



**Resumen para los tomadores de decisiones**

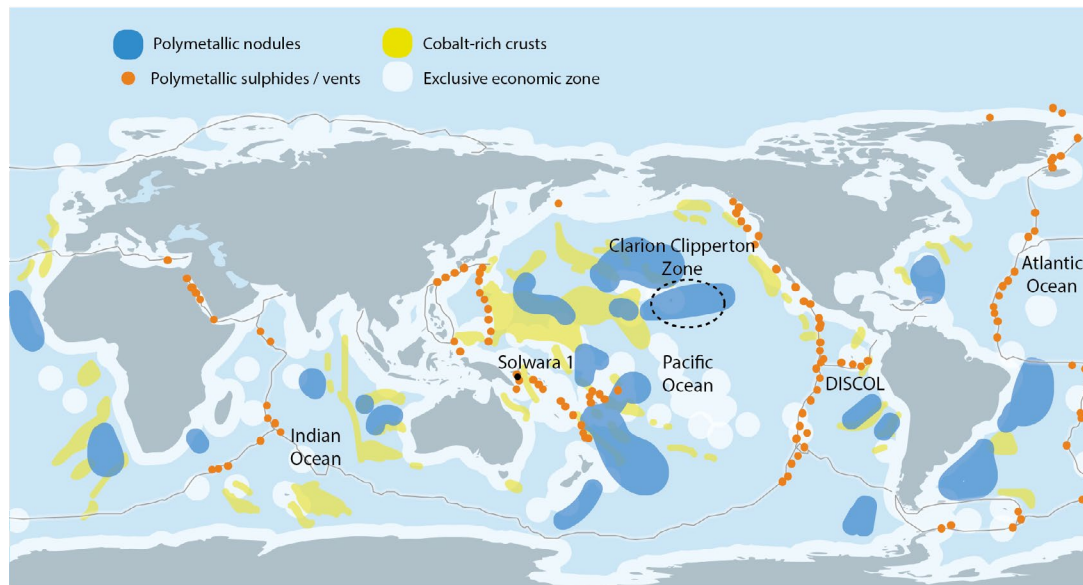
# ¿Qué rol cumplen la energía renovable marina y los minerales del fondo marino profundo en un futuro sostenible?

**La ciencia nos dice que debemos avanzar rápidamente hacia cero emisiones netas de gases de efecto invernadero, si vamos a alcanzar los objetivos del Acuerdo de París y limitar el aumento de la temperatura promedio global a 1,5 °C por sobre los niveles preindustriales.** Lograr esto requerirá una transformación rápida de nuestros sistemas energéticos. Además de expandir la energía renovable terrestre, el océano ofrece un potencial importante para respaldar esta iniciativa. Sin embargo, todas las nuevas tecnologías deben implementarse de manera sostenible para evitar consecuencias no deseadas que podrían deteriorar otros aspectos de la salud del océano.

**Un análisis publicado en 2019 indicó que la energía renovable marina, proveniente de fuentes como viento fijo y flotante, mareas y corrientes, podría entregar hasta un 5,4 % de las reducciones de emisiones anuales que se necesitan para alcanzar el objetivo de limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C para el año 2050 establecido por el Acuerdo de París.<sup>1</sup>** A diferencia de la producción de energía a partir de combustibles fósiles, las distintas tecnologías necesarias para generar energía renovable terrestre y marina, como paneles solares y turbinas eólicas, dependen fuertemente de varios metales y elementos de tierras raras (ETR).<sup>2</sup>

**El fondo marino profundo se ha revelado como una posibilidad cada vez más atractiva para las operaciones mineras debido a su alto potencial de recursos minerales.** Los metales primarios y los minerales de interés presentes en el fondo marino profundo incluyen cobre, cobalto, níquel, zinc, plata, oro, litio, elementos de tierras raras (ETR) y fosforita. Muchos de estos metales abundan en nódulos polimetálicos en llanuras abisales (a una profundidad de 3000 a 6500 metros [m]), en costras ricas en cobalto en montes marinos (a una profundidad de 800 a 2500 m), y en sulfuros polimetálicos en respiraderos hidrotermales cercanos a dorsales mediooceánicas y en cuencas trasarco (a una profundidad de 1000 a 4000 m) (Figura 1). Estos depósitos generalmente aparecen en áreas fuera de la jurisdicción nacional, las cuales son administradas por la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos en virtud de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

**Figura 1. Distribución de recursos de nódulos polimetálicos, sulfuros polimetálicos y costras ricas en cobalto en el mar profundo**



Fuente: Miller et ál. 2018; Hein et ál. 2013

**La minería de estos recursos en el fondo marino profundo plantea desafíos ambientales, legales y en la gobernanza, así como posibles conflictos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas.** Se necesita un mayor conocimiento de los impactos ambientales, así como la capacidad de mitigarlos a niveles aceptables, antes de que se pueda confiar en que la participación de la minería del fondo marino profundo a escala industrial logre un beneficio neto global.

