



unesco



Fundación "la Caixa"

¿Sobre quién recaen los costes?

Cómo abordar las desigualdades del cambio climático y la acción climática



Publicado en 2026 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, Francia y la Fundación "la Caixa", Palau Macaya, Pg. de St. Joan, 108, 08037 Barcelona, España.

© UNESCO 2026

ISBN: 978-92-3-300271-5

DOI: <https://doi.org/10.54678/SWZL5041>



Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Atribución-CompartirIgual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/deed.es>). Al utilizar el contenido de esta publicación, los usuarios aceptan estar sujetos a los términos de uso del Repositorio de Acceso Abierto de la UNESCO (<https://www.unesco.org/es/open-access/cc-sa>).

Título original: Who Bears the Costs? Addressing inequalities from climate change and climate action

Publicado en 2025 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y Fundación "la Caixa".

Las designaciones empleadas y la presentación del material a lo largo de esta publicación no implican la expresión de ninguna opinión por parte de la UNESCO sobre el estatus legal de ningún país, territorio, ciudad o área o de sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta publicación son de los autores; no son necesariamente las de la UNESCO y no comprometen a la Organización.

Las imágenes marcadas con un asterisco (*) no están bajo la licencia CC-BY-SA y no pueden ser utilizadas o reproducidas sin el permiso previo de los titulares de los derechos de autor.

Las fronteras y nombres mostrados y las designaciones utilizadas en mapas, tablas, documentos y conjuntos de datos no implican respaldo oficial o aceptación ninguna por parte de las Naciones Unidas. La frontera definitiva entre la República de Sudán y la República de Sudán del Sur aún no ha sido determinada. El estatus final del área de Abyei aún no está determinado. La línea de puntos en Jammu y Cachemira representa aproximadamente la Línea de Control acordada por India y Pakistán. El estatus final de Jammu y Cachemira aún no ha sido acordado por las partes.

Foto de portada: el suelo está agrietado y reseco, con una red de fisuras profundas
© Prajit48/Shutterstock.com*

Traducción: Jordi Palou, Fundación "la Caixa"

Diseño gráfico: Ana Carrasco / Arbelaitz Creative Studio

Diseño de cubierta: Ana Carrasco / Arbelaitz Creative Studio

Maquetación: Tramatica S.L., Fundación "la Caixa"

Impreso en la imprenta de la UNESCO, París, Francia

Resumen

Hacia transiciones climáticas centradas en las personas

¿Sobre quién recaen los costes? explora los impactos del cambio climático, desproporcionados según donde se manifiesten, y la necesidad de diseñar políticas para afrontar el cambio climático que prioricen la inclusividad y la igualdad.

Muestra cómo el impacto de las transiciones verdes de las naciones hacia economías bajas en carbono y prácticas sostenibles varía ampliamente, dependiendo de dónde trabajan las personas, su género, el nivel de ingresos y el lugar donde viven, y destaca el riesgo de que las desigualdades socioeconómicas que caracterizan a nuestras sociedades se ensanchen aún más. También reflexiona sobre los **cambios necesarios para que las políticas y respuestas climáticas dentro de los países miembros y entre ellos se adapten a las diversas necesidades y realidades de todas las comunidades.**

Este libro es el segundo paso de una colaboración intelectual que aboga por cómo **abordar las políticas socioeconómicas de manera más integrada.** Se invita a los responsables políticos, investigadores y otros a aprovechar el mensaje de este informe para reflexionar sobre cómo la equidad y la inclusividad pueden guiar el desarrollo de las políticas de transición climática, en lugar de ser añadidas a posteriori.

Si no actuamos ahora para gestionar la transición climática de manera equitativa, continuará marginando a las comunidades vulnerables y agravando sus desafíos frente al cambio climático, además de erosionar el apoyo a la acción climática.

A mediados de siglo
239 millones
de personas se verán
afectadas por **condiciones
climáticas extremas y
recurrentes.**

¿Sobre quién recaen los costes?

Cómo abordar las
desigualdades del cambio
climático y la acción climática

Prólogo

Mensaje de la UNESCO

El cambio climático ya no es una amenaza distante, sino una realidad apremiante. Está acelerándose a un ritmo sin precedentes, afectando a individuos y comunidades en todo el mundo de maneras desiguales, profundamente injustas y a menudo pasadas por alto. En la actualidad, unos 3.600 millones de personas viven en regiones altamente vulnerables a sus impactos (IPCC, 2022a). Los fenómenos climáticos extremos, el aumento de las temperaturas y los patrones de precipitación cambiantes se han convertido en la nueva normalidad, desafiando nuestra capacidad de adaptarnos y prosperar. Entre estos, el presente informe apunta a que el calor extremo representa la mayor amenaza, y para 2050 afectará a casi 2.500 millones de personas. Estas nuevas circunstancias impulsarán la migración, alimentarán crisis humanitarias y provocarán esfuerzos de adaptación rápida para mantener la productividad y la habitabilidad urbana.

Si bien todos los individuos contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), su contribución varía significativamente tanto dentro de los países como entre ellos. El 10% superior de los emisores globales genera casi la mitad de todos los GEI (Oxfam, 2023). Los hogares de bajos ingresos y los grupos marginados, incluidas las mujeres y los pueblos indígenas, a menudo están más expuestos a los riesgos climáticos a pesar de contribuir mucho menos. Agravando esta injusticia, las políticas climáticas actuales y propuestas pueden imponer cargas desiguales. Por ejemplo, políticas como los impuestos al carbono, aunque eficaces para reducir las emisiones, pueden tener efectos regresivos, ya que impactan en mayor medida a las comunidades vulnerables y de bajos ingresos que ya soportan la peor parte de los efectos climáticos.

Estas inequidades crean un círculo vicioso: cuando las políticas climáticas se perciben como injustas o excesivamente gravosas, erosionan la confianza pública, alimentan el malestar social y aumentan la polarización. La percepción de injusticia puede desalentar el comportamiento sostenible y debilitar la cohesión social, socavando por lo tanto la disposición para perseguir las medidas ambiciosas necesarias para abordar la crisis.

Romper este círculo requiere un enfoque deliberado en la equidad y en la inclusión a la hora de formular las políticas climáticas. Abordar las necesidades y perspectivas de los más afectados, ya sea debido a condiciones socioeconómicas o disparidades regionales, es esencial para reconstruir la confianza y garantizar una acción climática justa y eficaz.

Este informe busca profundizar nuestra comprensión de las dimensiones sociales y económicas de la transición climática. Utilizando índices compuestos que evalúan la vulnerabilidad social y laboral en escenarios climáticos de mediados del siglo XXI, destaca cómo diferentes comunidades y sectores se verán afectados. Los índices revelan disparidades que deben abordarse para construir un futuro resiliente. Nuestro análisis muestra que más de 239 millones de personas que viven en pobreza extrema se verán afectadas de forma desproporcionada por fenómenos

climáticos más frecuentes e intensos y desastres relacionados con el clima, con recursos limitados para adaptarse o recuperarse.

Las conclusiones expuestas aquí equivalen a un llamamiento a los responsables políticos y a la sociedad en general para actuar con contundencia y sin demora: el momento de actuar es ahora. Nuestras soluciones deben ser equitativas, inclusivas y transformadoras. Este es también un momento para acelerar el progreso hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), redoblar los esfuerzos para limitar el calentamiento global a menos de 1,5 °C y asegurarse de que nadie se quede atrás.

La UNESCO desempeña un papel clave en el avance del diálogo global sobre las dimensiones sociales y éticas del cambio climático. Guiados por la Declaración de Principios Éticos en relación con el Cambio Climático, enfatizamos la vinculación de soluciones científicas y técnicas con los derechos humanos y las perspectivas sociales. Esta investigación, liderada por Gabriela Ramos y en cooperación con la Fundación "la Caixa", refleja un compromiso con modelos analíticos más precisos que aborden la naturaleza compleja e interrelacionada de los desafíos sociales, económicos y climáticos. Se basa en el establecimiento del Palau Macaya - Fundación "la Caixa", un Centro de Categoría 2 de la UNESCO, creado para promover la investigación y apoyar la toma de decisiones desde la perspectiva de las ciencias sociales.

Este informe es una continuación de nuestra publicación conjunta anterior, *Sociedades inclusivas y resilientes: igualdad, sostenibilidad y eficiencia*, que cuestionaba el discurso de equidad frente a eficiencia en política económica. Ese trabajo abogaba por integrar la equidad y la sostenibilidad desde el inicio, a través de dimensiones territoriales, sociales y sectoriales. Partiendo de ahí, el presente informe destaca la importancia de incorporar la equidad en el centro mismo de las políticas climáticas para asegurar una transición justa y eficaz. Al centrarse en los aspectos sociales y económicos del cambio climático, ofrece ideas y soluciones para una transición ambiental sostenible que se centre en el bienestar humano.

A medida que el mundo se enfrenta a la crisis climática, este informe representa tanto un llamamiento a la acción como una hoja de ruta para políticas transformadoras. Refleja el compromiso compartido de la UNESCO y la Fundación "la Caixa" de fomentar un futuro más equitativo, sostenible y resiliente.

Gustavo Merino

Director de Políticas Sociales
Sector de Ciencias Sociales y Humanas
UNESCO



Mensaje de la Fundación "la Caixa"

La transición ecológica y la justicia social son dos cuestiones íntimamente relacionadas. Nunca habíamos tenido tanto conocimiento, tanta tecnología ni tanta financiación para abordar el cambio climático. Pero se necesita más. En Estados Unidos, en los años setenta, se comenzó a hablar de una transición justa desde una perspectiva teórica. En la COP de Cancún en 2012 se debatió como una cuestión práctica y desde entonces se ha incluido en el Acuerdo de París. Hay que plantear las políticas de transición energética de modo que causen el menor impacto en las personas y las mínimas diferencias posibles entre países. Y ofrecer alternativas a tres niveles: industrial, territorial y personal. En las circunstancias geopolíticas que vivimos hoy, estas cuestiones adquieren una relevancia muy significativa.

La transición ecológica desempeña un papel decisivo en las actividades de la Fundación "la Caixa". No tenemos ningún programa específico dedicado a ella: está presente de forma transversal en todas nuestras actividades en los campos social, cultural, científico y de pensamiento. Uno de los puntos fuertes de nuestra entidad es su capacidad para reunir a especialistas de distintas disciplinas, involucrar a instituciones públicas, universidades y organizaciones globales, y abrir la puerta a expertos de todos los países. Desde el Palau Macaya de la Fundación "la Caixa", Centro Internacional de Ciencias Humanas y Sociales auspiciado por la UNESCO, queremos proporcionar herramientas que fomenten la reflexión, permitan la planificación y la acción, y desarrollen iniciativas de sensibilización que lleguen a todos.

Es en esta línea que hoy presentamos el informe *¿Sobre quién recaen los costes? Cómo abordar las desigualdades del cambio climático y la acción climática* producido por el programa MOST (Gestión de las Transformaciones Sociales) de la UNESCO. Ofrece una evaluación exhaustiva de los efectos del cambio climático por países y dentro de cada país. Explica que el cambio climático nos afectará a todos, con grados de impacto e intensidad variables. Y que las poblaciones más vulnerables, los países en desarrollo, sufrirán efectos desproporcionados tanto en términos físicos como socioeconómicos. El informe examina en profundidad diferentes regiones y grupos, con ejemplos prácticos, y destaca la necesidad de una visión integral frente al cambio climático. Los fenómenos climáticos extremos, los desplazamientos forzados, las interrupciones económicas, la pérdida de patrimonio cultural y las desigualdades de género exacerbarán los desequilibrios y vulnerabilidades que ya existen hoy.

Una de las novedades más recientes es la introducción de métricas cuantitativas: índice de exposición al cambio climático, índice de vulnerabilidad social e índice de vulnerabilidad de los trabajadores a los impactos de la transición climática. Estas nuevas herramientas pueden ayudar a las instituciones públicas a definir sus políticas. El informe advierte sobre la necesidad de implementar programas que ofrezcan soluciones específicas, más allá de las ideologías partidistas, y alerta sobre el peligro de polarización en el debate sobre el cambio climático: documentar, evaluar, diseñar e implementar para asegurar un progreso justo y efectivo.

En nombre de la Fundación "la Caixa", desearía agradecer a la UNESCO la oportunidad de participar en esta iniciativa y destacar el trabajo de los especialistas que lo han hecho posible.



Josep M. Coronas
Director General de la
Fundación "la Caixa"

© la Caixa

Agradecimientos

Este informe fue posible gracias a la colaboración entre la UNESCO y la Fundación "la Caixa", en el marco del Programa de Gestión de las Transformaciones Sociales (MOST) del Sector de Ciencias Sociales y Humanas de la UNESCO. Se desarrolló bajo la supervisión de Gabriela Ramos, subdirectora general de Ciencias Sociales y Humanas de la UNESCO y bajo la responsabilidad de Gustavo Merino, director de Políticas Sociales.

Un agradecimiento especial al equipo de la UNESCO, compuesto por Mathilde Rodrigues, especialista en programas, quien supervisó la coordinación y desarrollo de esta publicación, así como Nathalia Mineo, Jewan Attallah y Andrea Garcia, por su firme apoyo durante todo el proceso de publicación.

La UNESCO agradece el apoyo y asesoramiento de Sergi Loughney, Josep Ollé Pous y Mònica Badia en la Fundación "la Caixa".

El equipo de autores fue liderado por Rodolfo Lacy, investigador asociado en el Centro de Coordinación de Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) e investigador asociado y miembro del Consejo Asesor de Biosphere 2 en la Universidad de Arizona, con contribuciones de Rodrigo Muñoz, investigador asociado en el Programa de Investigación sobre Cambio Climático (PINCC) en la UNAM; Leonardo Beltrán, investigador no residente en el Center on Global Energy Policy de la Universidad de Columbia; Adrian Duhalt, académico no residente en el Centro Texas-México de la Universidad Metodista del Sur, y Gerardo Mendiola, editor no residente en el Programa de Investigación sobre Cambio Climático (PINCC) en la UNAM. La UNESCO también agradece la orientación y el asesoramiento de Dimitra Xynou, experta en género y consejera en la Delegación Permanente de Grecia ante la OCDE, y Miguel Cárdenas Rodríguez, economista ambiental en la Dirección de Medio Ambiente de la OCDE.

Índice

Prólogo	ii
Agradecimientos	iv
Conclusiones	vi
Introducción	1
1. Aspectos distributivos del cambio climático	6
1.1. El cambio climático profundiza las vulnerabilidades sociales que exacerbarán las desigualdades existentes	10
1.2. El efecto amplificador del cambio climático en la desigualdad global	14
1.3. Los desplazamientos forzados, una consecuencia no reconocida del cambio climático	21
1.4. En busca de políticas climáticas justas y equitativas: la necesidad de enfoques de género multidimensionales	24
1.5. El cambio climático plantea una doble amenaza para los pueblos indígenas y sus ecosistemas	29
2. Impactos redistributivos de las políticas climáticas: equidad y oportunidad	34
2.1. Para una transición justa, se requieren mejorar los sistemas de protección social	41
2.2. Los efectos distributivos de la fijación de precios del carbono como posible impulsor de desigualdades	43
2.3. El acceso a la energía y los desafíos distributivos de las políticas climáticas	46
2.4. Efectos climáticos y sociales inesperados de las soluciones de energía limpia	47
2.5. La transición verde y sus implicaciones para el trabajo	49
2.6. ¿Quién posee las tecnologías y los minerales esenciales para un futuro neto cero?	54
2.7. Pros y contras de la inteligencia artificial en la transición climática	55
2.8. Creación de empleo y oportunidades para una transición justa	57
3. Conclusiones y recomendaciones políticas	64
Acrónimos y abreviaturas	71
Referencias	72
Anexo. Nota metodológica sobre el índice de exposición al cambio climático	79
Referencias del anexo	83



Conclusiones

El cambio climático está remodelando nuestras sociedades de manera desigual.

- El cambio climático está desencadenando globalmente procesos transformadores imprevistos y profundos en la economía y en la sociedad, pero estos cambios tienen lugar de forma desigual según las regiones, las comunidades y los sectores económicos.
- El **índice de exposición al cambio climático** y el **índice de vulnerabilidad social** que presentamos aquí revelan que más de 239 millones de personas en situación de pobreza extrema afrontarán dificultades climáticas desproporcionadas, soportando severas olas de calor de 12 semanas o más con temperaturas diarias superiores a los 35 °C de media. Por otra parte, para 2050 unos 2.500 millones de personas estarán expuestas al calor extremo, entre otras alteraciones climáticas, lo que aumentará significativamente los riesgos para la salud.
- Los desplazamientos causados por el clima van en aumento. Según la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) (2024), **unos 80 millones de personas se han visto forzadas a desplazarse** y viven actualmente en áreas altamente expuestas a peligros relacionados con el clima. Aproximadamente **el 65% de las poblaciones desplazadas** también se enfrenta a riesgos relacionados con conflictos, lo que agrava su vulnerabilidad.
- Nuestras estimaciones para este informe indican que aproximadamente **1.400 millones de mujeres (o el 34% de la población femenina mundial)** se verán directamente afectadas por condiciones relacionadas con el clima **entre 2040 y 2060**.

Aunque bien intencionadas, las políticas climáticas a menudo pueden exacerbar las desigualdades existentes o generar nuevas desigualdades.

- Si no se plantean de manera inclusiva, las políticas de transición verde –como la fijación de precios del carbono, los sistemas de comercio de derechos de emisión (ETS) y los subsidios a las energías renovables– pueden exacerbar las desigualdades sociales.
- Los impuestos al carbono, en particular, pueden afectar en mayor medida a los hogares de menores ingresos, especialmente en aquellas regiones en las que las opciones de energía limpia asequible siguen siendo escasas.

- El acceso a la energía sigue siendo profundamente desigual: a medida que los mercados energéticos globales cambian, las poblaciones más vulnerables corren el riesgo de quedarse atrás, si no cuentan con un apoyo político específico.
- Los trabajadores en los sectores de manufactura, minería y energía son vulnerables a una transición hacia una producción más limpia, como indica el **índice de vulnerabilidad de los trabajadores al impacto de la transición climática**. 325 millones de trabajadores, entre los que se cuentan 108 millones de mujeres y 106 millones de personas mayores de 45 años, trabajan en sectores vulnerables a las transiciones climáticas.
- África sigue siendo **la región más vulnerable** al desplazamiento de trabajadores, seguida por América.¹

Si no se diseñan de manera inclusiva, las políticas climáticas pueden chocar con reacciones adversas y agravar la división social.

- La percepción de injusticia en las políticas climáticas alimenta el malestar social, lo que lleva a la resistencia en múltiples países, desde el movimiento de los «chalecos amarillos» en Francia hasta huelgas de trabajadores del carbón en Alemania y Polonia, protestas por los subsidios al combustible en Ecuador y Kenia o levantamientos de agricultores en India y los Países Bajos.
- La oposición pública ha permitido ralentizar o incluso revertir medidas climáticas en todo el mundo, especialmente cuando las transiciones energéticas tienen un impacto desproporcionado sobre los grupos de menores ingresos.
- La pobreza energética y el aumento del coste de la vida derivado de las políticas de descarbonización están intensificando la polarización política, particularmente en aquellos lugares en donde las transiciones verdes no ofrecen alternativas viables para trabajadores y consumidores.

Debemos trabajar para diseñar y poner en práctica políticas climáticas compatibles con nuestro objetivo de crear un camino común hacia una transición justa e inclusiva.

- La financiación de las políticas climáticas debe aumentar drásticamente. Hacemos un llamamiento a los países desarrollados para que aumenten sus contribuciones a 1,3 billones de dólares anuales para 2035 con el objeto de apoyar la adaptación y la mitigación en los países en desarrollo.
- Invertir en sistemas de protección social es esencial para proteger a los trabajadores y comunidades vulnerables contra los impactos económicos derivados de la implementación de las políticas climáticas.
- Aplicar programas de reciclaje profesional para asegurar que los trabajadores afectados por la eliminación gradual de las industrias que producen altas emisiones no se queden atrás en la transición climática.
- Integrar mecanismos de redistribución –como subsidios, devolución de impuestos y reinversión de los ingresos por carbono hacia las comunidades vulnerables– en las políticas climáticas para hacerlas más equitativas.
- Apoyar iniciativas de transferencia de tecnología a gran escala a través de acuerdos de cooperación y asociaciones público-privadas, para asegurar que los países en desarrollo se beneficien del crecimiento de la energía limpia y mejoren el potencial de su fuerza laboral mediante el acceso a tecnologías de energía limpia y apoyo financiero.

Para una transición climática justa, la prioridad política es poner a las comunidades vulnerables en primer lugar.

- **Alcanzar los ODS:** asegurar el crecimiento económico, la inclusión social y la protección ambiental, prestando una especial atención a la vulnerabilidad en la financiación climática.
- **Priorizar la adaptación y la resiliencia:** fortalecer los sistemas financieros, tecnológicos y de protección social para abordar los riesgos climáticos.
- **Abordar los impactos distributivos:** implementar medidas compensatorias para las poblaciones vulnerables para contrarrestar las desigualdades socioeconómicas.
- **Acelerar el despliegue generalizado de tecnologías limpias y de cero emisiones:** desbloquear el papel crucial de la transferencia de tecnología.
- **Salvaguardar el patrimonio cultural y natural:** un llamamiento a la acción, y a reconocer el cambio climático como una amenaza directa para la preservación histórica y natural.

¹ En este informe, el término *América* abarca tanto a América del Norte como a América del Sur. A pesar de las significativas disparidades socioeconómicas entre los países, como el contraste entre Canadá y Estados Unidos, por una parte, y América Latina y el Caribe, por otra, ambas regiones enfrentan riesgos climáticos comunes, incluidos incendios forestales, calor extremo y huracanes. Si bien estas diferencias moldean sus respectivas capacidades de adaptación, las vulnerabilidades compartidas subrayan la necesidad de estrategias regionales coordinadas para mejorar la resiliencia y la acción climática.



Introducción

El cambio climático está desencadenando procesos transformadores imprevistos a escala global en la economía y la sociedad. En algunos países, los fenómenos climáticos extremos impulsan migraciones humanas, generan crisis humanitarias y requieren un rápido esfuerzo de adaptación para sostener las actividades productivas y la habitabilidad urbana. Al avanzar hacia economías bajas en carbono y de emisiones netas cero, los individuos están cada vez más involucrados, consciente o inadvertidamente, en una amplia gama de transiciones climáticas. Estas transformaciones graduales abarcan la adopción creciente de energías renovables en la oferta y la demanda, ajustes en los métodos de producción influenciados por patrones climáticos cambiantes, la electrificación generalizada de las máquinas, el transporte y los electrodomésticos, la automatización de los procesos industriales, cambios significativos en los mercados de trabajo y los hábitos de consumo, así como reformas en las estructuras políticas, económicas y sociales.

Si bien es innegable que el Acuerdo de París (2015) funciona –se abordan desafíos emergentes y se está ampliando su alcance–, no logra los resultados necesarios al ritmo y escala requeridos para evitar conflictos sociales, interrupciones económicas y crisis humanitarias. Las concentraciones atmosféricas de todos los gases de efecto invernadero continúan en aumento, superando incluso las tasas observadas antes del Acuerdo de París (NOAA, 2024). Este aumento se atribuye principalmente a la actividad humana (IPCC, 2023), especialmente las emisiones de combustibles fósiles, que no solo no han disminuido, sino que se han incrementado durante el período posterior a la pandemia de covid-19 (IEA, 2024a).

Las desigualdades de carbono surgen de las disparidades sustanciales entre naciones y las marcadas diferencias entre ricos y pobres dentro de cada país. Estudios recientes sugieren que estas desigualdades internas de carbono pueden ser incluso más pronunciadas que la división global entre países.

A pesar de que todos los individuos contribuyen a las emisiones de GEI, los niveles de intensidad y la magnitud son muy variables dentro de cada país y entre unos y otros. El 10% más rico de los individuos a escala mundial es responsable de casi la mitad de todas las emisiones globales de GEI (Oxfam, 2023), lo que pone de manifiesto disparidades significativas. Las desigualdades de carbono surgen de las disparidades sustanciales entre países y las marcadas diferencias entre ricos y pobres dentro de cada país. Estudios recientes sugieren que estas desigualdades internas de carbono pueden ser incluso más pronunciadas que la división global entre naciones. Los hogares de bajos ingresos a menudo están expuestos en mayor medida a riesgos climáticos y peligros ambientales, pero contribuyen mucho menos a las emisiones totales (IPCC, 2018 y 2022a). Esta dinámica exacerba las vulnerabilidades sociales y económicas, por lo que se hace necesaria una acción climática equitativa que aborde las disparidades globales y domésticas (Chancel L. et al., 2023).

