An empirical application for Italian municipalities. *Journal of Cleaner Production* 323: 129097. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129097>
- Maione C 2021. Quantifying plastics waste accumulations on coastal tourism sites in Zanzibar, Tanzania. *Marine Pollution Bulletin* 168. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112418>
- Mani F, Chetty E, Maata M, Chand S 2019. Chemical Characterization of Landfill Leachate and Its Impact on the Receiving Natural Water-Body Surrounding the Naboro Landfill, Suva, Fiji Island. *Proceedings of the 5th World Congress on New Technologies*.
- Manglou M, Rocher L, Bahers J 2022. Waste colonialism and metabolic flows in island territories. *Journal of Political Ecology* 29(1): 1-19. <https://doi.org/10.2458/jpe.2836>
- Margeta J 2019. A review of sustainable septage management strategies on the islands in Croatia. *Water Science Technology* 79(10): 1833–1843. <https://doi.org/10.2166/wst.2019.184>
- Mata-Lima H, Wollmann D, Nardi D, Andrize S, De Oliveira T, Morgado-Dias F 2021. Waste-to-Energy: An Opportunity to Increase Renewable Energy Share and Reduce Ecological Footprint in Small Island Developing States (SIDS). *Energies* 14(22): 7586. <https://doi.org/10.3390/en14227586>
- Martins A, Cró S 2021. The Impact of Tourism on Solid Waste Generation and Management Cost in Madeira Island for the Period 1996-2018. *Sustainability* 13(9): 5238. <https://doi.org/10.3390/su13095238>
- Mena-Nieto A, Estay-Ossandon Ch, Pereira S 2021. Will the Balearics and the Canary Islands meet the European Union's targets for municipal waste? A comparative study from 2000 to 2035. *Science of The Total Environment* 783(2): 147081. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.147081
- Monteiro R, Ivar do Sul J, Costa M 2018. Plastic pollution in islands of the Atlantic Ocean. *Environmental Pollution* 238: 103–110. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.096>
- Morel R, Bazzo E, García L 2019. Assessment of municipal solid waste management system using a mixing index as indicative for urban sustainability analysis. *Proceeding of Ecos 2019. The 32° International Conference on Efficiency, Cost, Optimization and Environmental Impact of Energy Systems*.
- Noll D, Wiedenhofer D, Miatto A, Singh S 2019. The expansion of the built environment, waste generation and EU recycling targets on Samothraki, Greece: An island's dilemma. *Resources, Conservation & Recycling* 150. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104405>
- Panaretou V, Vakalis S, Ntolka A, Sotiropoulos A, Moustakas K, Malamis D, Loizidou M 2019. Assessing the alteration of physicochemical characteristics in composted organic waste in a prototype decentralized composting facility. *Environmental Science and Pollution Research* 26: 20232-20247. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05307-7>



- Pham M, Rajić A, Greig J, Sargeant J, Papadopoulos A, McEwen S 2014. A scoping review of scoping reviews: advancing the approach and enhancing the consistency. *Research synthesis methods* 5(4): 371-385. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1123>
- Peralta J, Delgado E, Burgos W, Charco P, Vallejo E 2019. Lifting habitat conditions within the Ecovillage context of the Bellavista Island commune of the Gulf of Guayaquil. *17° LACCEI International Multi-Conference for Engineering Education and Technology*. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.299>
- Polidoro B, Lewis T, Clement C 2022. A screening-level human health risk assessment for microplastics and organic contaminants in near-shore marine environments in American Samoa. *Heliyon* 8(3): e09101. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09101>
- Portz L, Portantiolo R, Villate-Daza D, Fontán-Bouzas A 2022. Where does marine litter hide? The Providencia and Santa Catalina Island problem, SEAFLOWER Reserve (Colombia). *Science of The Total Environment* 813: 151878. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151878>
- Prajati G, Widiantoro S, Darwin D 2019. Municipal Solid Waste Management Based on Community in Coastal Area of Lengkang Kecil Island. *2nd International Conference on Applied Engineering (ICAE)* 1-6.
- Pugh J 2016. The relational turn in island geographies: bringing together island, sea and ship relations and the case of the Landship. *Social and Cultural Geography* 17(8): 1040–1059. <https://doi.org/10.1080/14649365.2016.1147064>
- Punthama C, Supakata N, Kanokkantapong V 2019. Characteristics of Concrete Bricks After Partially Substituting Portland Cement Type 1 with Cement and Seashell Waste and Partially Substituting Sand with Glass Waste. *Environment Asia* 12(1): 36-48. doi: 10.14456/ea.2019.5
- Purba N, Handyman D, Pribadi T, Syakti D, Pranowo W, Harvey A, Ihsan Y 2019. Marine debris in Indonesia: A review of research and status. *Marine Pollution Bulletin* 146: 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.057>
- Ramasamy P, Makoondlall-Chadee T, Bokhoree Ch, Foogooa R 2021. Investigating Composting as a Mitigation Strategy for Climate Change Using a Modelling Approach. *European Journal of Sustainable Development* 10: 97-107. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2021.v10n4p97>
- Randazzo A, Asencio-Ramos M, Melián G, Venturi S, Padrón E, Hernández PA, Pérez N, Tassi F 2020. Volatile organic compounds (VOCs) in solid waste landfill cover soil: Chemical and isotopic composition vs. degradation processes. *Science of The Total Environmental* 726: 138326. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138326>
- Saat S, Saputra J, Rahaya Md, Rosyidah M, Muhamad R 2019. A Study of Supply Chain Management for Sustainable Solid Waste Plan in Perhentian Island, Terengganu. *International Journal of Supply Chain Management* 8(5): 1022-1029. <https://doi.org/10.59160/ijscm.v8i5.3911>