**Un nuevo artículo científico,<sup>3</sup> encargado por el Panel de Alto Nivel para una Economía Oceánica Sostenible, proporciona un análisis de las posibles tensiones entre el sistema energético bajo en carbono futuro que se necesita para combatir el cambio climático, y las implicaciones para los recursos y el medio ambiente relacionadas con la mayor demanda de metales observada en combinación con el aumento en el uso de tecnologías de energía renovable y la electrificación de vehículos.** Para esto, el artículo científico propone una ruta que busca lograr el uso de la energía renovable de manera sostenible, que considera no solo la necesidad de una descarbonización rápida, sino también las implicaciones para el medio ambiente y los recursos asociadas a ella, incluidos los problemas relacionados con la minería del fondo marino.

**Al analizar opciones de energía renovable marina, el artículo científico determina que el desarrollo de estas tecnologías es demasiado lento en la actualidad como para una eliminación gradual y oportuna de los combustibles fósiles.** Esto se evidencia por la falta de conocimientos sobre los impactos ambientales de estas tecnologías y sobre los costos y los materiales que se necesitan para implementar tecnologías oceánicas a gran escala, particularmente en el caso de las tecnologías menos desarrolladas, como las de mareas, olas, térmica, salinidad, corrientes, energía solar flotante y viento de gran altitud.

**Al ser una tecnología más desarrollada, se sabe que la energía eólica marina depende de los elementos de tierras raras (ETR) para sus generadores de imanes permanentes de accionamiento directo.** Esto parece ser el mayor desafío potencial cuando se trata del suministro de minerales. Sin embargo, los ETR no son un objetivo específico de la minería del mar profundo, y se espera que la necesidad de ETR disminuya a medida que la industria aumente la eficiencia de materiales y adopte diseños de turbinas sin ETR, por ejemplo, a través de transiciones hasta turbinas más grandes que utilicen generadores con superconductores que dependan menos de los ETR.<sup>4</sup>

**Dado que la mayoría de las tecnologías de energía renovable marina aún están en fases tempranas de desarrollo, se han realizado pocos estudios sobre los materiales que se necesitarán para ampliar el uso de estas tecnologías.** Si los requisitos de metales de estas tecnologías son similares a los de las modernas turbinas de energía eólica marina, lo cual es probable, la implementación aumentará la demanda de muchos metales y ETR.<sup>5</sup>

**La minería del fondo marino profundo como fuente propuesta de muchos de los metales necesarios para las tecnologías de energía renovable y la electrificación del transporte aún presenta muchas incertidumbres, en particular cuando se considera el estado actual de conocimientos, los argumentos a favor y en contra, y las interrogantes en torno a la naturaleza, gravedad, implicaciones y mitigación de los impactos ambientales.** El artículo científico también explora otros desafíos asociados a la búsqueda de gobernar una nueva industria extractiva a través de un proceso multilateral, y a los intentos de lograr un beneficio equitativo y global de la explotación de recursos de propiedad común. El artículo científico destaca la necesidad de mejorar el conocimiento actual y las capacidades de gestión para que el sector actúe de manera responsable.

**El artículo científico considera que una reducción en la demanda de metales puede lograrse con una mayor inversión en la aplicación del concepto de economía circular, que actúa a través del diseño mejorado del producto, menor demanda, reutilización, reciclaje, reclasificación de materiales y uso de energía renovable para la producción.** Esta opción experimentaría progresos con el aumento de las tasas de producción de minerales, en conjunto con más reciclaje (p. ej., de las baterías de iones de litio) e investigación en tecnologías alternativas que reduzcan o eliminen el uso de metales críticos bajo una mayor presión sobre los recursos.

**El artículo científico identifica varias oportunidades de acción para garantizar la salud y la resiliencia del océano para las generaciones futuras y el aprovechamiento de la energía renovable marina de una manera sostenible.** Las oportunidades de acción se combinan con los desafíos subyacentes que identifica el artículo científico.