Tras la adopción del Acuerdo de París, la UNESCO enfatizó que el cambio climático no solo socava la sostenibilidad de los ecosistemas de la Tierra y los servicios vitales que proporcionan, sino que también plantea riesgos profundos para el bienestar humano a escala mundial. Estos riesgos se extienden a los medios de vida de las personas, las comunidades locales y los individuos, y afectan de



forma desproporcionada a las poblaciones pobres y vulnerables. Los impactos de gran alcance del cambio climático, incluyendo el aumento de las temperaturas, el cambio de los patrones climáticos y la pérdida de biodiversidad, crean efectos en cascada que amenazan la seguridad alimentaria, la disponibilidad de agua y la salud pública. La UNESCO ha destacado que muchas de estas consecuencias podrían ser irreversibles si no se abordan con urgencia, lo que desestabilizaría aún más tanto los sistemas naturales como las sociedades humanas. En este contexto, la acción climática ética resulta primordial, particularmente para asegurar respuestas equitativas y sostenibles para mitigar y adaptarse a los desafíos relacionados con el clima (UNESCO, 2024).

Como todas las políticas, las políticas climáticas inevitablemente generan ganadores y perdedores, incluso dentro del mismo grupo social. Sin embargo, las poblaciones vulnerables y marginadas, como los individuos de bajos ingresos, las mujeres y los pueblos indígenas, se ven afectadas en mayor medida por los impactos del cambio climático, ya que estos a menudo contribuyen a intensificar las desigualdades regionales preexistentes. Por otra parte, las políticas climáticas, tanto si ya están en vigor como si están aún por promulgar, tienden a imponer una carga desigual a estos grupos (por ejemplo, impuestos al carbono con efectos distributivos regresivos), con lo que se corre el riesgo de agravar las disparidades existentes o crear otras nuevas.

Las comunidades vulnerables que viven en la línea de pobreza o cerca de ella, que ya están expuestas a riesgos climáticos inminentes y en aumento, deben hacer frente a una amenaza elevada de declive socioeconómico y físico. Esta vulnerabilidad surge de los impactos agregados del calentamiento global, fenómenos climáticos extremos impredecibles y políticas de cambio climático que a menudo están diseñadas para economías funcionales,

estables y democráticas. Dichas políticas con frecuencia pasan por alto los desafíos únicos que afectan a los grupos marginados y a las naciones frágiles, siempre más vulnerables. La **figura 1.1** ilustra estas dinámicas, contrastando las condiciones que pueden empoderar y reforzar a las comunidades más vulnerables (sección superior) con aquellas que, cuando se acumulan, podrían empujar a sectores significativos de la población a la pobreza extrema (sección inferior). Estos escenarios corren el riesgo de propagar crisis sociopolíticas similares a las recientemente presenciadas en regiones como el Medio Oriente, África subsahariana y América Latina.

Figura 1.1. Cargas y oportunidades del cambio climático en condiciones de vulnerabilidad



* Fondos de la CMNUCC y el Acuerdo de París (GEF, GCF, Adaptación y pérdidas y daños)
 ** Ingresos de compensaciones, pagos por servicios ambientales, derechos ambientales, entre otros.

Fuente: elaboración propia.

Para abordar estos desafíos, es crucial adoptar políticas sociales y económicas integradas que mitiguen las desigualdades (OECD, 2021a). De no hacerlo así, no solo persistirá la injusticia, sino que es probable que aumenten el malestar social y la resistencia a las políticas climáticas. Si se aprueban políticas deficientes, persistirán las desigualdades, aumentará la polarización y surgirán obstáculos que dificultarán hallar soluciones a la crisis climática.

Para atenuar los efectos indeseados de la transición climática –como la pérdida de empleos en las industrias de combustibles fósiles o el aumento del coste de la energía en las áreas rurales– se requieren políticas eficaces, coherentes y equitativas, particularmente en las esferas social y laboral. Sin embargo, las disparidades globales y regionales son tan profundas que amplios sectores de la población se ven mucho más afectados por el cambio climático que otros, cosa que afecta incluso a varias generaciones. Las desigualdades geográficas históricas en las emisiones de GEI y el aumento de las temperaturas ya están influyendo en aspectos esenciales como la esperanza de vida (Hadré et al., 2023), las tasas de mortalidad (OECD, 2024b, García-León et al., 2024), el aumento de los ingresos (Vogt et al., 2023), las expectativas del producto interior bruto (Burke et al., 2015) y la productividad laboral (Dasgupta S. et al., 2021), entre otros problemas acuciantes.

Para lograr estos objetivos, es esencial desarrollar herramientas analíticas avanzadas, como índices compuestos, que nos permitan visualizar y cuantificar con precisión la magnitud y la distribución de los efectos del cambio climático. Estas herramientas deben captar las disparidades geográficas, sectoriales y sociales de los impactos climáticos actuales y proyectados a mediados del siglo XXI, proporcionando así una información de primer orden para preparar las estrategias de adaptación y mitigación efectivas y equitativas a largo plazo.

Actualmente, 3.600 millones de personas residen en regiones altamente vulnerables a los impactos del cambio climático (IPCC, 2022a). Si bien estas regiones incluyen sobre todo áreas de ingresos medios y bajos, como grandes partes de África, Asia meridional, América Central y del Sur y el Ártico, los países desarrollados también son cada vez más susceptibles de sufrir crisis ambientales a corto plazo (Cabrita et al., 2021). Según el Instituto para la Economía y la Paz (IEP, 2020), si los patrones climáticos persisten sin esfuerzos adicionales de mitigación por parte de los países tecnológica y económicamente avanzados, se estima que 1.200 millones de personas en todo el mundo podrían tener que desplazarse para el año 2050.

Actualmente, 3.600 millones de personas residen en regiones que son altamente vulnerables a los impactos del cambio climático.

Para comprender bien los impactos del cambio climático, hay que hacerlo con una perspectiva de género. A nivel mundial, a medida que los conflictos impulsados por el clima se intensifican, las mujeres y las niñas afrontan mayores riesgos de violencia de género, incluida la violencia sexual en conflictos y durante las migraciones forzadas, nuevas formas de trata de personas, matrimonio infantil y otras formas de explotación (UN-Women, 2020). Las desigualdades de género, especialmente en los países pobres y en desarrollo, exacerban estos riesgos y contribuyen a mantener las disparidades en el acceso a la información, los medios de transporte y la movilidad (ITF, 2022), en el poder de toma de decisiones y el acceso a recursos y capacitación (UNEP, 2011).

Como ha destacado ONU Mujeres, el cambio climático actúa como un «multiplicador de amenazas» e intensifica las tensiones sociales, políticas y económicas en regiones frágiles y afectadas por conflictos (UN-Women, 2022). Los efectos y costes distributivos del cambio climático no son soportados de manera equitativa por todas las poblaciones, sino que afectan de forma desproporcionada a ciertos grupos en dimensiones a menudo pasadas por alto, como la edad, el género, la cultura y la religión. Estas disparidades destacan la necesidad de abordar el cambio climático con un enfoque centrado en sus distintos impactos sobre las poblaciones vulnerables. Las políticas y los planes de acción deben ser inclusivos, para considerar las diversas necesidades y realidades de todas las comunidades.

La perspectiva de género es de suma importancia para comprender los impactos del cambio climático.

Durante los desastres naturales, las mujeres son vulnerables en mayor medida a padecer lesiones y muertes, un fenómeno exacerbado por las desigualdades sistémicas (UN-Women, 2020). Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), las mujeres realizan en todo el mundo más del 75% del trabajo de cuidados no remunerados, lo que equivale a 3,2 veces la cantidad realizada por los hombres. Cuando ocurren desastres causados por el clima, esta carga se intensifica a medida que las mujeres asumen responsabilidades adicionales para ayudar en la recuperación y reconstrucción de sus hogares y comunidades (UNEP, 2024). Las secuelas de los fenómenos climáticos extremos vinculados al cambio climático aumentan estas vulnerabilidades, a la vez que obstaculizan su acceso a servicios esenciales de alivio y apoyo. Todo esto agrava las amenazas a sus medios de vida, bienestar y recuperación, perpetuando un ciclo de vulnerabilidad ante futuros desastres relacionados con el clima.

Los efectos distributivos de las políticas climáticas no solo son esenciales para obtener apoyo público, sino también para abordar preocupaciones de bienestar e igualdad, incluso en las regiones desarrolladas. Un estudio reciente

centrado en países europeos examinó la posible reforma de la directiva de impuestos energéticos de la Unión Europea y la implementación de sistemas de comercio de emisiones en los sectores de transporte por carretera y en los hogares (45 euros/tCO₂). El resultado fue que estas reformas, en ausencia de planes de reciclaje de los ingresos, tienen un efecto regresivo y reducen desproporcionadamente el bienestar de los hogares de menores ingresos: el 30% más pobre de los hogares es el más afectado (casi -1% de impacto en el bienestar) y el 10% más rico de los hogares es el menos afectado (Gore, 2022). La crisis del movimiento de los «chalecos amarillos» en Francia demostró drásticamente el fracaso de las políticas climáticas (Levain et al., 2022). Es necesario que las políticas para avanzar en los objetivos climáticos sean justas y equitativas, a la vez que mitiguen los impactos adversos y la violencia sobre las poblaciones vulnerables.

Los impactos distributivos de las políticas climáticas son cruciales para obtener apoyo público y gestionar mejor el bienestar y la desigualdad, incluso en las regiones desarrolladas. Las políticas para alcanzar los objetivos climáticos deben ser justas y equitativas, para mitigar los efectos adversos y la violencia sobre las poblaciones vulnerables.

Comprender y medir el impacto distributivo del cambio climático es esencial para equilibrar los objetivos de promover un crecimiento verde equitativo y mejorar la resiliencia al cambio climático. Esta tarea es particularmente urgente para las comunidades y naciones vulnerables que ya hacen frente a las devastadoras consecuencias de los fenómenos climáticos graves. Sin embargo, este desafío presenta múltiples facetas y para abordarlo se requiere una integración proactiva en el tejido de las políticas climáticas globales y nacionales, asegurando que nadie se quede atrás en nuestra búsqueda de un mundo sostenible y justo.





1

Aspectos
distributivos
del cambio
climático

La distribución desigual y diferenciada de los impactos del cambio climático en distintos sectores y regiones es una característica definitoria de esta crisis global. A medida que las temperaturas globales aumentan y la intensidad y la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos se incrementan, sus efectos están intensificando las desigualdades ya existentes y ampliando las brechas económicas y tecnológicas, tanto entre países como dentro de ellos.

La temperatura media del planeta ya ha aumentado en 1,1 °C, avanzándonos a alcanzar el umbral crítico de 1,5 °C antes de lo anticipado (IPCC, 2022 y 2023). En la 29.ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP29) en Bakú, Azerbaiyán, el presidente del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) enfatizó las apuestas más apremiantes y afirmó: «El dióxido de carbono se acumula en la atmósfera; cada tonelada de más contribuye al calentamiento global. Si continuamos con las políticas actualmente en marcha, es probable que, para 2030, el límite de 1,5 °C de calentamiento esté ya fuera de nuestro alcance y no podamos recuperar el terreno perdido. Incluso aunque más allá de 2030 se cumplan las reducciones de emisiones más ambiciosas, será muy difícil, si no imposible, recuperar el terreno perdido». Sus comentarios subrayan la necesidad urgente de una acción transformadora en esta misma década para evitar daños irreversibles y cumplir con los objetivos climáticos globales (IPCC, 2024).

Mientras que cada décima de un grado centígrado (°C) de aumento acarreará devastación y sufrimiento a millones de personas, el IPCC compiló estudios que destacan la magnitud desproporcionada de estos impactos por encima de 1,5 °C, reforzando así el objetivo establecido en el Acuerdo de París sobre el cambio climático (IPCC, 2022). La Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha puesto al día su pronóstico de cambio climático, indicando que existe un 80% de probabilidades de superar el aumento de 1,5 °C en los próximos tres años en comparación con los datos de referencia de 1850-1900 (WMO, 2024c). El Servicio de Cambio Climático Copernicus de la Unión Europea (C3S) informó que los últimos doce meses –particularmente del 22 al 23 de julio de 2024– marcaron los meses y días consecutivos más cálidos en la Tierra en la historia reciente, estableciendo un récord desde que comenzó la serie de datos ERA5² en 1940 (C3S, 2024). La OMM ha confirmado oficialmente que 2024 fue el año más cálido registrado, con una temperatura media global que supera 1,5 °C por encima del promedio preindustrial (1850-1900). Esta información se basa en datos exhaustivos de seis conjuntos de datos internacionales líderes (WMO, 2025).

Esta tendencia alarmante, impulsada por el impacto acumulativo de emisiones excesivas, se ha acelerado aún más en los últimos años debido a un fuerte aumento en las emisiones de GEI tras la pandemia de covid-19. Dicho aumento se ha visto agravado por un incremento en los subsidios e inversiones en combustibles fósiles, lo que socava los esfuerzos globales para transitar hacia sistemas energéticos sostenibles (IISD y OECD, 2024). Por otra parte, los compromisos internacionales establecidos en las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) carecen de la ambición para detener y potencialmente revertir las concentraciones peligrosamente altas de gases de efecto invernadero en la atmósfera (UNEP, 2023).

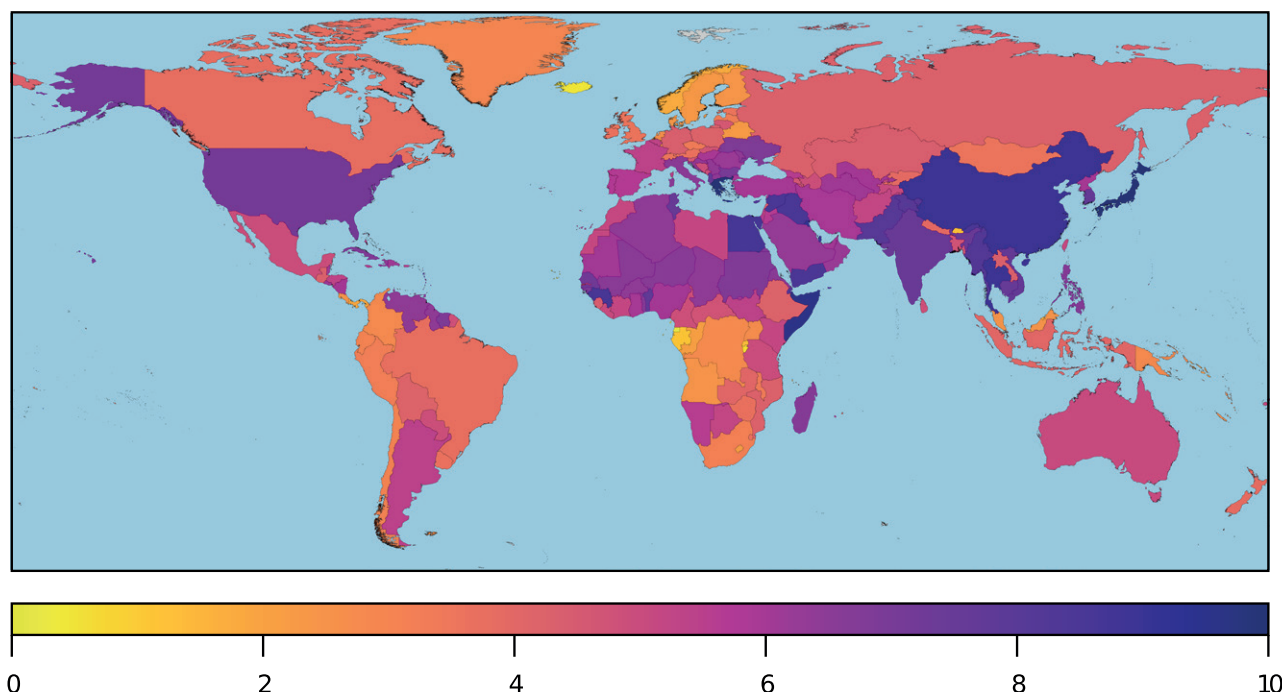
La desigualdad en la distribución geográfica y sectorial de los efectos del cambio climático en todo el planeta es una característica intrínseca de este fenómeno global. Sin embargo, la gravedad de su impacto en las distintas poblaciones no debe aceptarse como algo inevitable.

Este escenario sugiere que los cambios rápidos y generalizados en la atmósfera, el océano, la criosfera y la biosfera persistirán. Estos cambios seguirán afectando a los patrones climáticos globales, desembocarán en crisis climáticas más extremas, el aumento del nivel del mar y trastornos en los ecosistemas. Incluso con reducciones drásticas y sostenidas en las emisiones, el sistema planetario aún requeriría al menos dos décadas para estabilizarse y cesar el calentamiento (IPCC, 2023).

Dados estos futuros climáticos proyectados, los daños y pérdidas resultantes para la sociedad podrían ser inconmensurables y profundamente injustos. Se calcula que en 2030 alcanzarán los 580.000 millones de dólares, sin contar las consecuencias no económicas (HRC, 2024). Las poblaciones vulnerables, incluidos los pequeños países insulares, las comunidades indígenas, las regiones costeras y de baja altitud, los pobres urbanos, las personas desplazadas, los asentamientos áridos y semiáridos, las personas con discapacidades y otros, particularmente en los países en desarrollo, probablemente deberán hacer frente a los peores efectos del cambio climático, a pesar de haber contribuido menos a las emisiones globales (IPCC, 2022a).

Esta alarmante tendencia de calentamiento global está impulsada principalmente por un aumento significativo en las emisiones de GEI tras la pandemia de covid-19, agravado por un incremento de los subsidios a los combustibles fósiles.

2 ERA5 es la quinta generación del reanálisis atmosférico del clima global del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo (ECMWF).

Figura 1.2. Índice de exposición al cambio climático, 2040-2060

Fuente: elaboración propia basada en datos de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), el Grupo del Banco Mundial, Neumann et al. (2015); véase el anexo. Las fronteras y los nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación por parte de las Naciones Unidas.

En este informe presentamos el **índice de exposición al cambio climático**, elaborado para estimar la exposición de la población a los riesgos del cambio climático a nivel nacional. El índice evalúa la exposición en cinco categorías de riesgo críticas: calor extremo, lluvias extremas, huracanes, sequías y aumento del nivel del mar. Una puntuación de 10 indica la máxima exposición posible a los riesgos climáticos. Para una explicación detallada de cómo se ha construido este índice, la metodología y las variables utilizadas, se recomienda a los lectores que consulten el anexo metodológico.

La **figura 1.2** muestra los resultados del **índice de exposición al cambio climático** por país, ilustrando la distribución espacial de la exposición a los riesgos climáticos bajo un escenario compuesto para 2040-2060 (véase el **recuadro 1.1** para detalles metodológicos). El mapa destaca aquellas regiones en las que se prevé que las condiciones climáticas se vuelvan cada vez más extremas. Al agregar la exposición en las cinco categorías de riesgo clave –calor extremo, lluvias extremas, huracanes, sequías y aumento del nivel del mar– proporciona un resumen visual integral de los posibles impactos climáticos. Esta representación subraya la intensidad y la distribución geográfica variables de estos riesgos, y ofrece una perspectiva clara sobre los niveles de vulnerabilidad que las poblaciones de todo el mundo pueden afrontar a medida que el cambio climático se acelere.

La mayoría de los países, incluso los que presentan mayor riesgo, según el índice, están expuestos tan solo a una o dos categorías de riesgo climático. Sin embargo, algunos de ellos, incluso aunque no estén entre los más expuestos, deberán enfrentarse a desafíos significativos para la adaptación, ya que estarán sujetos a una amplia variedad de fenómenos climáticos extremos. Australia, Colombia y Madagascar son los únicos países expuestos a las cinco categorías de riesgo climático. Por otra parte, otros cuatro países –Anguila, Baréin, Japón y Somalia– afrontan una vulnerabilidad significativa, puesto que están altamente expuestos a un mínimo de tres de estas amenazas climáticas.

Regionalmente, Asia es el continente más expuesto en general, particularmente vulnerable al aumento del nivel del mar y a las lluvias extremas, seguido de cerca por América. Sin embargo, América presenta una exposición más significativa a la sequía, África al calor extremo y Oceanía a los huracanes.

Este escenario sugiere que los cambios rápidos y generalizados en la atmósfera, el océano, la criosfera y la biosfera persistirán. Estos cambios continuarán afectando a los patrones climáticos globales, desembocarán en crisis climáticas más extremas, el aumento del nivel del mar y trastornos en los ecosistemas.

Recuadro 1.1. El índice de exposición al cambio climático

Este índice evalúa los peligros (cambios climáticos en un área determinada) y la exposición (la población en esa área). Utiliza el escenario inercial SSP2-4.5 del IPCC, que proyecta aproximadamente 2 °C de calentamiento para 2050 y 3 °C para 2100. Los impactos se evalúan para el período 2040-2060 en relación con 1995-2014. El índice comprende cinco categorías:

1. **Huracanes:** medidos a partir de un período de retorno de 100 años, con un umbral extremo de categoría 4 para determinar el número de habitantes afectados. Elaborado con datos del Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2015).
2. **Precipitación extrema:** evaluada por la máxima lluvia diaria promedio como porcentaje de la lluvia anual total, con un umbral del 10%. Elaborado con datos del Portal de Conocimiento sobre el Cambio Climático del Grupo del Banco Mundial (WBG, 2024a).
3. **Sequía:** evaluada utilizando el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) medio de 12 meses, con un umbral de -0,15 (WBG, 2024a).
4. **Temperaturas extremas:** medidas a partir del número promedio de días con temperaturas superiores a 35 °C, con un umbral de 12 semanas (WBG, 2024a).
5. **Aumento del nivel del mar:** considerado por la llanura aluvial costera con un período de retorno de 100 años, según Neumann et al. (2015).

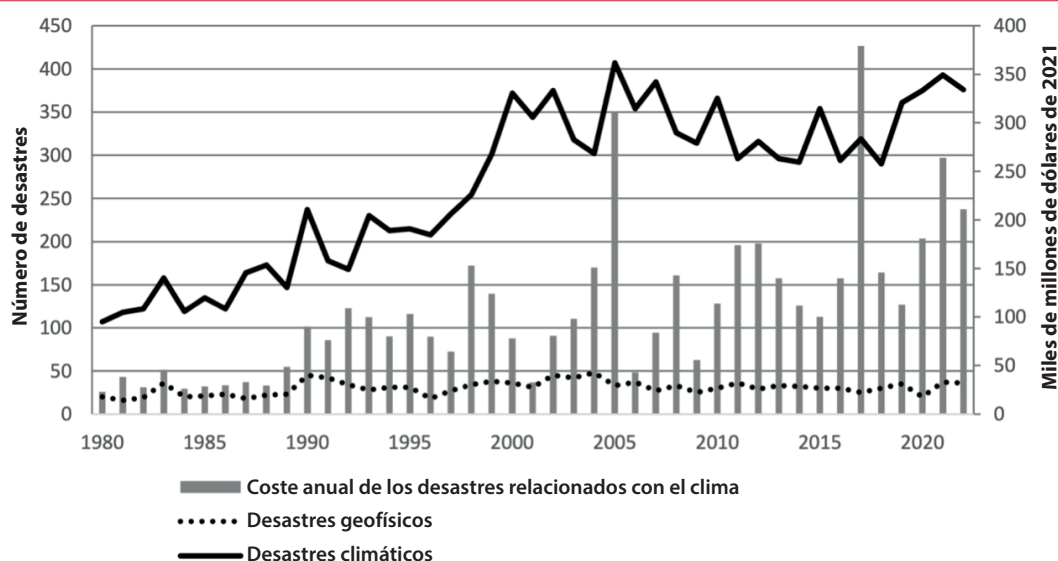
El índice se calcula determinando la diferencia entre las condiciones futuras y presentes para cada categoría, multiplicando el porcentaje de la población nacional en cada cuadrícula³ por la variable de categoría del índice, y sumando estos valores en cada país. Luego se calcula el percentil de rango. Se toma el promedio de las cinco categorías y el resultado se normaliza para que varíe de 0 (para el país menos expuesto) a 10 (para el país más expuesto).