- Sajorne, R, Bacosa H, Cayabo G, Ardines L, Sumeldan J, Omar J, Creencia L 2021. Plastic litter pollution along sandy beaches in Puerto Princesa, Palawan Island, Philippines. *Marine Pollution Bulletin* 169: 112520. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112520>
- Sangpatch T, Supakata N, Kanokkantapong V, Jongsomjit B 2019. Fuel oil generated from the cogon grass-derived Al-Si (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv) catalysed pyrolysis of waste plastics. *Heliyon* 5(8): e02324. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02324>
- Schlehe J, Yulianto V 2019. An Anthropology of waste: Morality and social mobilization in Java. *Indonesia and the Malay World* 48(3): 1-20. <https://doi.org/10.1080/13639811.2019.1654225>
- Sekito T, Dote Y, Hindarman R 2019. Solid waste flow and composition determination for sustainable waste management in Gili Trawangan, Indonesia. *SN Applied Sciences* 1(11): 1373. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1369-4>
- Sewak A, Deshpande S, Rundle-Thiele S, Zhao F, Anibaldi R 2021. Community perspectives and engagement in sustainable solid waste management (SWM) in Fiji: A socioecological thematic analysis. *Journal of Environmental Management* 298: 113455. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113455>
- Shah K, Niles K, Ali S, Surroop D, Jaggeshar D 2019. Plastics Waste Metabolism in a Petro-Island State: Towards Solving a “Wicked Problem” in Trinidad y Tobago. *Sustainability* 11(23): 6580. <https://doi.org/10.3390/su11236580>
- Shelomi M 2020. Potential of Black Soldier Fly Production for Pacific Small Island Developing States. *Animals* 10(6):1038. <https://doi.org/10.3390/ani10061038>
- Staglicic N, Bojanic D, Mrcelic J, Pavicic M, Tutman P 2021. Marine litter on the shallow seafloor at Natura 2000 sites of the Central Eastern Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 186(2): 112432. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112432>
- Suyadi S, Manullang C 2020. Distribution of plastic debris pollution and it is implications on mangrove vegetation. *Marine Pollution Bulletin* 160(5): 111642. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111642>
- Tatsuno M, Premakumara D, Onogawa K 2021. Moving from Waste to Resource Management: A Case Study of Lake Toba, Indonesia. *Waste Management & Research* 39(11): 1365-1374. <https://doi.org/10.1177/0734242X211050774>
- Uche-Soria M, Rodríguez-Monroy C 2019a. Solutions to Marine Pollution in Canary Islands’ Ports: Alternatives and Optimization of Energy Management. *Resources* 8(2): 59. <https://doi.org/10.3390/resources8020059>
- Uche-Soria M, Rodríguez-Monroy C 2019b. An Efficient Waste-To-Energy Model in Isolated Environments. Case Study: La Gomera (Canary Islands). *Sustainability* 11(11): 3198. <https://doi.org/10.3390/su11113198>
- Van Fan Y, Jiang P, Hemzal M, Klemes J 2021. An update of Covid-19 influence on waste management. *Science of the Total Environment* 754. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142014>



- Verlis K, Wilson S 2019. Paradise Trashed: Sources and solutions to marine litter in a small island developing state. *Waste Management* 103(2): 128-136. doi: 10.1016/j.wasman.2019.12.020
- Wang K, Lee K, Mokhtar M 2021. Solid Waste Management in Small Tourism Islands: An Evolutionary Governance Approach. *Sustainability* 13(11): 5896 <https://doi.org/10.3390/su13115896>
- Weekes JG, Musa JC, Malavé-Llamas K, Morales C 2021. Solid waste management system for small island developing states. *Global Journal of Environmental Science and Management* 7(2): 259-272. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2021.02.08>
- Yousefi M, Oskoei V, Jonidi A, Farzadkia M, Hasham M, Abdollahinejad B, Torkashvand J 2021. Municipal solid waste management during COVID-19 pandemic: effects and repercussions. *Environmental Science and Pollution Research* 28. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14214-9>
- Zambrano M, Ruano M, Ormeño V 2021. Determinants of municipal solid waste: a global analysis by countries' income level. *Environmental Science and Pollution Research* 28(1): 62421-62430. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15167-9>
- Zhu JJ, Daeryong P, Da Tian Ch, Cheng Ch, Anderson P, Huab-Jung F 2021. Unsupervised aided investigation on the associations between municipal solid waste characteristics and socio-economic conditions. *Environmental Research* 194(6): 110633. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110633>