## Oportunidades de acción

DESAFÍOS	OPORTUNIDADES DE ACCIÓN
<b>El desarrollo de la energía renovable marina es demasiado lento para la eliminación gradual y oportuna de los combustibles fósiles.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fortalecer los programas de investigación y desarrollo y de demostración y los regímenes legales, tributarios y financieros.</li><li>• Fortalecer la investigación y desarrollo sobre impactos en el medio ambiente de la energía renovable marina y establecer puntos de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental y la planificación espacial marina.</li><li>• Reducir la demanda de energía mediante un aumento de la eficiencia en el consumo final de energía en todos los sectores de la sociedad.</li></ul>
<b>Demanda global creciente de metales y minerales de tierras raras.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Participar en investigaciones independientes y planificación a largo plazo para favorecer una economía circular de metales y minerales objetivo.</li><li>• Centrar la atención en el análisis de sostenibilidad del ciclo de vida y desarrollar métodos alternativos para abordar la demanda de metales.</li><li>• Fortalecer los incentivos económicos y de investigación y desarrollo para favorecer un sistema de energía renovable menos intensivo en el uso de minerales.</li></ul>
<b>Existencia de brechas de conocimiento para entender cómo responderán los ecosistemas del océano profundo a la perturbación minera.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retrasar el proceso de transición desde exploración hasta explotación con el fin de conceder tiempo para el desarrollo de más investigación y normativas.</li><li>• Crear una agenda de investigación internacional a través de la Década de la Ciencia para el Desarrollo Sostenible de la ONU con el fin de ampliar la investigación y sintetizar datos científicos de alta calidad.</li></ul>
<b>Conflicto entre el deber de proteger el ambiente marino y la llamada a extraer metales del fondo marino profundo.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Habilitar un comité científico y ambiental independiente y experto para que se encargue de las regulaciones ambientales y la toma de decisiones de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (International Seabed Authority, ISA).</li><li>• Declarar y hacer respetar una red de grandes zonas sin minería, biológicamente representativas y totalmente protegidas.</li></ul>
<b>Mayor participación de todos los actores interesados relevantes en la toma de decisiones.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cooperar para aumentar la conciencia social de las opciones asociadas a la minería del fondo marino.</li><li>• Maximizar las oportunidades para consultas públicas y de expertos.</li><li>• Facilitar la asistencia de todos los actores interesados a las reuniones de la ISA e intergubernamentales.</li></ul>

**El desarrollo de un sistema energético mundial sostenible está íntimamente vinculado al aumento progresivo de la energía renovable y al descubrimiento de formas de usar metales y minerales de tierras raras de una manera más sostenible.** Invertir y adoptar las acciones propuestas hará posible una mayor contribución de la energía renovable marina a la mitigación del cambio climático, al tiempo que se liberan simultáneamente las presiones puestas en los ecosistemas oceánicos y los marcos legales para ecosistemas del océano profundo mediante la disminución de la necesidad de metales y minerales a lo largo del tiempo.



El Panel de Alto Nivel para una Economía Oceánica Sustentable (Panel Oceánico) es una iniciativa única de 14 líderes mundiales en funciones que trabajan para lograr una economía oceánica sustentable, en que la protección eficaz, la producción sustentable y la prosperidad equitativa vayan de la mano.

Copresidido por Noruega y Palaos, el Panel Oceánico comprende miembros de Australia, Canadá, Chile, Fiyi, Ghana, Indonesia, Jamaica, Japón, Kenia, México, Namibia, Noruega, Palaos y Portugal, y está respaldado por el enviado especial para el océano de la Secretaría General de las Naciones Unidas.

El Panel Oceánico recaba información de una amplia variedad de partes interesadas, incluido un grupo de expertos y una red de asesoramiento. La Secretaría, con sede en World Resources Institute, ayuda con el trabajo analítico, las comunicaciones y la participación de las partes interesadas.

El documento técnico que resume este informe es una contribución independiente respecto del proceso del Panel Oceánico y no representa necesariamente el pensamiento del Panel Oceánico, los Sherpas o la Secretaría.

Para obtener más información, incluido el informe completo, visite [www.oceanpanel.org](http://www.oceanpanel.org).

- 1 Hoegh-Guldberg, O. et al. 2019. *The Ocean as a Solution to Climate Change: Five Opportunities for Action*. Washington, DC: World Resources Institute. <http://www.oceanpanel.org/climate>.
- 2 IRP (International Resource Panel). 2019. *Mineral Resource Governance in the 21st Century: Gearing Extractive Industries Towards Sustainable Development*, edited by Elias T. Ayuk, Antonio M. Pedro, Paul Ekins, Bruno Oberle, Julius Gatune, Ben Milligan. Nairobi: United Nations Environment Programme. <https://www.resourcepanel.org/reports/mineral-resource-governance-21st-century>. Giurco, Damien, Elsa Dominish, Nick Florin, Takuma Watari and Benjamin McLellan. 2019. "Requirements for Minerals and Metals for 100% Renewable Scenarios." In *Achieving the Paris Climate Agreement Goals*, edited by S. Teske, 437–57. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05843-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05843-2_11).
- 3 Haugan, Peter M., Lisa A. Levin, Diva Amon, Hannah Lily, Mark Hemer and Finn Gunnar Nielsen. 2020. *What Role for Ocean-Based Renewable Energy and Deep Seabed Minerals in a Sustainable Future?* Washington, DC: World Resources Institute. Available online at [www.oceanpanel.org/blue-papers/ocean-energy-and-mineral-sources](http://www.oceanpanel.org/blue-papers/ocean-energy-and-mineral-sources).
- 4 Pavel, Claudiu C., Roberto Lacal-Aránegui, Alain Marmier, Doris Schüller, Evangelos Tzimas, Matthias Buchert, Wolfgang Jenseit and Darina Blagoeva. 2017. "Substitution strategies for reducing the use of rare earths in wind turbines." *Resources Policy* 52: 349–57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.04.010>.