Los pequeños Estados insulares en desarrollo (SIDS) se ven afectados en mayor medida por los riesgos climáticos y muestran una exposición superior a fenómenos como el aumento del nivel del mar, la sequía y los huracanes. De manera similar, los países menos desarrollados (PMD) presentan una exposición superior a los riesgos medios en general, con vulnerabilidades significativas al aumento del nivel del mar, el calor extremo y las precipitaciones torrenciales. Los países en desarrollo sin litoral (PDSL), por otra parte, están particularmente expuestos al calor extremo y las lluvias extremas. El índice de exposición al cambio climático subraya que tanto los países del norte como del sur global deberán hacer frente a desafíos significativos de adaptación debido a su exposición a una amplia gama de efectos climáticos. La medida en que los individuos de estos países se vean afectados por la crisis climática dependerá de su vulnerabilidad y de las disparidades entre grupos sociales. Como resultado, el cambio climático puede crear barreras para lograr una transición climática justa que no deje a nadie atrás.

El cambio climático no es meramente un desafío ambiental, sino un catalizador que puede agravar las desigualdades sociales y económicas existentes o bien servir como una oportunidad para regenerar riqueza e impulsar el progreso sostenible.

La complejidad de los impactos distributivos del cambio climático está profundamente influenciada por una serie de factores interconectados. La ubicación geográfica desempeña un papel crucial, ya que las regiones experimentan distintos grados de exposición a los riesgos relacionados con el clima. La salud de los ecosistemas es igualmente importante, ya que los entornos más degradados carecen de la resiliencia para amortiguar estas anomalías climáticas y ponen en mayor riesgo tanto a la biodiversidad como a las comunidades humanas. De manera similar, la resiliencia de los sistemas productivos –entre los que se incluyen la agricultura, la energía y las infraestructuras– indica hasta qué punto las sociedades podrán resistir y recuperarse de los choques climáticos en condiciones rurales o urbanas.³

3 La mayoría de los datos sobre el cambio climático están estructurados dentro de un sistema de cuadrícula global, donde cada celda representa un área geográfica específica con valores climáticos agregados. Por ejemplo, una resolución comúnmente utilizada es de 0,25° de latitud por 0,25° de longitud, lo que significa que cada recuadro contiene una temperatura media anual representativa (u otra variable climática) para ese espacio definido. Estas celdas de cuadrícula abarcan colectivamente de 0° a 360° de longitud y de -180° a 180° de latitud, con lo que se obtiene un mapa efectivo de las variables climáticas en todo el globo. Este enfoque estructurado permite el análisis de condiciones climáticas localizadas dentro de cualquier región mientras se mantiene la consistencia en las evaluaciones climáticas globales.

Gráfico 1.3. Evolución de los desastres climáticos en todo el mundo: número de desastres y costes anuales, 1980-2023

Fuente: IZA (2024), con datos del Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres de la Universidad Católica de Lovaina (www.emdat.be).

El desarrollo socioeconómico desempeña un papel de primer orden en la configuración de estos impactos, y las regiones menos desarrolladas luchan por movilizar los recursos necesarios para la adaptación y la mitigación al ritmo requerido por el cambio climático acelerado. Por otra parte, los factores humanos y culturales –como las estructuras de gobernanza, la cohesión social y los sistemas de conocimientos tradicionales– influyen en gran medida en la capacidad de una comunidad para adaptarse y responder a nuevos y a menudo impredecibles desafíos climáticos. Estos factores interactúan activamente entre sí, lo que agrava e intensifica sus efectos. Las poblaciones vulnerables, ya marginadas por circunstancias económicas, sociales o ambientales, soportan en mayor medida la carga de estos efectos climáticos, lo que amplía aún más la brecha entre los más y menos afectados. En este contexto, el cambio climático no es meramente un desafío ambiental, sino un catalizador que puede profundizar las desigualdades sociales y económicas o servir como una oportunidad para regenerar riqueza e impulsar el progreso sostenible.

1.1. El cambio climático profundiza las vulnerabilidades sociales que exacerbarán las desigualdades existentes

Basándonos en datos obtenidos de diversas ubicaciones, regiones y sectores, los primeros impactos del cambio climático global están afectando de forma desproporcionada a comunidades y países que han contribuido mínimamente a la crisis, pero que son muy vulnerables a sus efectos. Esta vulnerabilidad se ve aumentada por factores de estrés interseccionales, incluyendo la exposición geográfica, las desigualdades socioeconómicas y una limitada capacidad tecnológica para adaptarse o responder eficazmente. La creciente gravedad y frecuencia de las anomalías de temperatura,

las irregularidades de precipitación y, sobre todo, los fenómenos climáticos extremos no hacen sino empeorar estas situaciones.

Entre 1980 y 2022, una serie de desastres relacionados con el clima –sequías, incendios forestales, inundaciones, deslizamientos de tierra, huracanes, tormentas muy intensas y temperaturas extremas– se cobraron casi 1,6 millones de vidas y causaron más de 4,6 billones de dólares en daños económicos. En esta década, el coste económico global anual ha superado los 200.000 millones de dólares (véase el **gráfico 1.3**), a pesar de que algunos desastres son cada vez más difíciles de cuantificar completamente (véase el **recuadro 1.3** en la página 20 sobre las recientes inundaciones en Pakistán). Sin embargo, estas cifras no reflejan los impactos desproporcionados en los países y regiones más pobres, que carecen de servicios esenciales e infraestructuras resilientes. En estas áreas, las consecuencias de los desastres climáticos son a menudo mucho más graves, su recuperación es más prolongada, los retrocesos económicos más profundos y su vulnerabilidad a futuras sacudidas es, por tanto, mayor (IZA, 2024).

Para determinar con precisión qué poblaciones y regiones se verán afectadas por condiciones climáticas excepcionales y fenómenos meteorológicos extremos, es esencial mejorar la granularidad regional de las proyecciones climáticas. Aunque existen numerosas proyecciones sobre cómo la comunidad internacional avanzará hacia un futuro climático que se alinee con las ambiciones de todos los Estados y sus pueblos, este informe utilizará proyecciones del modelo de evaluación integrada MESSAGEix-GLOBIOM (IAM). El IAM es el modelo que se emplea oficialmente en el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) y también en los informes de evaluación del IPCC para desarrollar distintos escenarios climáticos.

El futuro climático de la Tierra y su impacto en las sociedades no son un hecho dado. Dependen del éxito que tenga el mundo a la hora de mitigar las emisiones, lo que puede conducir a futuros muy diferentes. Para estudiar estas posibilidades, el quinto Informe de Evaluación del IPCC ha establecido escenarios demográficos oficiales del futuro basados en narrativas plausibles; estas son las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP), destinadas a establecer comparaciones entre sí de los estudios sobre el cambio climático (IPCC, 2013).

Para las proyecciones del presente informe, hemos seleccionado el escenario climático SSP2-RCP4.5. La parte de la trayectoria socioeconómica compartida 2 (SSP2), conocida como el escenario del «camino del medio», imagina un mundo en el que las tendencias sociales, económicas y tecnológicas proseguirán a lo largo de líneas históricas sin desviaciones significativas. Esta tendencia se complementa con fines analíticos con una trayectoria de concentración representativa (RCP) que describe un escenario climático en que las emisiones globales de GEI conducen a un forzamiento radiativo de 4,5 vatios por metro cuadrado (W/m^2) para 2100 (RCP4.5), con un aumento medio proyectado de la temperatura global de 2 °C para 2050 y 2,6 °C al final del siglo (Fricko et al., 2017).

Bajo este escenario SSP2-RCP4.5, se anticipa que las emisiones globales de CO_2 seguirán aumentando hasta 2050, con un aumento proyectado del 7% desde 2020. Tras alcanzar su punto máximo en 2050, se espera un declive, con una disminución de las emisiones del 13% para 2070 (siempre respecto a 2020). A pesar de esta reducción general, hay algunos sectores específicos que no contribuirán a la disminución de las emisiones para 2050. En particular, solo se espera que los sectores residencial y comercial, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, así como el sector de transporte marítimo internacional, reduzcan sus emisiones para ese momento.

Se prevé que el sector energético, un contribuyente clave a las emisiones globales de CO_2 y central en el desafío del cambio climático, mantenga niveles de emisiones relativamente estables hasta 2050. En contraste, se espera que la industria de la aviación experimente un crecimiento sustancial en las emisiones, una tendencia al alza que proseguirá mucho más allá de 2050 y se extenderá hasta 2070.

Esto es evidente a partir de las proyecciones de inversiones y subsidios en este sector. Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), los subsidios globales a los combustibles fósiles se han más que duplicado en los últimos años y se proyecta que sigan aumentando, hasta alcanzar potencialmente unos 8 billones de dólares. Este crecimiento es particularmente significativo al considerar los subsidios implícitos vinculados al consumo de combustible en los mercados emergentes, donde los costes ambientales locales tienden a ser sustancialmente más altos (IMF, 2023). Esta cifra contrasta con los 1,3 billones

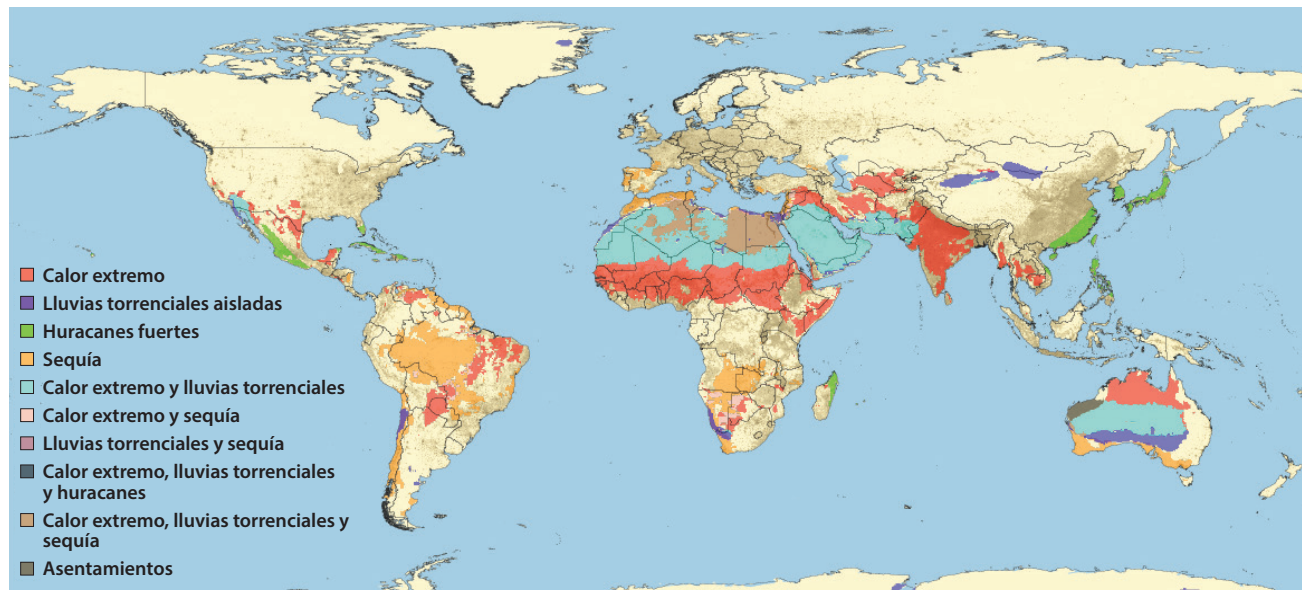
de dólares en financiación requeridos por los países en desarrollo para alinear sus trayectorias de emisiones hacia la neutralidad de carbono para 2035, como se prometió en la COP29. Esta necesidad se describe en el nuevo objetivo cuantificado colectivo sobre financiación climática (CMNUCC, 2024).

Los subsidios globales a los combustibles fósiles se han más que duplicado en los últimos años y se proyecta que sigan aumentando, hasta alcanzar potencialmente unos 8 billones de dólares.

A escala regional, se prevé que el África subsahariana experimente el aumento más significativo en las emisiones del sector industrial y los sectores residencial, comercial y otros para 2050. Por otro lado, se espera que el sur de Asia sea testigo del crecimiento general más significativo en las emisiones de CO_2 , impulsado principalmente por los sectores de la energía y el transporte. El transporte destaca como el único sector en el que se prevé que las emisiones aumenten en todas las regiones del mundo. El África subsahariana es la única región en la que se prevé que las emisiones aumenten en todos los sectores. En contraste, en China y otros países asiáticos de planificación centralizada, las previsiones apuntan a que el sector del transporte sea el único que experimente un crecimiento en las emisiones. Las regiones en las que se espera que las emisiones totales disminuyan de 2020 a 2050 incluyen China y otros países asiáticos, Europa Central y Oriental, la antigua Unión Soviética y los Estados del Pacífico de la OCDE.

Desde una perspectiva sectorial, se prevé que la producción agrícola prosiga su trayectoria de crecimiento hasta 2070, impulsada principalmente por un significativo aumento en los cultivos energéticos. Este aumento se atribuye en gran medida al cambio global hacia fuentes de energía renovable, particularmente la biomasa. A medida que aumenta la demanda de energía sostenible, se espera que los cultivos energéticos desempeñen un papel fundamental a la hora de satisfacer las necesidades energéticas globales.

Conjuntamente, se prevé que la capacidad de generación de energía eléctrica se duplique entre 2020 y 2050. Esta expansión vendrá acompañada de una caída sustancial en el empleo del carbón, que se espera que disminuya en un 73% debido a las políticas de reducción progresiva de las emisiones de carbono. En marcado contraste, se prevé que la energía solar experimente un crecimiento exponencial, multiplicándose su expansión por nueve para 2070, mientras que la energía eólica se cuadruplicará para 2050. A pesar de la disminución en el uso del carbón, su papel en la energía primaria permanecerá relativamente estable, con una ligera caída alrededor de 2050, seguida de un resurgimiento para 2070. Se espera que este resurgimiento sea impulsado por la adopción generalizada

Figura 1.4. Zonas afectadas por el clima extremo en 2040-2060

Fuente: elaboración propia basada en un escenario climático SSP2-4.5 (véase la figura 1.1 y el recuadro 1.1 para las fuentes y los aspectos metodológicos). Las fronteras y nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación ninguna por parte de las Naciones Unidas.

de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono, que tiene el potencial de revitalizar la industria de los combustibles fósiles, particularmente en aquellos países con reservas significativas. Mientras tanto, las previsiones del consumo de petróleo apuntan a un crecimiento modesto, que alcanzará su máximo alrededor de 2050, antes de disminuir gradualmente hacia 2070.

Se espera que las concentraciones de CO₂ aumenten, alcancen casi 500 partes por millón (ppm) para 2050 y dupliquen los niveles preindustriales para 2070. Todo esto subraya la necesidad urgente de adoptar estrategias efectivas de mitigación climática. Regionalmente, se prevé que América Latina y el Caribe sean testigos del crecimiento más significativo en cultivos energéticos y capacidad solar, posicionando a estas regiones como líderes en la transición hacia la energía renovable. El Medio Oriente y África dominarán en el crecimiento de la producción de cultivos no energéticos y ganado, así como en la expansión de la capacidad total de electricidad, incluyendo aumentos sustanciales tanto en energía eólica como en carbón. En contraste, se prevé que el consumo de petróleo presente las tasas de crecimiento más altas en los países asiáticos, con una disminución que ocurrirá solo en las economías en transición. Por otro lado, la producción de carbón experimentará una reducción drástica en todas las regiones, con una eliminación casi total en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la Unión Europea y las economías en transición. Sin embargo, la disminución en el uso del carbón será menos pronunciada en los países asiáticos, en los que sigue siendo una fuente de energía significativa.

Entre los diversos fenómenos extremos, el calor extremo plantea la mayor amenaza para las poblaciones humanas, con proyecciones que indican que casi 2.500 millones de personas se verán expuestas a temperaturas extremas en 2050.

En el escenario MESSAGEix-GLOBIOM SSP2-RCP4.5, como se ha comentado anteriormente, se prevé que las temperaturas globales aumenten en 2 °C para 2050, activando una reacción en cadena de fenómenos meteorológicos extremos que afectarán de forma desproporcionada a vastas regiones del planeta densamente pobladas, lo que amplificará sus efectos. Este escenario, ilustrado en la **figura 1.4** y detallado en la **tabla 1.1**, destaca los riesgos crecientes asociados con el calentamiento global continuo. El escenario anticipa una tendencia de calentamiento sostenido que superará los umbrales de temperatura establecidos por el Acuerdo de París (2015) y socavarán los esfuerzos globales para limitar el calentamiento muy por debajo de los 2 °C. Para 2070, se espera que las temperaturas globales alcancen +2,3 °C, y para 2100, podrían ascender aún más, hasta +2,6 °C (IIASA, 2024).

Asia es la región que mayor exposición poblacional presenta en casi todas las categorías de riesgos extremos relacionados con el clima, con la única excepción de la sequía, en que la región más vulnerable es África. Entre estas amenazas, el calor extremo representa el riesgo más significativo para las poblaciones humanas, con proyecciones que indican que casi 2.500 millones de personas podrían estar expuestas para 2050. Esta cifra alarmante resalta la

Tabla 1.1. Población afectada por fenómenos climáticos extremos en 2040-2060 (millones y porcentaje de la población)

Continentes o grupo de países	Aumento del nivel del mar		Sequía		Calor extremo		Lluvias extremas		Huracanes fuertes	
Asia	250,7	5%	65,7	1%	1.780,7	35%	220,5	4%	555,5	11%
Europa	32,3	4%	30,8	4%	0	0%	0,02	0%	0	0%
África	38,4	2%	251,0	13%	0,6	32%	95,5	5%	17,0	1%
Oceanía	1,5	3%	15,3	27%	0,4	1%	0,3	1%	0,5	1%
América	16,5	1%	83,5	7%	62,6	5%	7,9	1%	78,7	7%
SIDS	2,7	3%	8,2	10%	2,5	3%	0,1	0%	32,6	42%
PMD	33,4	2%	39,1	3%	388,1	25%	22,2	2%	3,0	0%
PDSL	0	0%	25,2	3%	222,0	28%	2,8	0%	0	0%
Mundo	339,4	4%	446,4	5%	2.473,9	27%	324,3	4%	652,0	7%

Fuente: elaboración propia; véase la figura 1.1 y el recuadro 1.1 para las fuentes.

urgencia crucial de tomar medidas firmes de adaptación para salvaguardar a las comunidades vulnerables de los efectos intensificadores del calentamiento global.

Los pequeños Estados insulares en desarrollo (SIDS) son particularmente vulnerables al aumento del nivel del mar y a los efectos devastadores de los huracanes intensos, que amenazan tanto vidas como medios de subsistencia. Con un área terrestre limitada y economías a menudo frágiles, estas regiones se enfrentan a riesgos desproporcionados de dichos fenómenos, riesgos que no son responsabilidad suya ni están bajo su control. Además, estos desafíos obstaculizan su capacidad para implementar medidas de adaptación planificadas, ya que exacerban las vulnerabilidades económicas existentes y profundizan aún más la marginación. Para abordar los retos climáticos que enfrentan los SIDS, es crucial comprender, medir y gestionar estos problemas a través del marco de «pérdidas y daños» establecido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París (2015). La habitabilidad de estas naciones está cada vez más amenazada debido a factores como la pérdida de tierras, la escasez de agua y el blanqueo extenso del coral que lleva al colapso de la biodiversidad de los arrecifes.

Según la OMM, los SIDS han sufrido pérdidas económicas relacionadas con el clima que superan diez veces su PIB entre 1970 y 2021. Esto es particularmente alarmante, dado que más del 40% de los SIDS experimentan niveles de deuda insostenibles o se acercan a ellos. Además de esta tensión económica, se estima que las pérdidas y daños proyectados para 2050 alcanzarán los 56.000 millones de dólares según el escenario SSP2-RCP4.5 (UNDP y CAMÕES, 2024).

En contraste, los países menos desarrollados (PMD) y los países en desarrollo sin litoral (PDSL) son los más gravemente afectados por el calor extremo, con lo que se exacerban los desafíos existentes relacionados

con la pobreza, la seguridad alimentaria y el acceso al agua. La exposición significativa de estas regiones a los extremos climáticos resalta la necesidad urgente de apoyo internacional específico y estrategias de resiliencia climática adaptadas a sus vulnerabilidades específicas.

En ciertas regiones del mundo el calor extremo planteará amenazas existenciales a la habitabilidad a largo plazo, frente a las cuales las sociedades se verán incapacitadas para implementar medidas de adaptación efectivas para todos. El resultado podrían ser pérdidas y daños graves, así como desplazamientos forzados a gran escala. Estos desafíos plantean preguntas candentes sobre la necesidad de un «retiro» o reubicación gestionada (véase el **recuadro 1.4** en la página 23) para las comunidades más afectadas, incluyendo las poblaciones vulnerables en campamentos de refugiados o de personas desplazadas internamente en áreas altamente expuestas (OCHA et al., 2022). En el escenario climático SSP2-RCP4.5, también se estima por otras fuentes que más de 2.100 millones de personas podrían ser desplazadas en todo el mundo debido al aumento de las temperaturas para 2070 (Chi et al., 2020).

Se calcula que muchos países del sur global afrontarán aumentos significativos en enfermedades y muertes vinculadas al aumento de las temperaturas (Carleton et al., 2022). Una revisión exhaustiva de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja destaca que los desastres climáticos extremos se han cobrado más de 410.000 vidas en la última década (IFRC, 2020). La gran mayoría de estas trágicas pérdidas ocurrieron en países de ingresos bajos y medio-bajos, principalmente en el sur global, donde las comunidades son más vulnerables a los extremos climáticos. La recuperación, cuando es posible, a menudo se prolonga debido a limitaciones financieras y tecnológicas, lo que exacerba aún más la fragilidad de la región y limita su resiliencia ante futuros impactos climáticos.

Al menos 2.410 millones de trabajadores, que representan el 71% de la fuerza laboral global, están regularmente expuestos a un calor excesivo, una condición exacerbada por el cambio climático y la insuficiencia de protecciones en el lugar de trabajo.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) destaca los crecientes costes económicos y humanos del estrés térmico, y prevé que las pérdidas económicas globales causadas por este problema se dispararán de aproximadamente 280.000 millones en 1995 a 2,4 billones de dólares para 2030 (ILO, 2019), una cifra realmente alarmante. Como en ocasiones anteriores, este aumento afecta en mayor medida a los países de ingresos más bajos, más vulnerables debido a sus limitados recursos para la adaptación y la mitigación (ILO, 2024). Además del coste económico, la OIT estima que al menos 2.410 millones de trabajadores, que representan el 71% de la fuerza laboral global, están regularmente expuestos a un calor excesivo, una condición exacerbada por el cambio climático y la insuficiencia de protecciones en el lugar de trabajo. Esta exposición generalizada contribuye a una estimación de 22,85 millones de lesiones relacionadas con el trabajo y 18.970 fallecimientos anuales (ILO, 2024a), lo que subraya la necesidad urgente de políticas laborales de adaptación, mejora de estándares de seguridad en el lugar de trabajo e inversiones globales en infraestructuras resilientes al clima.

Las previsiones de distintos organismos internacionales y para el presente informe subrayan la necesidad urgente de explorar diversos escenarios demográficos y climáticos para planificar efectivamente la adaptación y el desplazamiento a gran escala, con el objeto de asegurar que las poblaciones permanezcan dentro de nichos climáticos viables. Es crucial que las estrategias para abordar estos desafíos, ya sea a través de medidas de adaptación localizadas o la reubicación de grandes poblaciones a regiones con condiciones climáticas más sostenibles, se diseñen y pongan en práctica de manera humana, equitativa e inclusiva.

Tales esfuerzos deben centrarse en minimizar las interrupciones socioeconómicas a largo plazo, salvaguardar los derechos humanos y prevenir la degradación ambiental tanto en las áreas de origen como en los destinos. Lograr estos objetivos requiere enfoques integrados y con visión de futuro que no solo aborden las necesidades inmediatas, sino que también se alineen con los objetivos de desarrollo sostenible más amplios. Consolidar la resiliencia, fomentar la participación comunitaria y garantizar una asignación equitativa de recursos serán esenciales para garantizar que nadie se quede atrás en la transición a un entorno climático en rápida evolución.



1.2. El efecto amplificador del cambio climático en la desigualdad global

Múltiples comunidades, socioeconómicamente vulnerables y carentes de la infraestructura necesaria para enfrentar fenómenos hidrometeorológicos extremos y cambios climáticos graduales, se hallan inadvertidamente ante una nueva normalidad climática. Estas comunidades no están bien equipadas para adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes y carecen de apoyo y recursos adecuados. Como resultado, su futuro está en entredicho por acontecimientos climáticos impredecibles y potencialmente devastadores. Abordar estas vulnerabilidades es crucial para asegurar que estas comunidades sean resilientes y puedan asegurar un futuro más estable y sostenible.

Múltiples comunidades, socioeconómicamente vulnerables y carentes de la infraestructura necesaria para enfrentar impactos hidrometeorológicos extremos y cambios climáticos graduales, se hallan inadvertidamente ante una nueva normalidad climática. Abordar estas vulnerabilidades es crucial para asegurar que estas comunidades sean resilientes y puedan asegurar un futuro más estable y sostenible.

El IPCC ha identificado varios grupos que se enfrentan a disparidades significativas en el desarrollo tanto dentro de sus países como a nivel global, lo que los hace particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático debido a factores como su ubicación geográfica, condiciones socioeconómicas y étnicas, o mayor exposición a fenómenos climáticos extremos. Muchos de estos grupos residen en regiones rurales, áreas suburbanas desatendidas o barrios urbanos con infraestructura insuficiente, especialmente en sectores



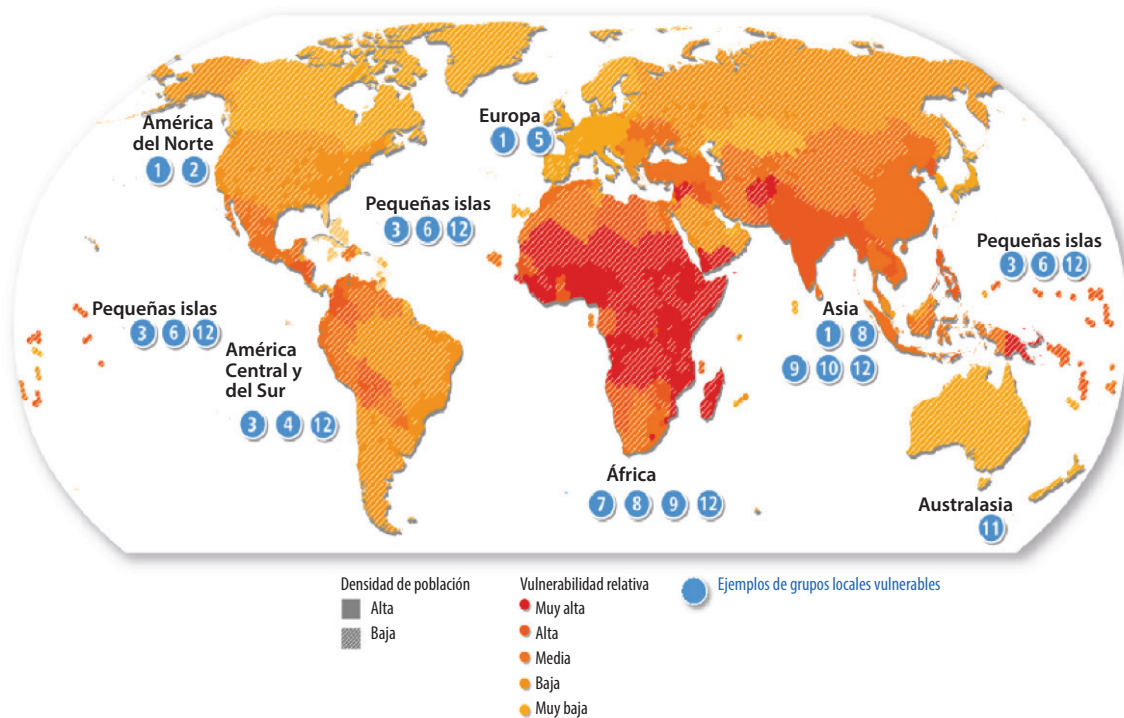
© HM/Shahidul Islam/Shutterstock.com*

críticos como el saneamiento y la salud; otros a menudo son marginados y más propensos a sufrir consecuencias graves a medida que el cambio climático avanza. La vulnerabilidad de estos grupos al cambio climático no solo aumenta su riesgo de verse obligados a adaptar sus estilos de vida, sino que también puede impulsarlos a migrar en busca de entornos más seguros. La siguiente lista, ilustrada geográficamente con casos críticos listados por el IPCC en la **figura 1.5**, ejemplifica la diversa gama de comunidades, grupos de personas y poblaciones que afrontan mayores riesgos:

- **Comunidades insulares** que se enfrentan a la doble amenaza de perder tanto sus hogares como su patrimonio cultural debido al aumento del nivel del mar (véase el **recuadro 1.4** en la página 23).
- **Migrantes, refugiados e individuos desplazados**, que son particularmente vulnerables debido a su estatus transitorio y acceso limitado a redes de seguridad social e internacional. A menudo se mueven dentro o desde regiones en las que el cambio climático exacerba los desafíos existentes, como la escasez de recursos y la inestabilidad política, lo que agrava aún más sus dificultades.
- **Pueblos indígenas**, cuyo modo de vida tradicional está amenazado por un entorno que cambia rápidamente. El cambio climático, la contaminación, la minería ilegal y la deforestación invaden sus tierras ancestrales, prácticas culturales y medios de vida, lo que socava su profunda conexión con la naturaleza y su capacidad para sostener sus comunidades.

- **Mujeres, personas no binarias o individuos LGBTQ+**, que a menudo soportan cargas desproporcionadas en regiones afectadas por el clima, exacerbadas por las desigualdades de género existentes y la marginación social. Estos grupos suelen ser más vulnerables a los impactos del cambio climático debido al acceso limitado a recursos, a los procesos de toma de decisiones y a sistemas de apoyo, con lo que se exacerban los desafíos que enfrentan.
- **Minorías étnicas urbanas**, que a menudo residen en áreas con infraestructuras deficientes, lo que las deja más expuestas a la inestabilidad económica y a condiciones climáticas extremas o a desastres naturales.
- Las **personas mayores**, especialmente aquellas con bajos ingresos y que experimentan aislamiento social, son particularmente vulnerables a los impactos en la salud que presentan las temperaturas extremas. El acceso limitado a sistemas de refrigeración, atención médica y redes de apoyo social agrava aún más su vulnerabilidad, poniéndolos en mayor riesgo durante olas de calor y fríos intensos.
- **Niños en áreas rurales de bajos ingresos**, que afrontan desafíos complejos debido al acceso limitado a la educación y a la atención médica, lo que intensifica los impactos del cambio climático en su crecimiento y desarrollo.
- **Poblaciones que viven en asentamientos informales**, donde la vivienda inadecuada y la falta de infraestructuras los dejan altamente expuestos a los riesgos climáticos.
- **Pequeños productores**, con escaso acceso a las tecnologías avanzadas, cuyos medios de vida están en peligro debido a que el cambio climático afecta los rendimientos de los cultivos (véase el **recuadro 2.4** en la página 53).

A través de nuestra exploración de datos y estudios sobre las condiciones climáticas y de riesgo que enfrentan los grupos vulnerables en todo el mundo, encontramos que la información sistemática, compilada globalmente, está disponible para muy pocos de ellos. Si bien existen estudios extensos para los primeros cuatro grupos –países insulares pequeños, migrantes, pueblos indígenas y género– y estos temas se abordan integralmente dentro de la CMNUCC y el Acuerdo de París (2015), los grupos restantes carecen de datos completos. Para estos, la información disponible es a menudo escasa, localizada y difícil de generalizar. Para salvar esta brecha, el presente informe propone desarrollar un índice de vulnerabilidad social basado en datos estadísticamente confiables (véase el **recuadro 1.2**), proporcionando un marco más sistemático y robusto para abordar este desafío creciente en la política climática.

Figura 1.5. Vulnerabilidad relativa al cambio climático y densidad de población

Fuente: IPCC, 2022. AR6, WGII. Ejemplos: 1. Pueblos indígenas del Ártico. 2. Minorías étnicas urbanas. 3. Pequeños productores de café. 4. Pueblos indígenas en el Amazonas. 5. Personas mayores. 6. Comunidades insulares. 7. Niños en áreas rurales de bajos ingresos. 8. Personas desplazadas por conflictos en regiones como el Próximo Oriente y el Sahel. 9. Mujeres, personas no binarias o individuos LGTB+. 10. Migrantes y refugiados. 11. Pueblos aborígenes e isleños del estrecho de Torres. 12. Poblaciones que viven en asentamientos informales. Las fronteras y los nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación por parte de las Naciones Unidas.

El **índice de vulnerabilidad social** que evalúa la vulnerabilidad a los impactos climáticos físicos futuros fue desarrollado para evaluar la vulnerabilidad general de los países, destacando las condiciones desiguales y diferenciales que configuran su susceptibilidad a los efectos del calentamiento global a nivel nacional. Estos impactos físicos se miden a través del **índice de exposición al cambio climático** presentado anteriormente en el informe. El índice mide la vulnerabilidad social a través de cinco categorías: riqueza, salud, género, ruralidad y dependencia de la edad. El IPCC define la vulnerabilidad como «la propensión o predisposición a ser afectado adversamente [...], incluyendo la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para salir adelante y adaptarse» (IPCC, 2022a). Es un concepto complejo en constante evolución y presenta distintos factores en individuos, comunidades y sociedades; algunos de los más relevantes son la riqueza, el estatus social, el género, la edad y la discapacidad (Otto et al., 2017).

Las dimensiones del índice de vulnerabilidad social a escala global y por países se interpretan como sigue:

- 1. Salud:** los impactos climáticos exacerban las condiciones de salud existentes y actúan como comorbilidades para otras enfermedades.
- 2. Riqueza:** las personas más acomodadas suelen poseer mayores recursos para recuperarse y adaptarse después de sufrir un impacto relacionado con el clima.

- 3. Género:** las mujeres soportan en mayor medida la carga de los impactos climáticos debido a las desigualdades sociales y económicas existentes.
- 4. Ruralidad:** las áreas rurales a menudo están desatendidas en materia de emergencias y servicios esenciales, lo que aumenta su vulnerabilidad.
- 5. Dependencia de la edad:** las personas más jóvenes y los mayores dependen más de sus cuidadores, cuyo bienestar afecta directamente su resiliencia.

Un valor de 10 en el índice de vulnerabilidad social indica que el país está entre los más vulnerables a los riesgos climáticos físicos que se prevé que ocurran entre 2040 y 2060 (véase el **recuadro 1.2** para las fuentes).

Los países más vulnerables a los impactos climáticos están mayoritariamente concentrados en África, con Chad, Sudán del Sur, Níger, la República Centroafricana y Somalia en los primeros lugares de la lista. Estos países son los que mayor riesgo presentan a nivel mundial y son también los más vulnerables entre los PMD y los PDSL. Aunque sí cuenta con litoral, Somalia se clasifica como uno de los más vulnerables debido a sus graves problemas socioeconómicos.



Los resultados del cálculo del **índice de vulnerabilidad social**, mostrados en la **figura 1.6**, revelan que Guinea-Bisáu, Comoras, Timor Oriental, Papúa Nueva Guinea y Vanuatu, parte de los pequeños Estados insulares en desarrollo (SIDS), se encuentran entre los países más vulnerables a escala mundial. Estas naciones enfrentan riesgos elevados derivados de su situación geográfica y económica, con una especial vulnerabilidad en áreas como la salud, la riqueza y la infraestructura rural.

Recuadro 1.2. Índice de vulnerabilidad social que evalúa la vulnerabilidad frente a los impactos climáticos físicos

Este índice evalúa la vulnerabilidad de los individuos frente a los fenómenos climáticos extremos incluidos en el índice de exposición al cambio climático. Consta de cinco categorías, cada una clasificada por un percentil:

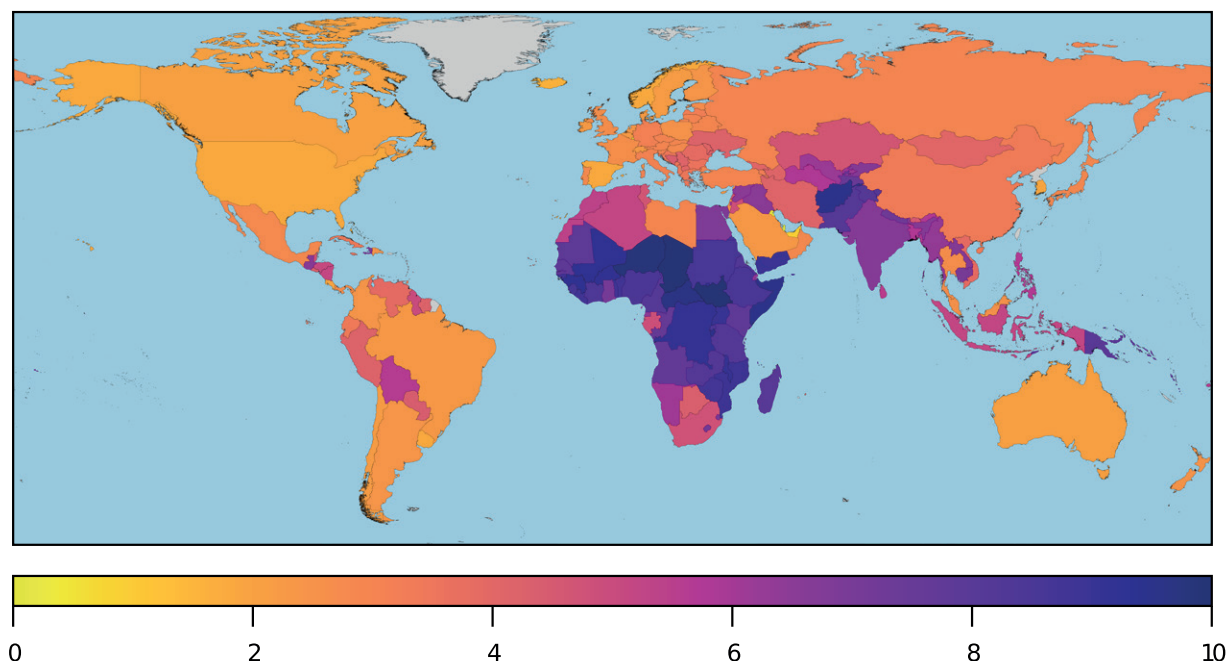
1. **Salud:** evaluada por la esperanza de vida al nacer (UNDP, 2024).
2. **Riqueza:** medida por el componente de riqueza del índice de desarrollo humano (IDH) (log RNB per cápita en términos de paridad de poder adquisitivo [PPA]) (UNDP, 2024).
3. **Género:** medido por el índice de desigualdad de género (IDG) (UNDP, 2024).
4. **Ruralidad:** porcentaje de población rural. Elaborado a partir de datos facilitados por el Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS) (UIS, 2024).
5. **Tasa de dependencia:** porcentaje de la población menor de 15 años o mayor de 65. Construido a partir de la base de datos de población del Grupo del Banco Mundial (WBG, 2024).

Las puntuaciones para estas cinco categorías se promedian y el resultado se normaliza para asignar un valor que varía de 0 (para el país menos vulnerable) a 10 (para el país más vulnerable).

A nivel regional, África es el continente más vulnerable en todas las categorías, seguido por Oceanía. Esta tendencia se mantiene para cada categoría de vulnerabilidad, siendo Oceanía el segundo más vulnerable en la mayoría de las categorías, excepto en la de género, en la que Asia ocupa el segundo lugar. La vulnerabilidad de los SIDS es particularmente pronunciada en salud, riqueza y ruralidad, mientras que los PMD y los PDSL muestran una vulnerabilidad mayor a la media en todas las categorías.

El mensaje que se desprende de la **figura 1.6** es claro: los PMD y los PDSL se ven afectados en mayor medida por el cambio climático, y su vulnerabilidad supera con creces los promedios globales. La superposición entre los PMD y los PDSL entre los países más vulnerables destaca los riesgos combinados que enfrentan las naciones con desventajas económicas y geográficas. Mientras tanto, los SIDS, aunque difieren en los riesgos específicos, también muestran una vulnerabilidad significativa, sobre todo en áreas cruciales para el bienestar humano y la estabilidad económica.

Por regiones, África es el continente más vulnerable en todas las categorías, seguido por Oceanía.

Figura 1.6. Índice de vulnerabilidad social que evalúa la vulnerabilidad a los impactos climáticos físicos, 2040-2060

Fuente: elaboración propia basada en datos del PNUD, UNESCO y el Grupo del Banco Mundial. Las fronteras y nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación alguna por parte de las Naciones Unidas.

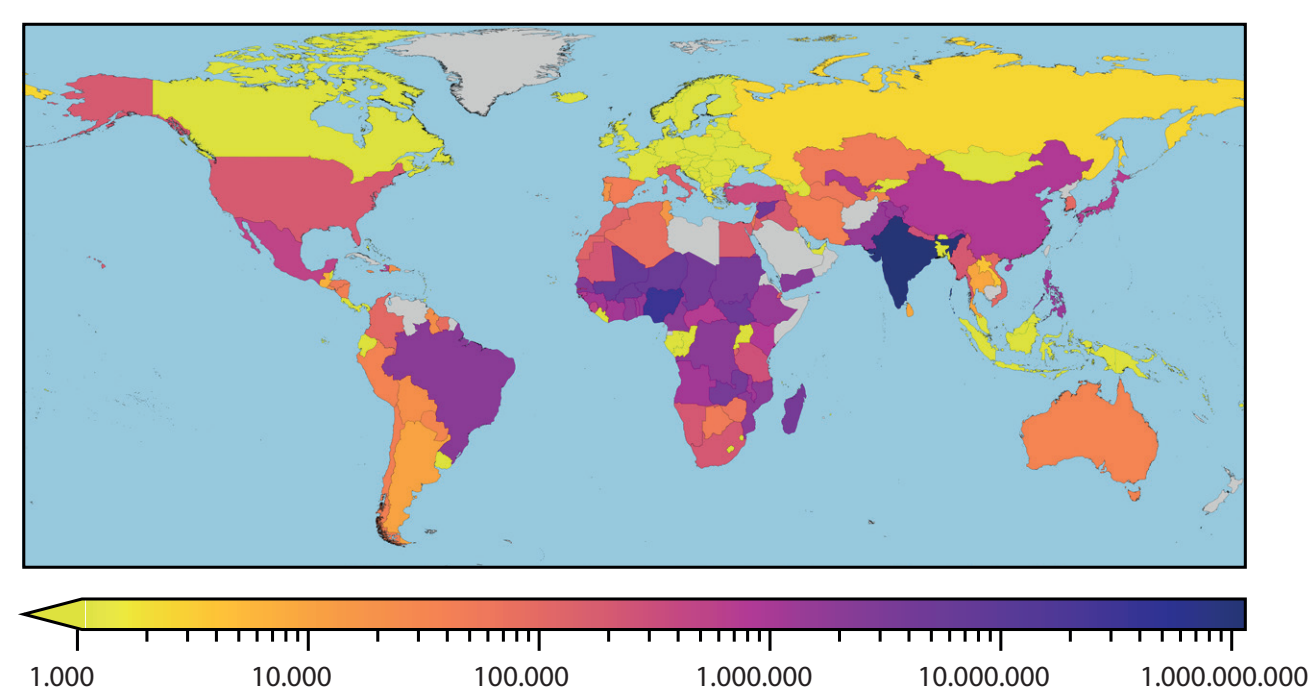
Sin embargo, mientras que la **figura 1.3** muestra que los países del centro y el sur de África están menos expuestos que aquellos ubicados a lo largo del Sáhara y el Sahel, la **figura 1.6** revela que casi todos ellos son altamente vulnerables y afrontarán cambios similares en su camino hacia la transición climática. Otra región igualmente cargada tanto por la exposición climática como por la vulnerabilidad social es el sur de Asia, especialmente India y Pakistán. El África subsahariana y el sur de Asia están entre las regiones más pobladas, rurales, de mayor crecimiento y más pobres del mundo, donde un gran número de niños se verá afectado y el cambio climático añadirá dificultades a este precario desarrollo.

El cambio climático está empeorando significativamente la situación de aquellos que ya viven en la pobreza extrema. Más de 239 millones de personas subsisten con menos de 1,90 dólares por día, según el Grupo del Banco Mundial, y se encuentran afectadas de forma desproporcionada por la creciente frecuencia y gravedad de las temperaturas extremas (véanse la **figura 1.7** y la **tabla 1.2**). Estas personas viven en regiones que están experimentando cada vez más períodos cálidos prolongados (de más de 12 semanas) de días con una temperatura media superior a 35 °C, según el análisis derivado del **índice de exposición al cambio climático** (véase la **figura 1.2**). Lluvias torrenciales, temperaturas en aumento, sequías prolongadas y poderosos huracanes están interrumpiendo los medios de vida, destruyendo hogares y exacerbando la escasez de alimentos y agua.

Más de 239 millones de personas subsisten con menos de 1,90 dólares por día, según el Grupo del Banco Mundial, y se ven afectadas de forma desproporcionada por la creciente frecuencia y gravedad de las temperaturas extremas.

El impacto es especialmente grave en regiones de Asia y África, donde residen dos tercios de esos 239 millones de personas. Ambas regiones se caracterizan por un desarrollo económico limitado e infraestructuras débiles, lo que dificulta responder con eficacia a los desastres naturales y prevenir futuras crisis climáticas. En estas áreas, la interacción de pobreza y cambio climático crea un círculo vicioso: la pobreza limita la capacidad de adaptarse al cambio climático y el cambio climático profundiza aún más la pobreza al devastar los escasos recursos disponibles para estas poblaciones vulnerables (IZA, 2024). Por ejemplo, en el estado de Andhra Pradesh en India, las sequías han causado un aumento significativo de la pobreza, lo que ha afectado a casi el 44% de la población durante un período de 25 años. De modo similar, en Perú, la ocurrencia de solo un desastre climático adicional por año se ha vinculado a un aumento del 16-23% en la tasa de pobreza (Hallegatte et al., 2020).

Figura 1.7. Población que vive en pobreza extrema y está expuesta al cambio climático, 2040-2060



Fuente: elaboración propia basada en los datos de la figura 1.1 y el recuadro 1.1. Las fronteras y nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación por parte de las Naciones Unidas.

Tabla 1.2. Población que vive en pobreza extrema afectada por distintos riesgos climáticos, 2040-2060 (millones y porcentaje de población)

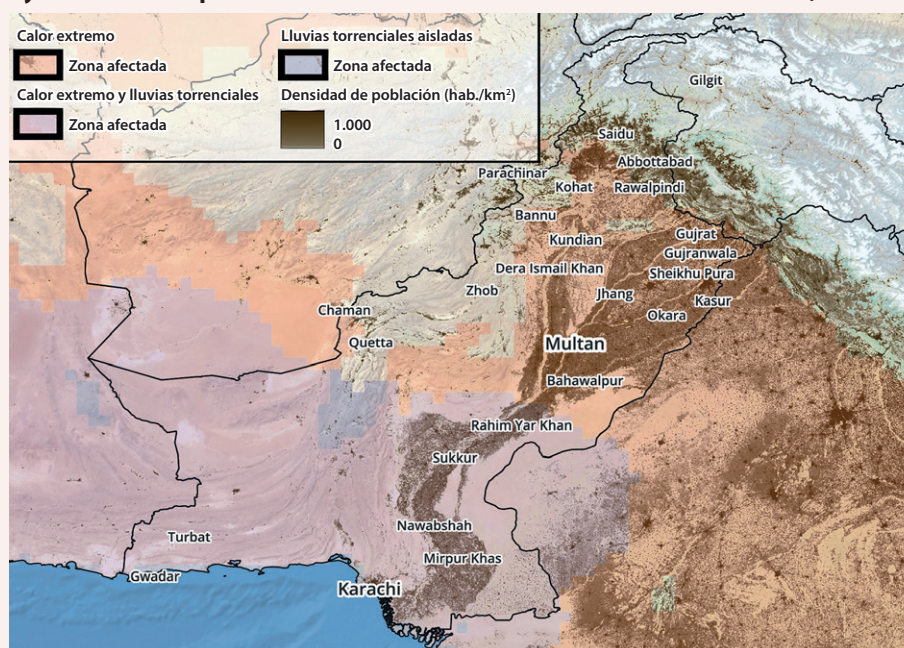
Continentes o grupo de países	Clima extremo		Lluvias extremas		Calor extremo		Sequía		Huracanes fuertes	
Asia	132,6	1,5%	3,2	0,05%	131,6	1%	5,3	0,4%	3,0	0,1%
Europa	0,2	0,01%	0,0	0%	0	0%	0,2	0,01%	0	0%
África	102,3	13%	2,8	0,03%	90,8	11%	13,2	1,5%	4,0	0,4%
Oceanía	0,03	0,01%	0	0%	0	0%	0,03	0,01%	0	0%
América	4,0	1%	0,04	0%	1,8	0,1%	1,5	0,7%	1,0	0,2%
SIDS	1,4	2,3%	0	0%	0,8	1,5%	0,3	0,6%	0,5	0,2%
PMD	56,9	14,3%	1,8	0,07%	47,6	12,5%	10,1	1,6%	0,5	0,1%
PDSL	37,5	10,8%	0,1	0%	32,4	9,3%	5,3	1,5%	0	0%
Mundo	239,1	4,1%	6,1	0,02%	224,3	3,3%	324,3	0,7%	652	0,2%

Fuente: elaboración propia; véanse las fuentes en la figura 1.1 y el recuadro 1.1.
SIDS: pequeños Estados insulares en desarrollo; PMD: países menos desarrollados; PDSL: países en desarrollo sin litoral.
Las cifras de la fila «mundo» son la suma de los valores de Asia, África, América, Europa y Oceanía.

Recuadro 1.3. Inundaciones en Pakistán: un desastre humanitario

El cambio climático ha intensificado las inundaciones al mismo tiempo que las olas de calor. Este es un reto significativo para la adaptación al cambio climático, ya que afecta a las personas de manera desigual según su nivel de riqueza o pobreza. En Pakistán, donde el 44% de la población está por debajo del umbral de pobreza, los impactos de las lluvias torrenciales de 2023 causaron una devastación sin precedentes. En octubre, un tercio de Pakistán se vio asolado por unas inundaciones nunca vistas, con una destrucción generalizada que afectó a 33 millones de los 234 millones de habitantes del país y forzó el desplazamiento de 8 millones de personas. Las víctimas, principalmente de las provincias de Baluchistán y Sind, vivían a orillas del río Indo. La provincia de Sind fue la más afectada, ya que concentró alrededor del 70% del total de daños y pérdidas. También hubo daños en las regiones del norte de Jaiber Pastunjuá y Punyab.

Proyección de la exposición de Pakistán a fenómenos climáticos extremos, 2040-2060



Fuente: elaboración propia basada en WorldPop (2018) y fuentes de la figura 1.1 y el recuadro 1.1. Las fronteras y nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican aceptación o respaldo oficial por parte de las Naciones Unidas.

Las personas afectadas por las inundaciones se encuentran en una situación de alta pobreza multidimensional y acceso mínimo a recursos para adaptarse y recuperarse. Pakistán contribuye con menos del 1% a las emisiones de CO₂ del mundo, pero se encuentra entre los cinco países más vulnerables al cambio climático. «Somos pobres. Nuestra casa ha sido destruida por las inundaciones», dijo Qari Saeed, reflejando el sentimiento de muchos en su aldea en Dera Ismail Khan, en el noroeste del país. Temen quedar atrapados en un ciclo de vulnerabilidad. Aunque algunos han podido reconstruir su hogar, muchos están preocupados por si se repiten las inundaciones y el agua lo arrasa nuevamente todo.

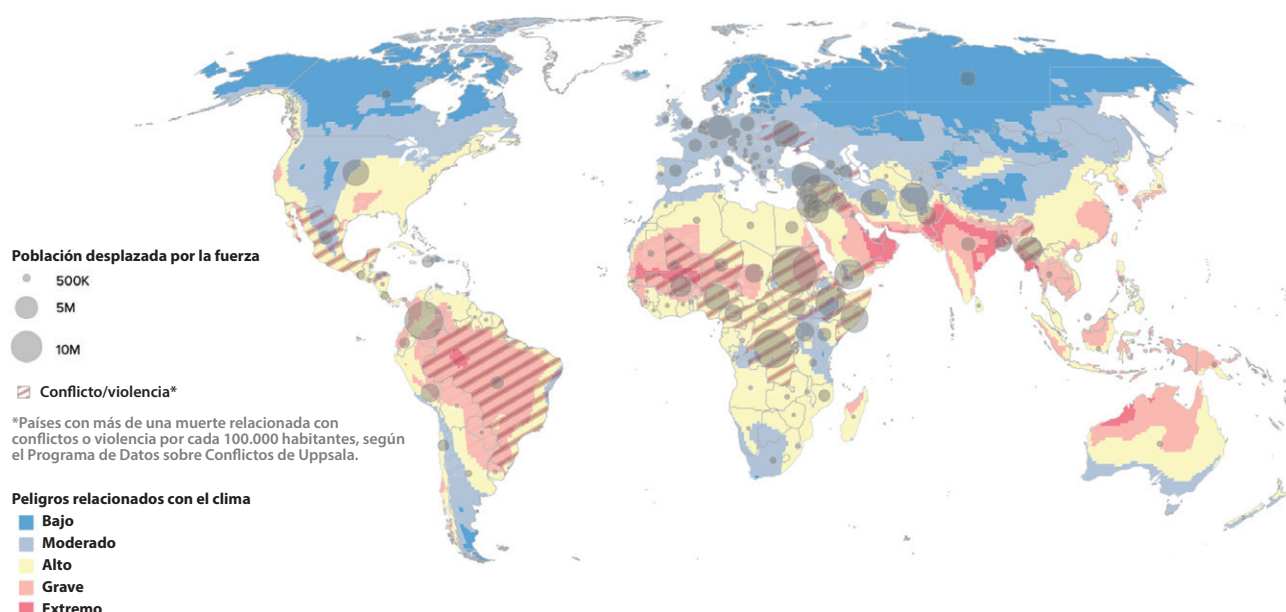
Desafortunadamente, la población de Pakistán no solo se ve afectada por las lluvias torrenciales. En junio de 2022 y 2023, debieron afrontar olas de calor con temperaturas máximas de casi 49 °C en las provincias occidentales de Baluchistán, Punyab y Jaiber. Las altas temperaturas también han contribuido a que se derritan los glaciares.

El aumento de las lluvias torrenciales y el calor extremo afecta a la población de formas distintas según su nivel de ingresos. En Pakistán, el impacto de estos fenómenos ha afectado más a las mujeres y hombres de bajos ingresos, con limitaciones evidentes para adaptarse debido a su nivel económico.

«Como padre de ocho hijos, es mi deber proveer para mi familia, pero me siento impotente ante estas inundaciones. Si el año que viene tenemos otra inundación, todo el arduo trabajo de reconstrucción habrá sido en vano»,

dice Ali Bux mientras observa cómo su tierra, antes fértil, se desmorona.
(Akbar, 2023).

Figura 1.8. Peligros relacionados con el clima, muertes relacionadas con los conflictos (2022) y población desplazada por la fuerza (2023)



Fuente: ACNUR, 2024a. Las fronteras y los nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación por parte de las Naciones Unidas.

1.3. Los desplazamientos forzados, una consecuencia no reconocida del cambio climático

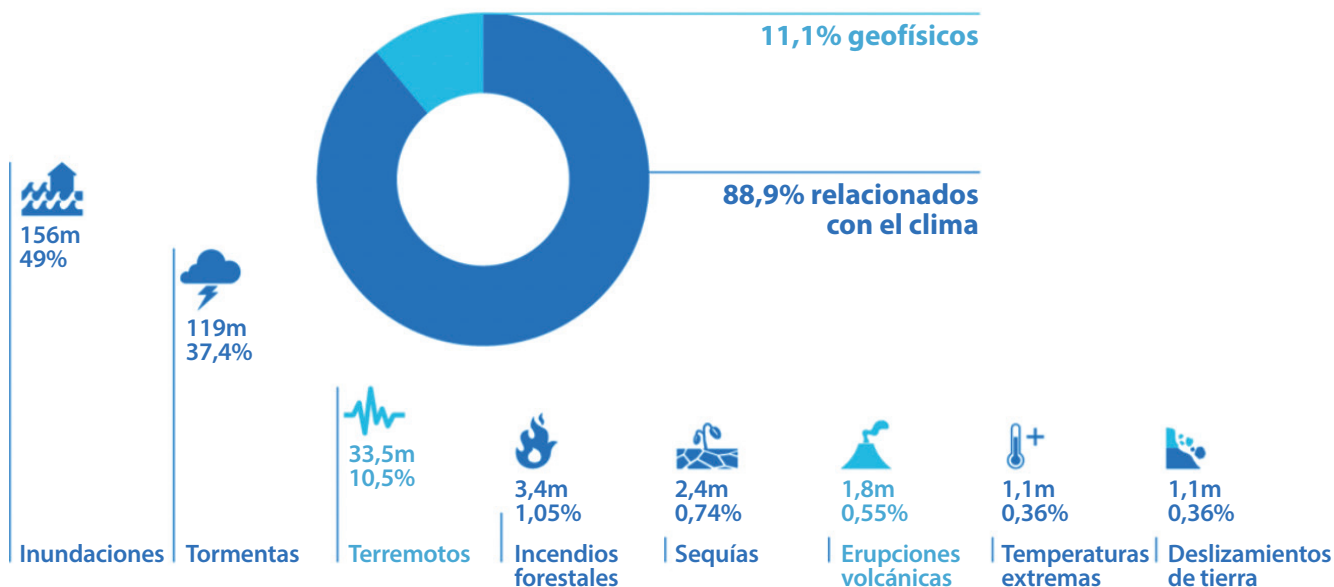
El cambio climático está poniendo cada vez más en peligro los medios de subsistencia, obligando a las personas a migrar a medida que aumentan los riesgos de su entorno inmediato, hasta convertirse en inhabitable. La creciente frecuencia y gravedad de los desastres relacionados con el clima –inundaciones, huracanes, sequías, aumento del nivel del mar– exacerban las vulnerabilidades, particularmente en las regiones frágiles. Como indica la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR), «los desplazamientos vinculados al cambio climático no son una hipótesis futura, son una realidad actual» (UNHCR, 2016). Hoy en día, una de cada 67 personas en todo el mundo está desplazada por la fuerza, lo que constituye una crisis global sin precedentes (UNHCR, 2024a). Si bien los conflictos siguen siendo el principal impulsor del desplazamiento transfronterizo, los impactos crecientes del cambio climático actúan como un significativo multiplicador de las amenazas. El aumento del nivel del mar, las sequías prolongadas, los fenómenos climáticos extremos y la escasez de recursos no solo ponen en peligro los medios de subsistencia, sino que también intensifican la competencia por unos recursos limitados, con lo que aumentan las tensiones dentro de las comunidades y entre ellas. Estas presiones pueden erosionar la cohesión social, desestabilizar regiones ya frágiles de por sí y amplificar el riesgo de conflictos. Abordar esta compleja interacción entre el cambio climático y los desplazamientos requiere

una acción global coordinada que integre la resiliencia climática, la prevención de conflictos y las estrategias de desarrollo sostenible (UNHCR, 2024a).

El cambio climático está poniendo cada vez más en peligro los medios de subsistencia, lo que obliga a las personas a migrar a medida que aumentan los riesgos de su entorno o incluso pasa a ser inhabitable.

En su último informe presentado en la COP29 en Bakú (UNHCR, 2024), ACNUR estima que, en la última década, casi 60.000 personas por día fueron desplazadas por la fuerza en todo el mundo debido a desastres relacionados con el clima (véase la **figura 1.8**). Resulta alarmante que aproximadamente el 65% de esas personas residían en áreas muy vulnerables a los riesgos relacionados con el clima, en países que seguían estando altamente expuestos a conflictos, lo que pone de manifiesto la compleja interacción entre los riesgos climáticos y la inseguridad (UNHCR, 2024). Se prevé que estas cifras aumenten a medida que los impactos climáticos se intensifiquen, causando un efecto desproporcionado a las comunidades marginadas y empobrecidas que están menos equipadas para adaptarse (véase el **recuadro 1.3** en la página 20).

El término «refugiado climático» fue introducido y desarrollado por primera vez por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1985, en el trabajo del investigador Essam El-Hinnawi. Definía a los

Figura 1.9. Crisis y desplazamientos causados por los desastres climáticos, 2008-2020

Fuente: IDCM, 2021.

refugiados ambientales como «aquellas personas que se han visto obligadas a abandonar su hábitat tradicional, temporal o permanentemente, debido a una alteración ambiental notable». Sin embargo, esta definición no es lo bastante clara para diferenciar el desplazamiento inducido por el cambio climático de otras formas de migración.

Esta ambigüedad ha llevado a críticas significativas, sobre todo en lo que respecta a la utilidad de la definición en el marco del derecho internacional. La amplitud de la definición no aclara en qué constituye un efecto del cambio climático. No especifica si la alteración debe ser repentina o gradual, si el desplazamiento debe ocurrir debido a condiciones inhabitables, o si la migración voluntaria en respuesta a condiciones climáticas cambiantes se engloba bajo esta categoría, incluso cuando las personas implicadas no estén en peligro inmediato. Además, se omiten aspectos importantes como si el desplazamiento es nacional o transfronterizo, por lo que es necesario formular una definición de validez jurídica internacional que se aplique a las poblaciones desplazadas.

Más allá de estas ambigüedades, es esencial considerar los conceptos erróneos generalizados sobre el cambio climático y su impacto en los desplazamientos. Estos conceptos erróneos exacerban la vulnerabilidad de las comunidades afectadas y obstaculizan las políticas y la eficacia de las respuestas. El Centro de Seguimiento de los Desplazamientos Internos (IDMC) destaca que, contrariamente a la creencia popular, la mayoría de los desplazamientos causados por los desastres climáticos se prolongan en el tiempo. Por otra parte, el papel del cambio climático como desencadenante

de dichos desastres a menudo se simplifica en exceso, lo que lleva a la creencia errónea de que todos los desastres relacionados con el clima son una consecuencia directa del cambio climático. Por ejemplo, como se ilustra en la **figura 1.9**, los desastres relacionados con el clima –como inundaciones, tormentas y sequías– constituyen el 88,9% de los riesgos que causan desplazamientos, particularmente durante períodos prolongados. En contraste, los desastres geofísicos, a menudo no directamente vinculados al cambio climático, representan solo el 11,1% de los desplazamientos. Estos matices son cruciales para comprender con mayor precisión los desplazamientos relacionados con el cambio climático y dar respuestas eficaces y específicas.

Según el derecho internacional, el término «refugiado climático» no está reconocido, por lo que estas personas carecen de reconocimiento legal en el marco jurídico global. En consecuencia, las comunidades desplazadas por el cambio climático se quedan sin las protecciones legales que normalmente salvaguardarían sus derechos humanos en otras situaciones. La Convención de 1951 sobre el Estatuto de los Refugiados define a un refugiado como «alguien que no puede o no quiere regresar a su país de origen debido a un temor bien fundado de ser perseguido por razones de raza, religión, nacionalidad, pertenencia a un grupo social particular u opinión política». Según esta definición, los desplazados por el cambio climático no quedan protegidos por la Convención, ya que los riesgos ambientales no constituyen persecución. Como resultado, los derechos humanos de estas comunidades están gravemente en peligro y su vulnerabilidad aumenta.

Los desastres relacionados con el clima, como inundaciones, tormentas y sequías, constituyen el 88,9% de los riesgos que causan desplazamientos, particularmente durante períodos prolongados.

Las consecuencias de los desplazamientos impulsados por el clima son de gran alcance (Ampudia S., 2024). Más allá de la pérdida inmediata de hogares y medios de subsistencia, las poblaciones desplazadas a menudo afrontan desafíos a largo plazo, tales como acceso limitado a recursos, servicios sociales y oportunidades en sus nuevas ubicaciones. El desplazamiento puede tensar la infraestructura urbana, generar conflictos sociales y exacerbar las desigualdades existentes. Además, la falta de marcos legales internacionales que se ocupen específicamente de los refugiados climáticos deja a muchos de estos individuos en una situación precaria, a menudo sin las protecciones otorgadas a los refugiados tradicionales.

Según el derecho internacional, el término «refugiado climático» no está reconocido.

Abordar esta encrucijada requiere una acción global urgente y coordinada, ya que las personas desplazadas por la fuerza quedan desamparadas. Los devastadores impactos del cambio climático no solo han destruido su tierra natal, sino que en los lugares potenciales de destino también están en peligro su seguridad y viabilidad (ACNUR, 2024a). Los esfuerzos de mitigación deben ir acompañados de estrategias adaptativas para reducir el riesgo de desplazamiento, incluyendo la inversión en infraestructuras resilientes, agricultura sostenible y preparación ante los desastres en las regiones vulnerables. Además, la comunidad internacional debe trabajar para reconocer y proteger los derechos de las personas desplazadas por el clima, asegurando que reciban el apoyo y los recursos necesarios para reconstruir sus vidas. A medida que el cambio climático prosiga su avance, debemos abordar las dimensiones ambientales y humanas de esta crisis global.

Recuadro 1.4. Los primeros procesos de migración interna de Fiji

Los efectos del cambio climático son evidentes para la mayoría de los fijianos. El aumento del nivel del mar continúa erosionando las costas e invadiendo las comunidades costeras. El ciclón tropical Winston, el peor en la historia de Fiji, en 2016 causó destrozos sin precedentes equivalentes a casi un tercio del producto interior bruto del país. Casi el 15% de la población perdió su hogar, 44 personas murieron y se extendió la inseguridad alimentaria.

En este contexto, las autoridades lanzaron una ambiciosa estrategia de reubicación adaptativa para trasladar a las comunidades más afectadas a lugares seguros. Si bien este no es el único caso de reubicación en el mundo, es el primero en tener una estrategia clara y explícita. Las Directrices de Reubicación Planificada (Ministry of Economy of the Republic of Fiji, 2018) son el primer paso en la estrategia para adaptar a Fiji a los desafíos climáticos, incluyendo la posibilidad de reubicación planificada como última opción. Lo novedoso del enfoque es que asume que el cambio climático no tiene el mismo impacto en toda la población, sino que afecta de manera diferente a hombres, mujeres y niños.

El segundo paso en esta estrategia son los procedimientos normalizados de trabajo para la reubicación planificada en la República de Fiji. Este instrumento, que se actualiza constantemente, establece una estructura y procesos detallados para garantizar el cumplimiento de los principios para la reubicación planificada definidos por el Gobierno y por las disposiciones de la sección 77 de la Ley de Cambio Climático de Fiji de 2021 relacionadas con la reubicación de las comunidades en riesgo.



«Creo que nuestra contribución a los efectos del cambio climático es como una gota en el océano.»

Alani Tuivucilevu, Red de Mujeres del Sector Pesquero de Fiji

Mientras avanzaba por el agua hasta las rodillas, señaló el tope de un poste apenas visible en el lecho marino.

«Esta era mi casa.»

Sailosi Ramatu, fijiano

«Los procedimientos son claros y proporcionan pautas para acoger distintas sensibilidades en cuanto a la propiedad, la participación equitativa en la toma de decisiones, el trauma comunitario debido a los impactos del desastre y la seguridad en su sentido más amplio.»

Vani Catanasiga, directora ejecutiva del Consejo de Servicios Sociales de Fiji

1.4. En busca de políticas climáticas justas y equitativas: la necesidad de enfoques de género multidimensionales

Abordar las cuestiones de género en las políticas climáticas requiere un enfoque multifacético más allá del mero reconocimiento del problema. Exige la recopilación y el análisis sistemáticos de datos desagregados por género para comprender plenamente los distintos impactos del cambio climático en mujeres, hombres y personas transgénero, para constatar la desproporción entre unos y otros. Estos datos son esenciales a la hora de elaborar políticas que respondan genuinamente a las necesidades de todas las identidades de género. Si las políticas incorporan desde el principio una perspectiva de género, respaldada por datos y análisis estadísticos, ayudarán a identificar mejor las diferencias de los impactos según la identidad de género. El último informe de síntesis de la Secretaría de Cambio Climático de las Naciones Unidas para la COP29 en Bakú destaca que el 85% de las partes han incorporado consideraciones de género en sus informes y comunicaciones recientes presentados a la CMNUCC; esto incluye referencias en sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), planes nacionales de adaptación (PNA) y estrategias de desarrollo a largo plazo de bajas emisiones de gases de efecto invernadero (LT-LEDS) (FCCC/CP/2024/5).

Para integrar efectivamente las consideraciones de género en la acción climática, es esencial establecer un marco legal claro y robusto basado en los objetivos de los ODS y los compromisos climáticos internacionales. Este marco debería aspirar a desafiar y transformar las normas de género tradicionales, particularmente en áreas como actividades económicas, toma de decisiones y liderazgo (UNEP et al., 2020). Debería exigirse la inclusión de perspectivas de género en todas las etapas del desarrollo de políticas climáticas, desde la planificación e implementación hasta el seguimiento y la evaluación. Esta base legal debe complementarse con políticas intersectoriales que promuevan la igualdad de género en áreas esenciales como el acceso a la energía, las prácticas agrícolas, la atención médica y la gestión del riesgo ante los desastres. Por ejemplo, políticas que apoyen el liderazgo de las mujeres en proyectos de energías renovables o que brinden apoyo específico a las agricultoras que se adaptan a las condiciones climáticas cambiantes son cruciales para lograr resultados equitativos en términos de género.

La interconexión entre género, cambio climático y seguridad es particularmente significativa y no puede pasarse por alto. Abordar desafíos como los desplazamientos forzados, la escasez de agua y los desastres naturales requiere la adopción de una perspectiva de género integral. Este enfoque es vital no solo para mitigar conflictos, sino también para promover la paz y garantizar la resiliencia y la estabilidad de las comunidades afectadas por los profundos impactos del estrés climático (UNEP et al., 2020).



© Damian Lugowski/Shutterstock.com*

Aproximadamente 1.400 millones de mujeres en grupos de edad vulnerables se verán afectadas por las condiciones climáticas y los fenómenos climáticos extremos entre 2040 y 2060.

Las mujeres en las regiones empobrecidas a menudo representan hasta el 70% de la población y desempeñan roles esenciales de liderazgo como jefas de hogar (UNESCO, 2022), particularmente en la ausencia de hombres que han migrado por razones económicas. Según la FAO, el estrés térmico intensifica las disparidades de ingresos entre los hogares encabezados por mujeres y los encabezados por hombres, lo que amplía la brecha en 37.000 millones de dólares anuales, a los que las inundaciones suman otros 16.000 millones cada año. Además, un aumento de 1 °C en las temperaturas medias a largo plazo se asocia con una disminución del 34% en los ingresos totales de los hogares encabezados por mujeres en comparación con los encabezados por hombres, cosa que destaca la vulnerabilidad económica acrecentada de las mujeres ante las crisis climáticas (FAO, 2024b). Estos desafíos se ven aún más exacerbados por los impactos de otros desastres naturales, la violencia y la migración forzada. Considerando todo esto, estimamos el número de mujeres en grupos de edad vulnerables que podrían verse afectadas por las realidades climáticas cambiantes previstas en la primera mitad de este siglo, enfatizando la necesidad de intervenciones específicas para abordar estos riesgos compuestos.

Tabla 1.3. Población femenina afectada por el clima extremo, 2040-2060

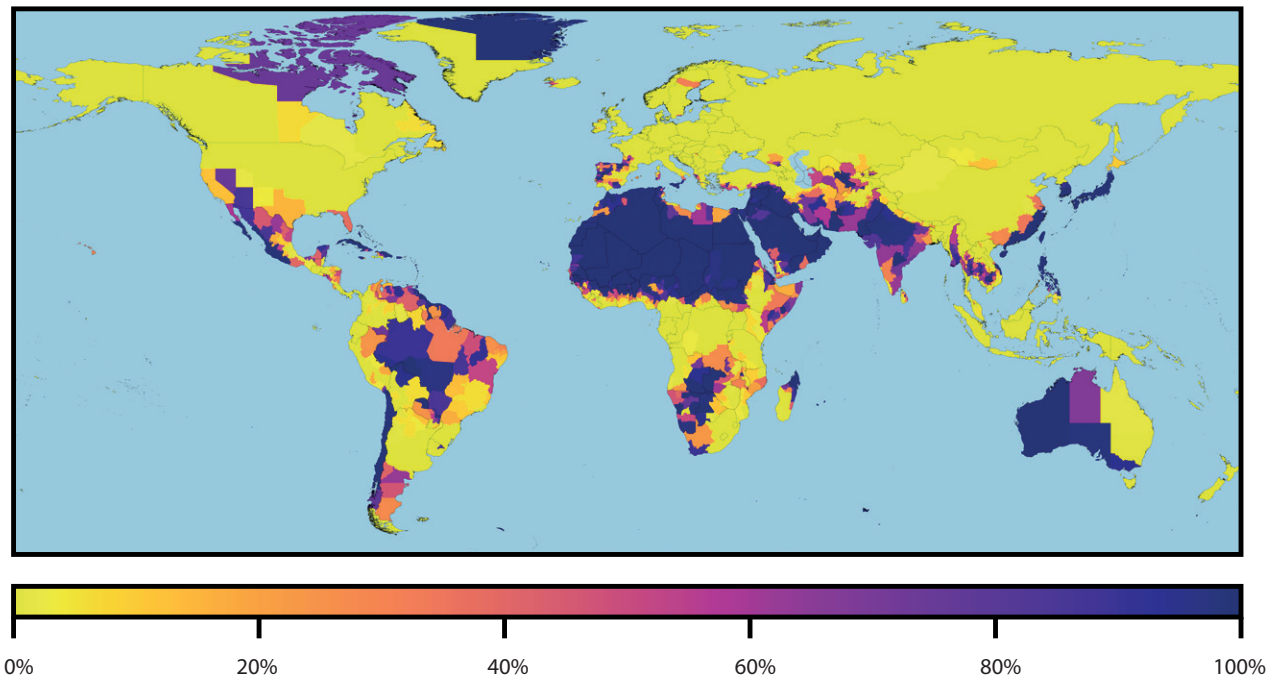
Continentes, grupos de países o países	Total (millones)	% población femenina global	0-12 meses (millones)	0-5 años (millones)	Mayores de 65 años (millones)
Asia	1.028,4	46,6	17,1	84,5	96,8
Europa	15,1	2,2	0,1	0,6	3,5
África	272,2	39,2	8,1	39,8	11,0
Oceanía	4,7	22,8	0,1	0,3	0,8
América	114,4	52,9	1,8	8,9	11,9
SIDS	20,3	50,9	0,3	1,5	2,4
PMD	143,2	34,8	4,4	21,1	5,0
PDSL	77,0	24,2	2,5	11,9	2,3
India	461,8	68,2	8,5	40,9	32,5
China	161,8	23,0	1,5	8,0	19,1
Pakistán	95,5	85,5	2,3	11,8	4,7
Japón	64,0	96,2	0,5	2,5	19,9
Nigeria	54,6	51,4	2,1	10,0	1,6
Egipto	43,0	92,0	0,9	5,1	2,3
Mundo	1.434,8	34,4	27,1	134,2	124,0

Fuente: elaboración propia basada en distintas fuentes.



Estimamos que aproximadamente **1.400 millones de mujeres en grupos de edad vulnerables** (véase la **tabla 1.3**) se verán afectadas por las condiciones climáticas y los fenómenos meteorológicos extremos entre 2040 y 2060. Esta población femenina altamente vulnerable a menudo está bajo el cuidado de una mujer adulta que lidera la familia (véase el **recuadro 1.5** en la página 27). Ella asume la responsabilidad de garantizar su seguridad, preservar su salud y bienestar, y protegerlas del abuso y maltrato, a la vez que afronta circunstancias desafiantes y adversas debido a la posición socialmente desfavorecida de las mujeres (WBG, 2023). El éxito o fracaso de este esfuerzo podría condicionar las desigualdades de género para las generaciones venideras, ya sea perpetuando el ciclo o rompiéndolo.

En Asia se encuentra la gran mayoría de la población femenina afectada, mientras que en África y en América también hay números significativos de mujeres en riesgo. Los países de estos tres continentes tienen una proporción de mujeres afectadas superior a la media. Los SIDS presentan un porcentaje excepcionalmente alto de su población femenina afectada. En particular, en África hay un número desproporcionadamente elevado de niñas jóvenes que serán particularmente vulnerables a los efectos del cambio climático (véase la **figura 1.10**).

Figura 1.10. Mujeres afectadas por el clima extremo, 2040-2060

Fuente: elaboración propia basada en distintas fuentes. Las fronteras y los nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación por parte de las Naciones Unidas.

Para asegurar que las consideraciones de género estén profundamente integradas en la acción climática, es esencial establecer un marco legal firme y claro.

El éxito a la hora de poner en práctica políticas sensibles al género depende de un compromiso político firme y sostenido. Los líderes en todos los niveles, desde los gobiernos locales hasta los organismos internacionales, deben defender activamente estrategias climáticas que tengan en cuenta las cuestiones de género. Esto pasa por asignar recursos adecuados para programas específicos de género, dotar a las instituciones de capacidad para abordar las disparidades de género y fomentar la colaboración entre organismos públicos, la sociedad civil y el sector privado. Aumentar la conciencia pública y comprometer a las comunidades en una acción climática sensible al género es vital para asegurar que las políticas sean adoptadas e implementadas con eficacia para alcanzar los ODS, incluidos los objetivos climáticos del Acuerdo de París (2015) (OECD, 2021c).

La aplicación de políticas sensibles al género solo tendrá éxito si el compromiso político es firme y se mantiene en el tiempo.

Sin estos esfuerzos comprensivos y comprometidos, las iniciativas para abordar las disparidades de género en el contexto del cambio climático probablemente no cumplirán sus objetivos, de modo que las desigualdades existentes se perpetuarán o incluso se ampliarán. Solo a través de un enfoque global e inclusivo podrán realizarse plenamente los objetivos de igualdad de género y resiliencia climática, para que el futuro sea más justo y sostenible para todos.

Recuadro 1.5. El golfo de México: una gota de agua para adaptarse a los desafíos

Con el paso de los años, a medida que los efectos del cambio climático interrumpen cada vez más vidas y medios de subsistencia, las comunidades vulnerables despliegan estrategias para mejorar su resiliencia y adaptarse a los desafíos ambientales. En México, el proyecto «Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del golfo de México», llevado a cabo entre 2012 y 2018, constituye un ejemplo destacado de este empeño. La iniciativa, que contaba con un enfoque sensible al género, empoderó a las comunidades locales lideradas por mujeres para analizar, junto con especialistas de distintos organismos públicos, cuáles eran sus necesidades de adaptación, a la vez que se fomentaba la toma de decisiones inclusiva y con conocimiento de causa (WBG, 2017).

Este es el caso de Las Coloradas, donde se llevó a cabo la reforestación de manglares, se construyeron 5.600 chinampas y casas sobre pilotes, se plantaron más de 20.000 plantas y se dragaron tres kilómetros de canales perdidos. La palabra *chinampa* proviene del náhuatl y significa «cerca de cañas». Es un sistema de cultivo artificial, construido en áreas donde el agua es el principal recurso natural presente en el entorno. Se construyen con el fin de cultivar plantas, verduras y productos de jardín para el autoconsumo y el mercado local. El Proyecto de Humedales, como lo llama coloquialmente la comunidad, es una estrategia de adaptación acordada con las comunidades «porque de lo contrario no tendría impacto». La adaptación tiene que ser transformadora, no basada en la asistencia. El proyecto también incluyó la creación de una empresa social llamada Gotita de Agua, dirigida por mujeres dedicadas a capturar agua de lluvia para el consumo y como oportunidad económica (WBG, 2017).

Como parte del proyecto en el sistema de lagunas Carmen-Pajonal-Machona, se construyeron casas sobre pilotes. En ausencia de hombres, que están trabajando en la ciudad o al otro lado de la frontera, las mujeres asumen la responsabilidad crucial de proteger a los niños y ancianos de las inundaciones, a la vez que protegen sus pertenencias, el ganado y el grano. Para apoyarlas, era esencial construir casas sobre pilotes, para asegurar que sus hogares permanecerían seguros y por encima del nivel del agua durante los episodios de inundación. Las casas sobre pilotes se equiparon con paneles solares, sistemas de captación de agua de lluvia, biodigestores y huertos elevados. Como parte del proyecto, se instaló una estación meteorológica y de mareas, conectada al Servicio Mareográfico Nacional operado por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Esta estación permite dar alertas tempranas a las comunidades en caso de emergencias climáticas o de salud (WBG, 2017).

Los manglares de México representan el 6% del total mundial, por lo que ocupan el cuarto lugar del mundo de este ecosistema. Los manglares son bien conocidos por su capacidad para mitigar los efectos del cambio climático al capturar y almacenar carbono orgánico a tasas de tres a cinco veces más altas que los bosques terrestres (SEMARNAT, 2012). Además de su papel como sumideros de carbono, los manglares proporcionan protección crucial para las costas y las comunidades, protegiéndolas de fenómenos climáticos extremos y repentinos y de los impactos más lentos y continuos del cambio ambiental. Estos ecosistemas benefician a su entorno al absorber CO₂, mejorar la biodiversidad y proteger las costas de la erosión, ya que actúan como barreras naturales. Además de sus funciones ecológicas, los manglares proporcionan recursos valiosos como leña, y sirven como áreas de pesca esenciales, apoyan los medios de vida de las comunidades locales y contribuyen al desarrollo de la economía regional. Por otra parte, su restauración constituye una inversión de bajo coste y alto rendimiento, lo que la convierte en una medida crucial y altamente eficaz para la sostenibilidad ambiental y económica.

En el Proyecto de Humedales se implementaron medidas de adaptación utilizando un triple enfoque: adaptación basada en ecosistemas, adaptación basada en la comunidad y adaptación basada en la reducción de riesgos. Con estas acciones, fue posible reducir la vulnerabilidad de la comunidad asentada en los humedales y aumentar la resiliencia de este ecosistema.

«Hace 25 o 30 años, yo era uno de los que deforestaba, y ahora decidí trabajar reforestando el manglar. ¿Por qué? Para tenerlo de vuelta como estaba antes.» «Vengo a enseñar cómo hacer una chinampa...»

Gustavo, residente de Las Coloradas



1.5. El cambio climático plantea una doble amenaza para los pueblos indígenas y sus ecosistemas

Hay pruebas fehacientes de que el ritmo acelerado del cambio climático y las transiciones ambientales radicales del siglo XXI colocan a los pueblos indígenas, especialmente aquellos que han preservado su forma de vida dentro de los ecosistemas donde sus culturas evolucionaron originalmente, en un riesgo significativo (Reyes-García et al., 2024). Estas comunidades y sus sistemas socioecológicos, a menudo ubicados en áreas remotas, han mantenido una relación espiritual y práctica profunda con su entorno natural, que los ha sostenido durante generaciones. Sin embargo, la naturaleza global de los trastornos climáticos, impulsados por factores en gran medida fuera de su control, plantea desafíos sin precedentes.

Para muchos grupos indígenas, su escasa demografía, las desventajas de las mujeres y el acceso limitado a la tecnología moderna dificultan su capacidad para adaptarse rápidamente a las condiciones ambientales cambiantes. El aumento de las temperaturas, los patrones climáticos impredecibles y la degradación de los ecosistemas amenazan los recursos de los que dependen sus prácticas culturales y su supervivencia. Esta vulnerabilidad se ve agravada por la marginación política y económica, lo que debilita aún más su capacidad para influir en las decisiones globales que alteran sus paisajes. Solo el 10% de las tierras consuetudinarias reclamadas por los pueblos indígenas a escala mundial han obtenido reconocimiento legal, de modo que sus territorios permanecen muy vulnerables a la expropiación, la destrucción ambiental y la apropiación de tierras. Esta precaria situación se ve exacerbada por la creciente demanda de energías renovables y minerales de transición, a menudo impulsada por intereses estatales y del sector privado en tierras indígenas (Carling, 2024).

Aunque estas comunidades poseen un conocimiento ecológico profundo perfeccionado a lo largo de milenios de observación cuidadosa e interacción con sus entornos, este conocimiento por sí solo puede no ser suficiente para salvaguardar su futuro frente a circunstancias que cambian rápidamente. Sin un apoyo adecuado, el reconocimiento de sus derechos y la integración de su conocimiento tradicional en las estrategias de adaptación climática, incluidas las cuestiones ambientales, muchas naciones indígenas corren el riesgo no solo de erosión cultural sino de colapso existencial, incluso de perder su estatus como custodios soberanos de algunas de las regiones más biodiversas del mundo (GCHRAGD, 2024). La crisis que está teniendo lugar subraya la necesidad urgente de políticas climáticas globales más inclusivas que reconozcan las contribuciones indígenas y aseguren su pervivencia.

Uno de los retos más inquietantes que enfrentan las comunidades indígenas es la violencia física a menudo perpetrada contra sus líderes y miembros cuando defienden sus tierras y derechos ancestrales. La justicia



climática y ambiental sigue siendo esquiva para muchos pueblos indígenas, lo que impulsa la necesidad de iniciativas como el Acuerdo de Escazú.⁴ Este acuerdo histórico busca amplificar sus voces y proteger sus intereses en el contexto de nuevos proyectos de infraestructura o inversiones en actividades inmobiliarias, industriales, mineras o de desarrollo agroforestal (ECLAC, 2022).

Solo el 10% de las tierras consuetudinarias reclamadas por los pueblos indígenas a escala mundial han obtenido reconocimiento legal, de modo que sus territorios permanecen muy vulnerables a la expropiación, la destrucción ambiental y la apropiación de tierras.

Para los fines de este informe, aprovechando los datos estadísticos globales junto con nuestro índice de exposición al cambio climático y el índice de vulnerabilidad social, estimamos que más de 505 millones de personas indígenas afrontarán condiciones climáticas adversas con niveles de vulnerabilidad altos o muy altos (véase la tabla 1.4).

4. El Acuerdo de Escazú, vigente desde el 22 de abril de 2021, es el primer tratado regional de América Latina y el Caribe centrado en derechos humanos y ambientales y el primero del mundo que incluye cláusulas para proteger a los defensores del medio ambiente. Garantiza el acceso a la participación y la información sobre el medio ambiente, y autoriza a los Estados a prevenir e investigar los ataques contra los defensores del medio ambiente. No obstante, algunos países clave como Brasil y Perú todavía no han ratificado el acuerdo, mientras que otros, como México, a pesar de haberlo ratificado, dejan bastante que desear en su aplicación efectiva.

Tabla 1.4. Vulnerabilidad de los pueblos indígenas a los riesgos climáticos, 2040-2060

Continentes, grupos de países o países	Población indígena	Índice de exposición al cambio climático	Índice de vulnerabilidad social
Asia	393.246.705	Muy expuesto	Vulnerable
Europa	338.000	Expuesto	Vulnerable
África	58.554.883	Expuesto	Altamente vulnerable
Oceanía	1.657.100	Expuesto	Muy vulnerable
América	52.001.416	Muy expuesto	Vulnerable
SIDS	98.844	Expuesto	Muy vulnerable
PMD	53.527.296	Muy expuesto	Altamente vulnerable
PDSL	43.242.703	Expuesto	Muy vulnerable
China	125.332.335	Altamente expuesto	Vulnerable
India	104.000.000	Muy expuesto	Muy vulnerable
Indonesia	60.000.000	Expuesto	Muy vulnerable
Pakistán	35.000.000	Altamente expuesto	Altamente vulnerable
México	16.933.283	Expuesto	Vulnerable
Etiopía	16.500.000	Expuesto	Altamente vulnerable
Mundo	505.798.104	Muy expuesto	Vulnerable

Fuente: elaboración propia basada en índices climáticos desarrollados para este informe.

Entre los 500 millones de personas indígenas vulnerables en todo el mundo, China tiene la mayor población indígena, seguida de cerca por India. Juntos, estos dos países representan casi la mitad de la demografía indígena global y ambos están significativamente expuestos a los riesgos del cambio climático. Asia alberga la mayor concentración de comunidades indígenas vulnerables, mientras que África y América tienen cada una más de 50 millones de personas indígenas que afrontan peligros climáticos elevados.

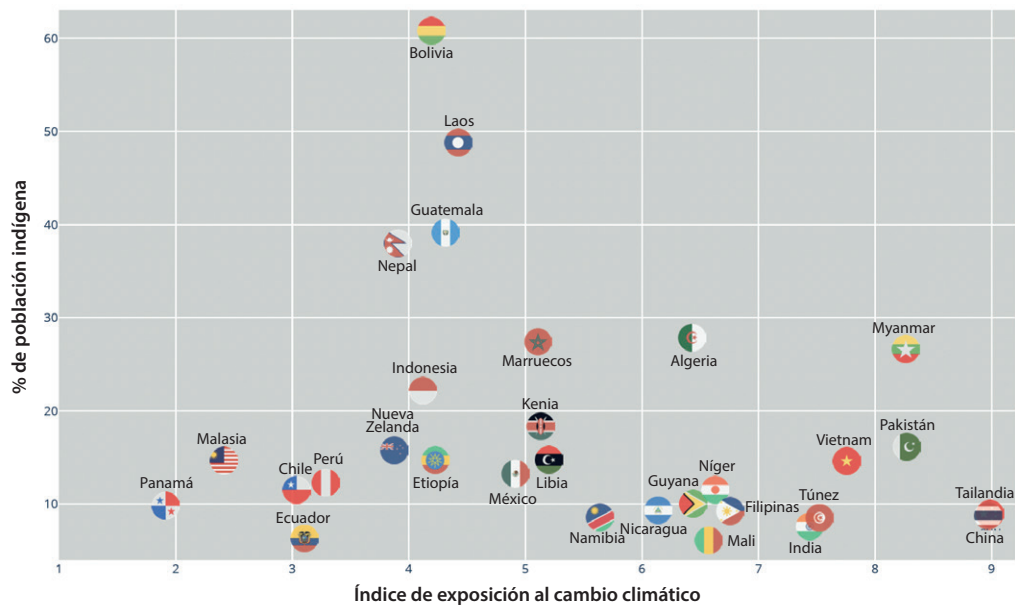
En general, se estima que 197 millones de personas indígenas viven en países que son altamente vulnerables al cambio climático.

Varios países tienen proporciones excepcionalmente altas de residentes indígenas que están expuestos a fenómenos climáticos extremos o anomalías meteorológicas (véase la **figura 1.11**). Por ejemplo, Marruecos, Argelia y Myanmar tienen cada uno más del 25% de sus poblaciones identificadas como indígenas, mientras que Guatemala y Laos superan el 33%. En Bolivia más del 60% de su población se identifica como indígena, lo que refleja los

profundos lazos culturales e históricos de sus comunidades indígenas. Otros países –como Túnez, Vietnam, Pakistán, Tailandia y China– tienen poblaciones indígenas que constituyen más del 5% de su población total, y están notablemente expuestos a los impactos del cambio climático.

En general, se estima que 197 millones de personas indígenas viven en países que son altamente vulnerables al cambio climático. Entre estos países se cuentan China, Pakistán, Myanmar, Vietnam, Tailandia, Japón, Túnez e Irak. La exposición desproporcionada de las comunidades indígenas en estas regiones a los riesgos climáticos –como fenómenos climáticos extremos, ecosistemas cambiantes y escasez de agua– plantea desafíos significativos, ya que los pueblos indígenas a menudo dependen en gran medida de los recursos naturales y tienen acceso limitado a recursos de adaptación y mitigación. Proteger a estas poblaciones requiere una acción climática urgente y culturalmente sensible que respete el conocimiento indígena y fortalezca su resiliencia frente a los cambios ambientales.

Figura 1.11. Índice de exposición al cambio climático de los pueblos indígenas por país, 2040-2060

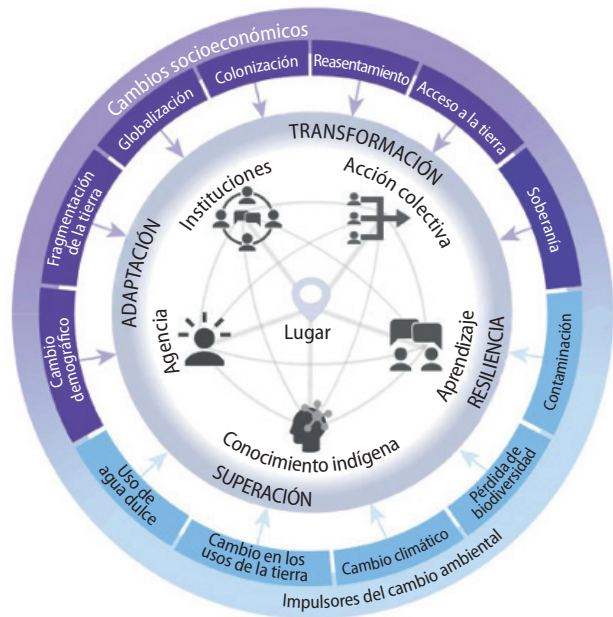


Fuente: elaboración propia basada en los índices climáticos desarrollados para este informe.

Las comunidades indígenas han demostrado una extraordinaria resiliencia a lo largo de la historia y se han ocupado de proteger ecosistemas vitales que sirven como santuarios de la biodiversidad. Su gestión de estas áreas ha sido fundamental para mantener la estabilidad ecológica, a pesar de que los desafíos ambientales globales se hayan intensificado. La **figura 1.12** ilustra los múltiples factores que sustentan esta resiliencia (Ford et al., 2020): sistemas de conocimiento tradicional, acción colectiva en prácticas de gestión sostenible de recursos, instituciones de apoyo, procesos de aprendizaje continuo y profundas conexiones culturales con la tierra. Sin embargo, estos factores se hallan cada vez más amenazados debido a crecientes tensiones como el cambio climático, la contaminación, la deforestación o la fragmentación de bosques y otros hábitats naturales.

Al actuar en gran medida fuera del ámbito principal del desarrollo tecnológico y económico contemporáneo, los grupos indígenas ocupan una posición única como custodios de la sabiduría ecológica ancestral. Este conocimiento práctico y espiritual, transmitido a través de generaciones, ofrece valiosas ideas sobre la vida sostenible y la gestión de los ecosistemas. A medida que el planeta se enfrenta a una degradación ambiental sin precedentes, las contribuciones de las comunidades indígenas se están volviendo indispensables. Sus prácticas no solo preservan la biodiversidad, sino que también ayudan a mitigar los impactos climáticos, promueven la restauración de los ecosistemas y fomentan la resiliencia ambiental global. Reconocer y empoderar el liderazgo indígena en los esfuerzos de conservación es crucial para lograr un futuro equilibrado y sostenible (IUCN, 2024).

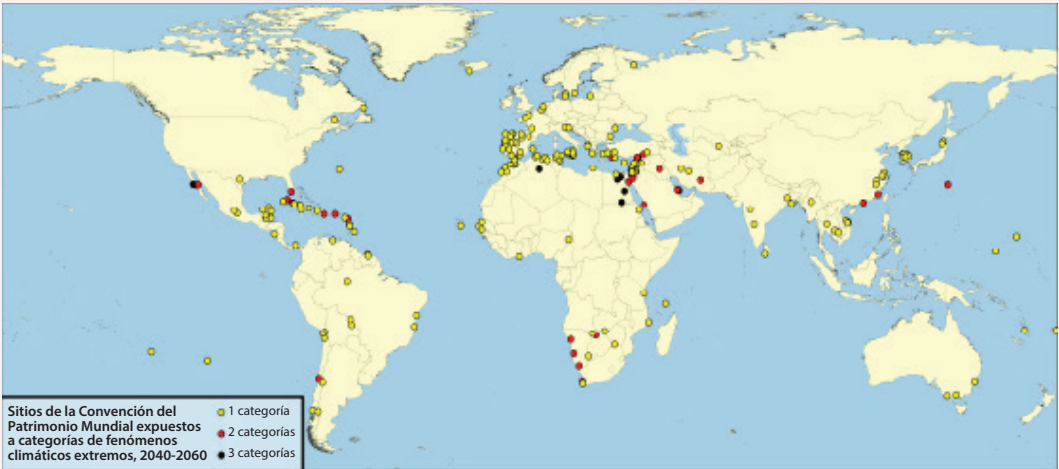
Figura 1.12. La interacción dinámica entre factores ambientales y humanos en la configuración de la resiliencia de los pueblos indígenas ante el cambio ambiental



Fuente: Ford et al., 2020.

Recuadro 1.6. Emplazamientos en donde el patrimonio de la humanidad está en riesgo debido al cambio climático, 2040-2060

El mapa recoge 238 sitios de patrimonio de la humanidad que aún no han sido expuestos a fenómenos climáticos extremos, pero que se prevé que estarán en riesgo debido al cambio climático, según el índice de exposición al cambio climático (**figura 1.2 y recuadro 1.1**). Las categorías de cambio climático consideradas incluyen calor extremo, lluvias extremas, sequías, huracanes fuertes y aumento del nivel del mar. El mapa utiliza un código de colores para indicar el nivel de exposición: los **puntos amarillos** representan sitios expuestos a un tipo de fenómeno climático extremo (81%), los **puntos rojos** indican exposición a dos tipos (14%) y los **puntos azul oscuro** significan exposición a tres tipos de fenómenos climáticos extremos (5%). Es importante señalar que, aunque se prevea que en un sitio pueda tener lugar un fenómeno extremo en particular, esto no implica necesariamente que el sitio sea vulnerable o que se vea afectado por él.



Fuente: elaboración propia basada en la lista WHC y las fuentes que constan en la figura 1.1 y el recuadro 1.1. Las fronteras y los nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación por parte de las Naciones Unidas.

Región	Sitios	Porcentaje
África	19	8%
Países árabes	59	25%
Asia y el Pacífico	43	18%
Europa y América del Norte	75	32%
América Latina y el Caribe	42	18%
Mundo	238	100%

Fuente: elaboración propia basada en la lista WHC.



2

Impactos
redistributivos
de las políticas
climáticas:
equidad y
oportunidad



Con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus diecisiete objetivos interrelacionados, se empieza a abordar cómo el impacto del cambio climático a escala global exacerba las desigualdades sociales. Sin embargo, el Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2024 reveló que «solo el 17 por ciento de las metas de los ODS están en camino, casi la mitad muestra un progreso mínimo o moderado, y el progreso en más de un tercio se ha estancado o incluso ha retrocedido». Los objetivos relacionados con la erradicación de la pobreza (ODS 1), la reducción de las desigualdades (ODS 10) y la acción climática (ODS 13) se encuentran entre aquellos con claras tendencias de estancamiento y regresión (United Nations, 2024). A pesar de estar entre los más desarrollados del mundo, los países de la OCDE han logrado plenamente solo 10 de los 112 objetivos medibles y están cerca de completar solo 18 más, la mayoría de los cuales se refieren a garantizar que se satisfagan las necesidades básicas e implementar herramientas y marcos de políticas. Se necesitan pues esfuerzos sustanciales, particularmente al abordar los ODS relacionados con la protección del planeta (OECD, 2022).

Los regímenes climáticos internacionales se basan en el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas (CBDR), reconociendo la distribución desigual de los impactos del calentamiento global, como se discute en la sección 1 de este informe, así como los esfuerzos desiguales que se requieren para abordar sus causas raíz, que a su vez crean efectos de distribución adicionales. El principio CBDR de la CMNUCC, aplicado sistemáticamente al Acuerdo de París (2015) y sus decisiones de la COP, reconoce que, si bien todas las naciones comparten la responsabilidad de mitigar el cambio climático, lo hacen con distintos grados de obligación y eficacia, lo que refleja sus respectivas capacidades y limitaciones económicas y tecnológicas.

Si bien el Acuerdo de París ha logrado movilizar esfuerzos globales hacia la reducción de emisiones globales de GEI, los compromisos actuales de las NDC no son suficientes para limitar el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales y abordan, de manera muy limitada, en parte debido a la falta de parámetros precisos o adecuados, las necesidades de adaptación de las poblaciones más vulnerables. Esta deficiencia es fundamental, ya que la investigación científica más reciente indica que superar el umbral de 1,5 °C podría desencadenar impactos graves y potencialmente irreversibles en los ecosistemas, la salud humana y la estabilidad económica (IPCC, 2022).

Estudios recientes destacan que las emisiones globales deben alcanzar su punto máximo antes de 2025 y reducirse en casi un 50% para 2030 para mantenerse dentro del límite de 1,5 °C (IPCC, 2022). Sin embargo, incluso aunque se implementaran completamente, se calcula que las políticas y compromisos actuales llevarán a un aumento de temperatura de 2,4 °C a 2,7

°C aproximadamente para finales de siglo (IEA, 2023). La urgencia de esta situación ha llevado al IPCC a abogar fuertemente por la aceleración y expansión de los compromisos de mitigación. Lograr emisiones netas cero para 2050 se ha convertido en un pilar de la estrategia climática, ampliamente adoptado por gobiernos nacionales, ciudades, industrias y numerosas corporaciones en todo el mundo. Este objetivo ahora se considera esencial para estabilizar el clima y evitar las peores consecuencias del cambio climático. La integración de soluciones basadas en la naturaleza, los avances en tecnologías de captura de carbono y la transición hacia una economía circular se encuentran entre las vías principales que se están explorando para alcanzar estos ambiciosos objetivos climáticos. La próxima década será crucial, ya que las acciones tomadas ahora determinarán si la comunidad global puede evitar los escenarios más peligrosos del cambio climático y asegurar un futuro sostenible para todos.

Lograr emisiones netas cero para 2050 se ha convertido en un pilar de la estrategia climática, ampliamente adoptado por gobiernos nacionales, ciudades, industrias y un número creciente de corporaciones en todo el mundo.

Además de enfatizar la mitigación, existe un consenso creciente sobre la necesidad urgente de adoptar estrategias firmes de adaptación y aumentar sustancialmente la financiación climática. En línea con las decisiones recientes de la COP29, se llama ahora a los países desarrollados a aumentar sus contribuciones financieras a 1,3 billones de dólares anuales para 2035, asegurando un apoyo adecuado para las naciones en desarrollo que soportan una carga desproporcionada de los impactos del cambio climático.

El cambio climático afecta en mayor medida a las comunidades vulnerables, incluidas mujeres, niños, poblaciones indígenas y residentes de los PMD, los países sin litoral y los SIDS. Estas poblaciones deben hacer frente a fenómenos climáticos extremos, escasez de recursos y degradación ambiental, a pesar de que su capacidad de adaptación es limitada. Los esfuerzos para adaptarse a los impactos del cambio climático deben priorizar las regiones y poblaciones más afectadas. Esto pasa por invertir en infraestructuras sostenibles, mejorar los sistemas de preparación y respuesta ante los desastres y promover un desarrollo económico que sea inclusivo y ambientalmente sostenible. Análisis recientes de las NDC y los PNA africanos revelan que más del 50% de estos instrumentos necesitan mejoras para lograr una cobertura completa, consistencia y solidez adecuadas en la gestión de riesgos climáticos (Nowak et al., 2024). Abordar las necesidades de los más

5. <https://climateactiontracker.org>

vulnerables no solo es un imperativo moral, sino también un componente crucial de los esfuerzos globales para combatir el cambio climático y sus efectos.

Climate Action Tracker (CAT),⁵ conjuntamente con la Unión Europea, analizan los datos de 38 países que sumados representan el 90,39% de las emisiones globales de GEI, y evalúan críticamente tanto las acciones tomadas como las políticas llevadas a cabo para combatir el cambio climático. La metodología exhaustiva de CAT efectúa un seguimiento no solo de los compromisos asumidos bajo las NDC, sino también de la efectividad de estas políticas, el nivel de financiamiento climático proporcionado, particularmente por los países del norte global, y la alineación de estos esfuerzos con el principio de participación justa en la reducción de emisiones. Esta evaluación considera si cada país contribuye equitativamente a los esfuerzos de mitigación global basados en su responsabilidad histórica, capacidades actuales y la urgencia de la crisis climática (véase la **figura 2.1**).

Los países que toman decisiones significativas e implementan políticas en sintonía con el objetivo de 1,5 °C del Acuerdo de París incluyen Bután, Costa Rica, Etiopía, Kenia, Marruecos, Nepal, Nigeria y Gambia. Sin embargo, es esencial señalar que estas naciones en conjunto contribuyen solo con el 0,68% de las emisiones globales. Kenia es el único país sin un objetivo formal de emisiones netas cero. Si bien estos países han demostrado un liderazgo encomiable en la acción climática, se enfrentan a vulnerabilidades significativas.

A partir de los índices desarrollados para el presente informe para distinguir claramente los efectos multidimensionales del cambio climático, pudimos compararlos con los compromisos presentados por los países bajo el Acuerdo de París en sus NDC. Las figuras 2.1 y 2.2 proporcionan una evaluación a nivel de país de hasta qué punto los países son vulnerables o están expuestos al cambio climático, tanto desde una perspectiva física (índice de exposición al cambio climático) como desde una perspectiva social (índice de vulnerabilidad social). También evalúan si los esfuerzos de mitigación y adaptación de estos países encajan con los objetivos del Acuerdo de París y si dichos esfuerzos son suficientes o no para abordar las condiciones climáticas en evolución del planeta.

Esta vulnerabilidad subraya la extrema necesidad de adoptar planes de adaptación integrales dentro de sus NDC, ya que las evaluaciones actuales a menudo se centran sobre todo en los esfuerzos de mitigación. Para estos países, resulta particularmente urgente evitar los peores impactos del cambio climático, ya que su población no está bien protegida. Para ser resilientes frente a los choques climáticos, es preciso fortalecer las estrategias de adaptación junto con la mitigación.

Estos países pueden beneficiarse de niveles relativamente bajos de deuda pública, lo que les



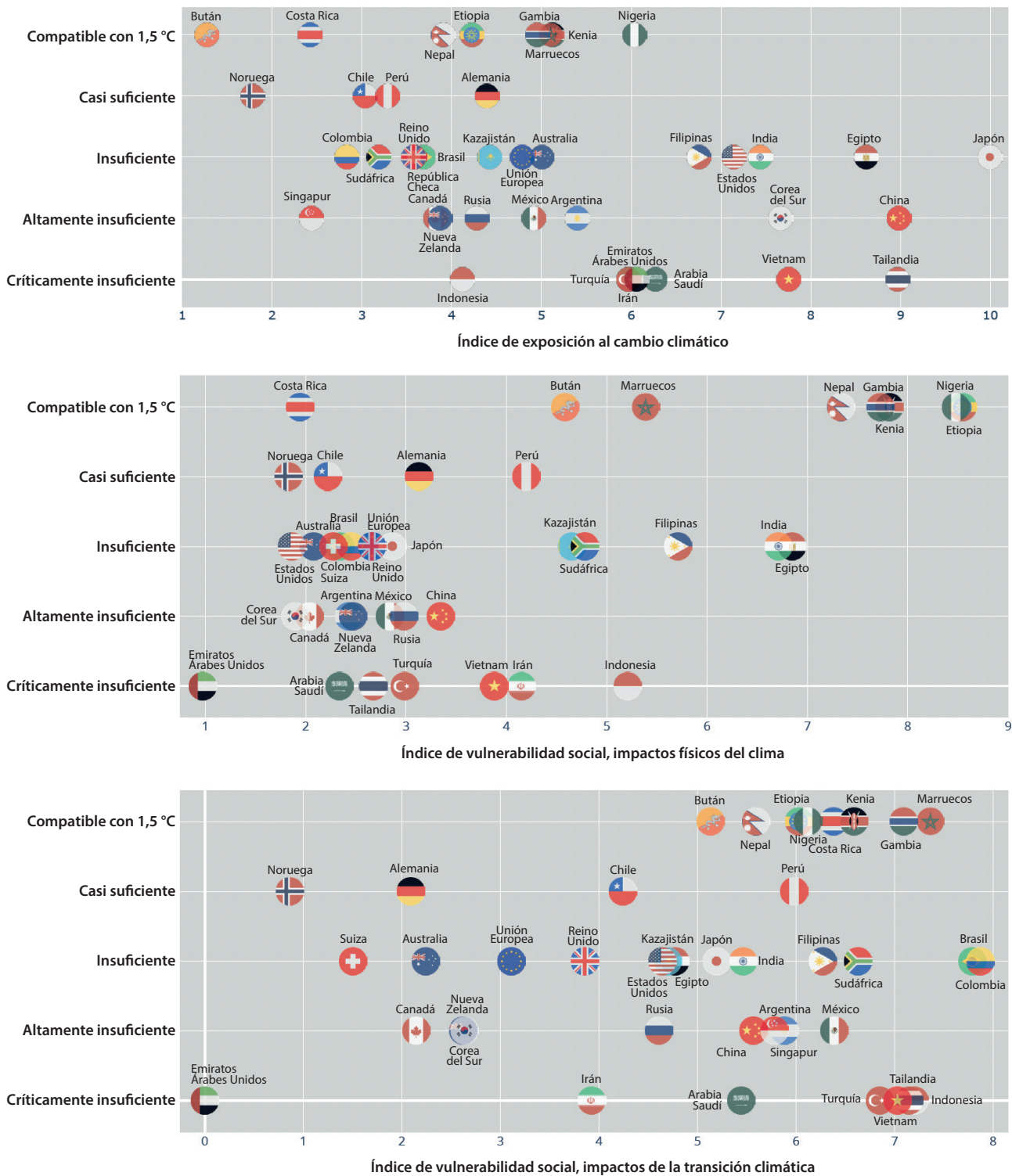
proporciona una mayor capacidad para movilizar los recursos financieros necesarios para llevar a cabo sus estrategias climáticas (WBG, 2022). Por otra parte, cuentan con una fuerza laboral joven y adaptable, un activo crucial frente a condiciones climáticas y económicas en rápida evolución. No obstante, sus poblaciones deben hacer frente a vulnerabilidades significativas, particularmente en lo que respecta a los riesgos de transición. Esta vulnerabilidad se ve exacerbada por varios factores: bajos niveles de educación, mínima inversión en investigación e innovación y persistentes desigualdades de género en el lugar de trabajo.

Los países que toman decisiones significativas e implementan políticas en sintonía con el objetivo de 1,5 °C del Acuerdo de París incluyen Bután, Costa Rica, Etiopía, Kenia, Marruecos, Nepal, Nigeria y Gambia. Sin embargo, es esencial señalar que estas naciones en conjunto contribuyen solo con el 0,68% de las emisiones globales.

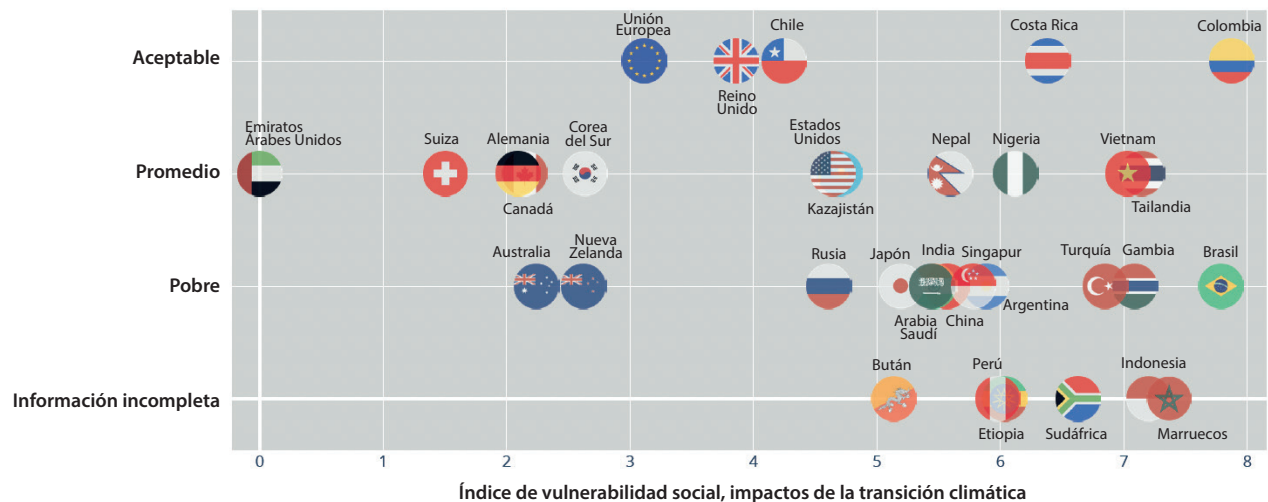
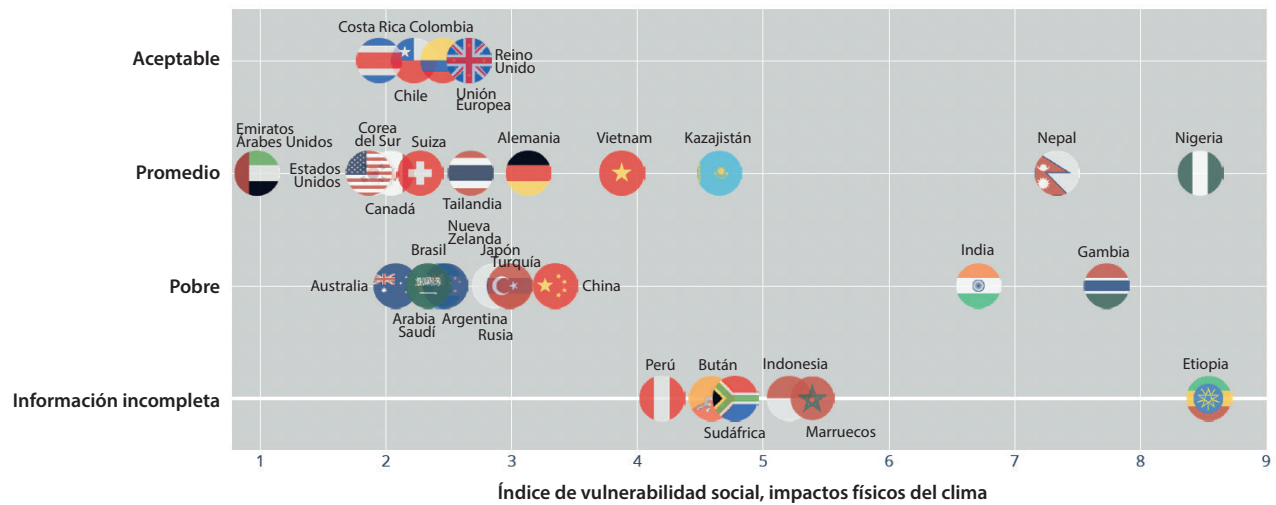
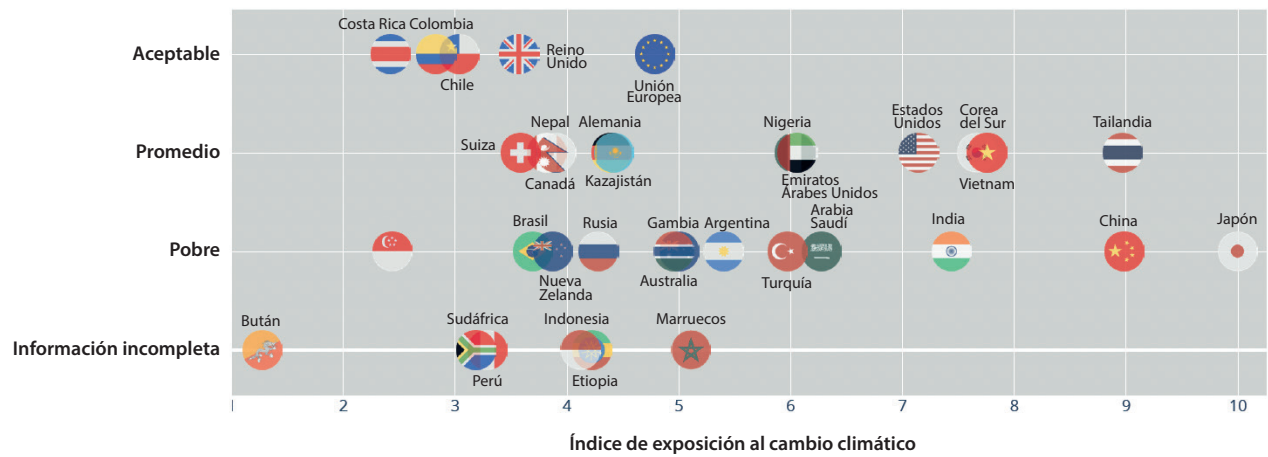
Además, estos países tienen un número desproporcionadamente alto de trabajadores físicamente vulnerables que afrontan una mayor exposición al calor extremo, sobre todo en áreas rurales en las que las cuestiones de género son relevantes.

Figura 2.1. Evaluación de las NDC 2023 de los principales países emisores de GEI

Evaluación de las NDC



Fuente: elaboración propia basada en Climate Action Tracker, 2024; las fuentes constan en las figuras 1.1, 1.2 y 2.3, así como en los recuadros 1.1, 1.2 y 2.2.

Figura 2.2. Calificación de emisiones netas cero 2023 de los principales países emisores de GEI**Emisiones netas cero**

Fuente: elaboración propia basada en Climate Action Tracker, 2024; las fuentes constan en las figuras 1.1, 1.2 y 2.3, así como en los recuadros 1.1, 1.2 y 2.2.



Ante esta situación, los trabajadores tienen que hacer frente a un estrés adicional, ya que son más susceptibles a los impactos físicos del cambio climático. La fuerza laboral en estas naciones es ligeramente más vulnerable a los riesgos de transición que el promedio global, lo que hace imperativo que estos países desarrollen estrategias robustas que no solo aborden las preocupaciones ambientales, sino que también mejoren la resiliencia social y la preparación de la fuerza de trabajo frente a los inevitables cambios económicos.

Según la evaluación del CAT, 32 países, junto con los 27 miembros de la Unión Europea, se han comprometido a lograr emisiones netas cero para el año 2050 o alrededor de esa fecha, lo que equivale colectivamente al 84,33% de las emisiones globales de GEI. No obstante, a pesar de estos compromisos, solo 10 de los 59 países con un objetivo de emisiones netas cero están actualmente actuando y llevando a cabo políticas que se ajusten a los objetivos del Acuerdo de París. Entre estas naciones, Costa Rica destaca como el único país con políticas y acciones acordes al objetivo de 1,5 °C del Acuerdo de París, junto con un objetivo de emisiones netas cero transparente y creíble. Aun así, el camino de Costa Rica hacia las emisiones netas cero se ve complicado por importantes obstáculos socioeconómicos, incluyendo una población con niveles de educación generalmente bajos y una sociedad marcada por una alta desigualdad, con una proporción de trabajadores vulnerables a las transiciones económicas superior a la media. En el lado positivo, Costa Rica se beneficia de un bajo nivel de deuda pública, y por tanto una menor presión financiera en relación con las inversiones climáticas a gran escala.

Izquierda: Vista aérea de un área reforestada de árboles en medio de la zona montañosa caribeña de la provincia de Limón, en Costa Rica.
© Saintdags/Shutterstock.com*

Recuadro 2.1. Reforestación en la selva del Congo: una solución para combatir la guerra y el cambio climático

La compensación justa por los servicios ambientales puede servir como un camino hacia una transición justa para las comunidades pobres y vulnerables que poseen valiosos recursos bióticos. Con tan solo el 7% de las emisiones globales de GEI y el 15% de la población mundial, África sufre de forma desproporcionada los efectos del cambio climático. «En los últimos sesenta años, África ha experimentado una tendencia de calentamiento que se ha acelerado más que el promedio global. Para 2023, el continente experimentó olas de calor mortales, lluvias intensas, inundaciones, ciclones tropicales y sequías prolongadas» (WMO, 2024a). Esta situación, junto con la pobreza y los procesos de deforestación, también ha generado violencia y graves crisis humanitarias. Los fenómenos climáticos extremos, incluidas las inundaciones y las sequías, han alterado significativamente la seguridad alimentaria. Las sequías han afectado el bosque del Congo, han influido en la mortalidad de los árboles y amenazado la deshidratación de los humedales, dos fenómenos que afectan el CO₂ atmosférico del planeta. Por si fuera poco, el país ha estado en guerra durante tres décadas y ha sufrido un coste social muy alto por todo ello.

El bosque del Congo en África Central, con 790.000 kilómetros cuadrados, es el segundo bioma mayor del mundo. La República Democrática del Congo, uno de los seis países a través de los cuales se extiende este sumidero de carbono, posee el 60% de este ecosistema. Se estima que almacena alrededor de 600.000 millones de toneladas de carbono, el equivalente a tres años de emisiones globales de GEI, y, en conjunto, absorbe casi 1.500 millones de toneladas de dióxido de carbono por año (UNEP, 2023), lo que lo convierte en una de las regiones del mundo que absorbe más carbono del que emite. Mantener este bosque es vital para amortiguar el cambio climático a nivel global. El Parque Nacional Virunga es una de las 41 áreas protegidas en la República Democrática del Congo y el quinto parque nacional más grande del país. Este bosque alberga el 50% de todas las especies terrestres del continente africano. Es hogar de más especies de reptiles y mamíferos que cualquier otro en el mundo, incluyendo el gorila de montaña, uno de los parientes vivos más cercanos de los humanos. Las áreas protegidas en la República Democrática del Congo suman 324.290 km², el 41% de todo el bosque congoleño.

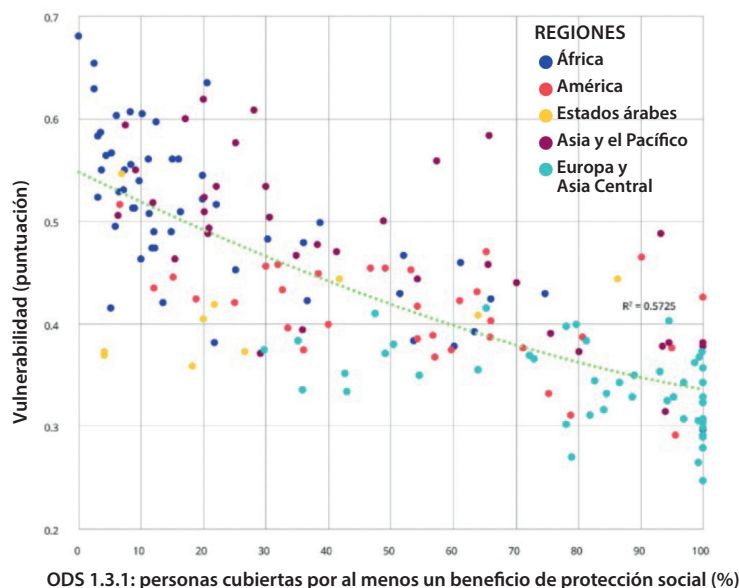
El Parque Nacional Virunga se encuentra bajo la presión de los 7,2 millones de personas desplazadas que viven en sus alrededores, de las cuales el 51% son mujeres (OCHA, 2022). Durante tres décadas, la guerra ha ejercido una enorme presión sobre los recursos forestales, fragmentando el hábitat de gorilas y elefantes, entre otras especies en peligro de extinción (UICN, 2024). Estas selvas tropicales también contienen algunos de los depósitos minerales más valiosos del mundo, que las empresas mineras internacionales extraen: el 71% de la producción mundial de cobalto y el 35% de la de coltán, así como cobre y oro (Bokamba E. et al., 2022). En general, la actividad minera representa aproximadamente el 25% del PIB del país.

Las soluciones basadas en la naturaleza, como la reforestación en el Parque Nacional Virunga, son algunas de las formas más asequibles y rápidas de reducir la presión sobre la selva tropical mientras se sirve al objetivo de conservación del gorila. Los datos indican que la reforestación está logrando la recuperación de la población de gorilas (UNESCO, 2024). Las mujeres son una parte esencial de esta estrategia. Desde 2014, el proyecto liderado por la Red Internacional de Mujeres por la Justicia Climática (WECAN), que involucra a 500 mujeres, ha plantado más de 100.000 árboles, «todos a mano, sin maquinaria ni equipo», y está haciendo campaña para detener la tala ilegal en la selva tropical. Esta iniciativa ha creado actividades generadoras de ingresos para las mujeres a través de la plantación de árboles y la recolección y venta de sus frutos.

Otra iniciativa es el programa «Reforestando mujeres» de Hero Women Rising, que aborda la degradación ambiental y el empoderamiento de las mujeres. «Los hombres están demasiado ocupados luchando o buscando trabajo, pero las mujeres están ocupadas plantando árboles, cosechando, haciendo todo el trabajo sobre el terreno», dice Neema Namadamu, asesora principal del Ministerio de Género y Familia de la República Democrática del Congo.

La reforestación del Parque Nacional Virunga va acompañada de proyectos destinados a proteger el bosque mientras se mejoran las condiciones de vida de las comunidades cercanas, particularmente las mujeres. La producción de energía renovable de la planta hidroeléctrica Luviro-Ivingu genera suficiente electricidad para 30.000 habitantes y apoya un sistema de bombeo de agua potable. Las ganancias de la empresa se destinan directamente a los proyectos de conservación y desarrollo económico del parque. Los recursos se utilizan para promover la creación de viveros y el desarrollo de proyectos agroalimentarios y agroindustriales, como la industrialización del cacao. Todo esto contribuye a mejorar la resiliencia de las comunidades. Se están haciendo todos los esfuerzos para garantizar que el carbono en este bosque permanezca almacenado. El Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y la Degradación Forestal en los países en desarrollo (UN-REDD) está desarrollando proyectos piloto como parte de una estrategia global para proporcionar pagos basados en resultados a los países participantes para mantener sus bosques.

Figura 2.3. Relación entre la vulnerabilidad de un país al cambio climático (puntuación) y su cobertura de protección social (porcentaje), por región, 2023



Fuente: ILO, 2024b.

2.1. Para una transición justa, se requieren mejorar los sistemas de protección social

Dado el profundo impacto del cambio climático en los sistemas sociales, la salud pública y el bienestar general en todo el mundo, está claro que los marcos climáticos internacionales establecidos bajo la CMNUCC y el Acuerdo de París (2015) no están adecuadamente diseñados o equipados para abordar las medidas de protección social necesarias para garantizar que las personas puedan vivir con dignidad a lo largo de su ciclo vital. Esto es especialmente importante en el contexto de las transiciones climáticas actuales y anticipadas descritas en la sección 1.

El primer derecho climático no escrito de cada persona en la Tierra es el derecho a saber si su vida está en riesgo debido a un fenómeno meteorológico extremo vinculado al cambio climático. Hoy en día tenemos la capacidad tecnológica para detectar, controlar y comunicar estos riesgos a través de la Organización Meteorológica Mundial y las instituciones y redes meteorológicas regionales y locales. En términos de salvaguardar la integridad física de las poblaciones vulnerables, el Acuerdo de París (2015) ha avanzado en la universalidad e implementación de los sistemas de alerta temprana. Las decisiones recientes de la COP (Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) han sentado las bases para mejorar estos sistemas y asegurarse de que sean universalmente accesibles en 2027, adaptados a las necesidades individuales y financiados adecuadamente dentro de la estructura de la CMNUCC (WMO, 2024b).

Los sistemas de alerta temprana efectivos deben integrarse sin problemas con programas de protección civil robustos para garantizar una respuesta coordinada tras los desastres

naturales. Estos programas deben movilizar a las fuerzas del orden y otros servicios esenciales para reorganizar a las poblaciones afectadas y restaurar las actividades productivas y comerciales interrumpidas. Igualmente importante es el establecimiento de sistemas de apoyo integrales para proporcionar a las personas desplazadas refugio seguro, suministros de alimentos de emergencia, atención médica y condiciones sanitarias adecuadas, salvaguardando su salud y su dignidad. Además, restaurar la normalidad tras un episodio hidrometeorológico extremo requiere la integración de estos esfuerzos de respuesta de emergencia con sistemas de protección social más amplios que fomenten la resiliencia comunitaria y sienten las bases para una recuperación sostenible.

La vulnerabilidad climática y la cobertura global de los sistemas de protección social muestran un solapamiento asombroso en la **figura 2.3**. África destaca como el continente con mayor población que carece de las salvaguardias necesarias para afrontar los desafíos climáticos actuales e inminentes. Esto no se debe únicamente a las malas condiciones económicas en los países en desarrollo, sino también a la prevalencia en ellos del empleo informal: ambas circunstancias son mucho más significativas que en las naciones más ricas. Los sistemas de protección social están intrínsecamente vinculados al empleo formal, que es notablemente escaso en los países pobres, especialmente en el sector rural. En estas circunstancias, cada desastre natural impone costes catastróficos a los afectados, lo que lleva a una regresión completa en su nivel de vida debido a la ausencia de protección sistémica. En contraste, la mayoría de los países europeos son menos vulnerables a los factores de estrés climático y se benefician de sistemas de protección social que, a pesar de no prevenir completamente las tragedias

Figura 2.4. El papel de los sistemas de protección social como facilitadores de una transición justa

Fuente: ILO, 2024b.

humanas o pérdidas económicas significativas, les permiten gestionar las catástrofes climáticas de modo más eficaz y fomentar así una mayor resiliencia comunitaria.

Hay pruebas crecientes y convincentes de los impactos sociales adversos de los fenómenos climáticos extremos, así como de los efectos graduales pero profundos de los cambios de lenta aparición, como el aumento del nivel del mar, la desertificación y el cambio de los ecosistemas, todos impulsados por el cambio climático. Estos fenómenos ya están socavando la salud pública al exacerbar la propagación de enfermedades, intensificar las enfermedades relacionadas con el calor y comprometer el acceso a agua limpia y alimentos nutritivos. Deterioran la calidad de vida al trastornar las comunidades, generando desigualdades y tensionando las infraestructuras. Por otra parte, amenazan el empleo y los medios de subsistencia, particularmente en sectores vulnerables como la agricultura, la pesca y el turismo; el calor extremo y otros factores de estrés también incrementan la inseguridad de las condiciones de trabajo, lo que reduce la productividad laboral (ILO, 2024b).

Todos estos impactos plantean desafíos significativos para los esfuerzos de erradicación de la pobreza, a la vez que agravan la desigualdad y exponen vulnerabilidades sistémicas en los sistemas sociales y económicos. Se requieren medidas urgentes y transformadoras para diseñar e implementar sistemas de protección social adaptativos e inclusivos. Los sistemas de protección social deben anticipar y abordar los riesgos dinámicos del cambio climático; deben ser flexibles y equitativos y estar adecuadamente financiados para apoyar a las poblaciones más vulnerables, a la vez que deben fomentar la resiliencia, el desarrollo sostenible y la justicia climática en un futuro cada vez más incierto (véase la **figura 2.4**).

Existen interconexiones innegables y de suma importancia entre las políticas de mitigación y adaptación y los sistemas de protección social, que, si se aprovechan estratégicamente, pueden servir como herramientas poderosas para lograr una transición verdaderamente justa. Estas sinergias se extienden en varios ámbitos y pueden ir desde el uso de fondos de jubilación y pensiones para financiar proyectos innovadores de descarbonización que impulsen la transformación económica hasta redes de seguridad robustas y mecanismos de recuperación rápida que permitan a las comunidades afectadas volver a la normalidad tras episodios devastadores causados por el clima extremo. Por ejemplo, las políticas de adaptación pueden alinearse con la protección social al incorporar inversiones en infraestructuras resilientes al clima en los programas de obras públicas, mientras que los esfuerzos de mitigación pueden fortalecerse incentivando el empleo bajo en carbono o empleos verdes a través de redes de seguridad social específicas.

Sin embargo, estas interconexiones no deben permanecer implícitas o ser secundarias. Para realizar plenamente su potencial, deben integrarse explícitamente en la programación y ejecución de los sistemas de protección social, con el respaldo de mandatos claros y sólidos marcos jurídicos, administrativos y de infraestructuras. Para ello deben incorporarse criterios de resiliencia climática en los programas sociales, garantizar el acceso universal a los servicios de salud y bienestar sensibles al clima, y crear instrumentos financieros que vinculen la protección social con los objetivos de desarrollo sostenible. Solo haciendo estas sinergias explícitas y viables podemos asegurar que los sistemas de protección social desempeñen un papel fundamental a la hora de fomentar la igualdad, la inclusividad y la sostenibilidad hacia un futuro con emisiones netas cero.

2.2. Los efectos distributivos de la fijación de precios del carbono como posible impulsor de desigualdades

Desde una perspectiva económica, la transición hacia la neutralidad climática depende de la implementación de señales económicas y normativas robustas que internalicen el coste de las externalidades ambientales, particularmente aquellas relacionadas con las emisiones de gases de efecto invernadero. Al asignar un valor a los impactos climáticos negativos de los sectores más intensivos en carbono, ya sea directamente a través de impuestos al carbono o indirectamente a través de sistemas de comercio de derechos de emisión (ETS) o regulaciones sectoriales, los gobiernos pueden establecer incentivos financieros sólidos para que las empresas y los consumidores avancen hacia prácticas más sostenibles (**figura 2.5**). Al mismo tiempo, la eliminación gradual de los subsidios perjudiciales para el medio ambiente puede mejorar aún más la efectividad de estas medidas y promover una economía más equitativa y resiliente al clima. Algunos instrumentos basados en el mercado normalmente apuntan a cambiar el comportamiento económico alineando los motivos de lucro con la sostenibilidad ambiental, fomentando la inversión en tecnologías limpias, energía renovable y eficiencia energética, y reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles.

A partir de 2024, el Grupo del Banco Mundial informa de que hay 75 mecanismos activos de fijación de precios del carbono, incluyendo tanto impuestos al carbono como programas ETS, que abarcan países y regiones de todo el mundo. Conjuntamente, estos planes cubren casi el 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, principalmente en los países desarrollados, lo que refleja un creciente compromiso global con la fijación de precios del carbono como herramienta para la mitigación climática (WBG, 2024b). Sin embargo, la limitada cobertura y los distintos niveles de ambición entre los programas existentes destacan la necesidad de una aplicación más amplia y una integración más estrecha en todas las regiones y sectores para cumplir con los objetivos climáticos internacionales. Es crucial destacar que Europa, como región, no solo aplica un ETS en el contexto del Pacto Verde Europeo, sino que también ha aprobado la introducción de un mecanismo de ajuste en frontera por carbono (CBAM).

El CBAM está destinado a intensificar significativamente los impactos distributivos de la fijación de precios del carbono, no dentro de la Unión Europea (UE) en sí, sino en aquellos de sus socios comerciales externos que carecen de mecanismos de fijación de precios del carbono equivalentes (Fredriksson y Zachmann, 2021). Al nivelar el campo de juego para los costes de carbono, el CBAM

Figura 2.5. Instrumentos de fijación de precios del carbono

IMPUESTOS AL CARBONO

- Impuestos sobre emisiones de GEI
- Impuestos sobre combustibles fósiles
- Impuestos aplicados a industrias, equipos o maquinaria que queman combustibles fósiles

SUBSIDIOS PERJUDICIALES PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Subsidios a los combustibles fósiles
- Subsidios aplicados a industrias, equipos o maquinaria que queman combustibles fósiles

SUBSIDIOS VERDES

- Subsidios a las energías renovables
- Subsidios a la eficiencia energética
- Subsidios aplicados a equipos, dispositivos o vehículos eléctricos

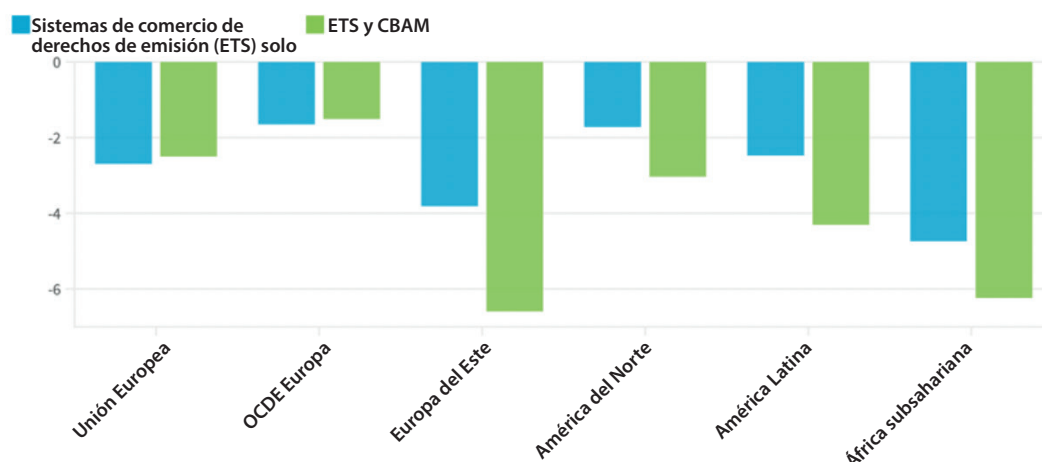
REGULACIONES SECTORIALES DE GEI (por ejemplo, estándares de emisión)

MERCADOS DE CARBONO

Voluntarios, públicos nacionales o internacionales

- CRÉDITOS DE CARBONO
- COMPENSACIONES DE CARBONO
- BONOS VERDES O DE CARBONO
- AJUSTES FRONTERIZOS (POR EJEMPLO, EL CBAM DE LA UE)

Fuente: elaboración propia.

Figura 2.6. Impacto del mecanismo de ajuste en frontera por carbono de la Unión Europea (CBAM). Exportaciones a la Unión Europea (% de cambio)

Fuente: Asian Development Bank (2024).

remodelará la dinámica del comercio global, creando nuevas presiones sobre los países e industrias que no estén a la altura de las ambiciones climáticas de Europa. Algunas simulaciones económicas indican que estandarizar los precios del carbono tanto dentro de los países como entre los distintos países de la UE podría reducir la naturaleza regresiva de las políticas de precios del carbono (IMF, 2024); sin embargo, otras regiones del mundo experimentarán impactos económicos y sociales (ADB, 2024), ya que reducirán sus exportaciones a Europa, lo que a su vez afectará su PIB y sus mercados laborales, como se ilustra en la **figura 2.6**.

Uno de los retos significativos asociados con la aplicación de una política estricta de precios del carbono es el riesgo de fuga de carbono como resultado de las asimetrías de los precios del carbono entre países, regiones o sectores. La fuga de carbono ocurre principalmente cuando las industrias, particularmente aquellas que son intensivas en energía y tienen altas emisiones de combustibles fósiles, trasladan sus operaciones a países con precios o regulaciones climáticas y ambientales más flexibles o inexistentes (OECD, 2024a). Una situación similar se hace evidente en el sector del transporte: los vehículos eléctricos se producen y comercializan cada vez más en regiones desarrolladas y en China, mientras que los vehículos de motor de combustión interna nuevos y usados más baratos continúan vendiéndose en los países en desarrollo, que a menudo carecen de la infraestructura de fabricación automotriz o de marcos regulatorios necesarios para apoyar la transición a vehículos de tecnología más avanzada (IEA, 2024c). Esta situación socava los objetivos de la política original al limitarse a trasladar las emisiones de una región a otra en lugar de reducir las emisiones globales en general. Como resultado, mientras que los países con políticas y regulaciones estrictas de precios del carbono pueden reducir sus emisiones domésticas, las

emisiones globales pueden permanecer igual o incluso empeorar. Las industrias que se trasladan a países con salvaguardas ambientales más débiles a menudo asumen costes operativos más bajos, lo que también puede crear un campo de juego desigual y desalentar la inversión en tecnologías más limpias. Por otra parte, este cambio puede exacerbar los problemas de contaminación del aire en los países receptores de la inversión, que pueden carecer de la infraestructura o de la voluntad política para mitigar los problemas de salud pública y el perjuicio al medio ambiente.

Los mecanismos de precios del carbono pueden tener impactos regresivos tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, en donde los hogares de menores ingresos tienden a gastar una mayor proporción de sus ingresos en energía y otros bienes intensivos en carbono, lo que potencialmente exacerba la desigualdad económica.

Además de los impactos climáticos, estos instrumentos imponen cargas sociales significativas y tienen implicaciones económicas importantes, particularmente en sus efectos distributivos globales (Piontek et al., 2023). Los estudios han demostrado que los mecanismos de precios del carbono pueden tener efectos regresivos tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados (IDB, 2022), en donde los hogares de menores ingresos tienden a gastar una mayor proporción de sus ingresos en energía y otros bienes intensivos en carbono, lo que potencialmente exacerba la desigualdad económica si no se aborda adecuadamente a través de medidas compensatorias como reembolsos, redistribuciones de suma fija o subsidios verdes progresivos (Vona F., 2023). Sin embargo, en



algunos países en desarrollo, en los que existen amplias brechas sociales y económicas, los precios del carbono han mostrado resultados más progresivos, particularmente en el sector del transporte (Ohlendorf et al., 2021). En estos contextos, los planes bien diseñados que reinviertan los ingresos del carbono en programas sociales, acceso a energías renovables o mejoras de las infraestructuras pueden tener efectos redistributivos, ayudando a aliviar la pobreza y reducir la desigualdad.

Resulta de la máxima importancia considerar cuidadosamente los enfoques metodológicos y los parámetros utilizados en los estudios que evalúan los impactos distributivos, tanto entre países como dentro de ellos. La investigación sugiere que las evaluaciones basadas en los ingresos pueden exagerar los efectos regresivos de los precios del carbono, distorsionando potencialmente los resultados de las políticas. En contraste, los enfoques basados en el gasto proporcionan un medio más preciso y confiable para evaluar las cargas de carbono y ofrecen una imagen más nítida de cómo los precios del carbono afectan a los distintos grupos socioeconómicos (Shei et al., 2024).

Por lo tanto, aunque los precios del carbono son una herramienta clave para impulsar la acción climática, su éxito depende no solo de su efectividad ambiental, sino también de cómo se distribuyen equitativamente los costes y beneficios (EPG, 2023). Hay que considerar cuidadosamente los contextos sociales y económicos en los que se aplican estas medidas, ya que esto resulta clave para garantizar que contribuyan tanto a los objetivos climáticos como a los de desarrollo socioeconómico en un sentido más amplio. Los responsables políticos deben prever medidas complementarias para mitigar los impactos negativos en las poblaciones vulnerables, de modo que el camino hacia la neutralidad climática sea inclusivo y justo a un tiempo.

Hay que considerar cuidadosamente los contextos sociales y económicos en los que se aplican estas medidas, ya que esto resulta clave para garantizar que contribuyan tanto a los objetivos climáticos como al desarrollo socioeconómico en un sentido más amplio. Los responsables políticos deben prever medidas complementarias para mitigar los impactos negativos en las poblaciones vulnerables, de modo que el camino hacia la neutralidad climática sea inclusivo y justo a un tiempo.

2.3. El acceso a la energía y los desafíos distributivos de las políticas climáticas

La energía está en el centro del debate que plantea el cambio climático, y una razón clave detrás de las dificultades continuas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero bajo la CMNUCC y el Acuerdo de París (2015) es la fuerte correlación positiva entre el PIB y el acceso a la energía. Datos recientes del Grupo del Banco Mundial muestran un coeficiente de correlación de 0,33, con lo que queda patente el vínculo persistente entre el crecimiento económico y el consumo de energía (WBG, 2024a). Esta relación subraya la realidad de que el desarrollo económico de un país generalmente mejora a medida que se expande su acceso a la energía. La interacción entre el acceso a la energía y los efectos distributivos de las políticas climáticas es intrincada, particularmente cuando se buscan resultados equitativos a través de políticas y regulaciones de precios del carbono y el despliegue de tecnologías limpias. Estas políticas deben equilibrar la necesidad de reducir las emisiones con el imperativo de garantizar energía asequible y fiable para todos, especialmente para las poblaciones vulnerables, con vistas a lograrlo en el 2030 (ODS 7). Asegurar que los mecanismos de precios del carbono y las transiciones hacia las energías limpias no impongan una carga desproporcionada sobre los grupos de ingresos más bajos o las regiones en desarrollo es crucial para fomentar un crecimiento inclusivo y sostenible a la vez que se aborda el cambio climático.

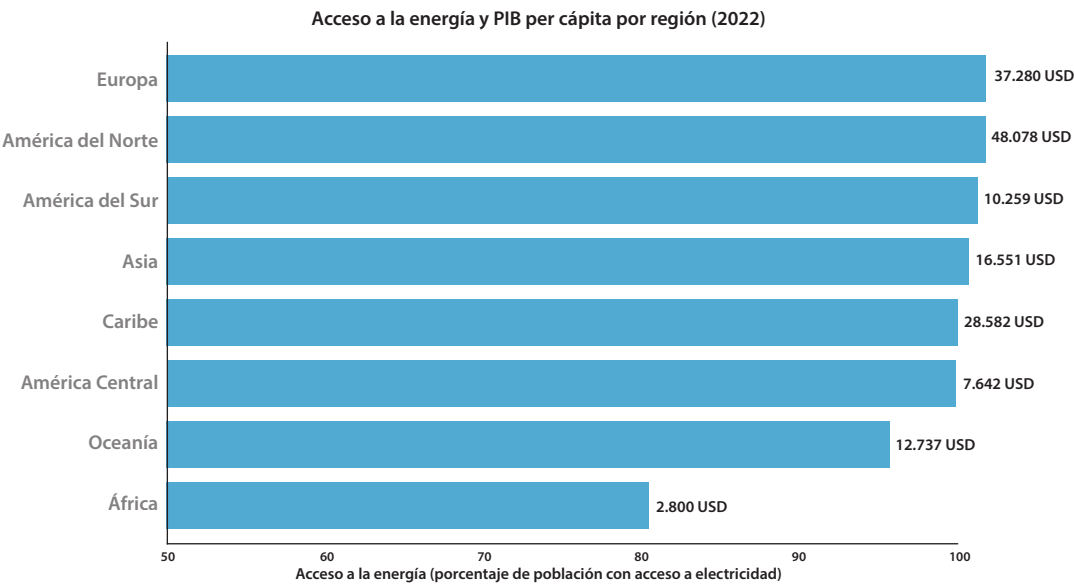
La pobreza energética limita las oportunidades de avance económico, aumenta la vulnerabilidad a los riesgos climáticos y profundiza aún más la pobreza.

El acceso a la energía es un catalizador de primer orden para las actividades económicas: impulsa la productividad, el crecimiento industrial y el desarrollo general. Sin embargo, la distribución de estos beneficios es desigual (véase la **figura 2.7**) y a menudo deja atrás a las poblaciones más vulnerables, particularmente en las economías emergentes y en desarrollo, incapaces de compartir las ventajas del aumento del acceso a energías renovables y limpias. Esta disparidad complica aún más los esfuerzos para lograr los objetivos globales de reducción de las emisiones al mismo tiempo que se asegura un progreso económico equitativo.

El cambio climático está amplificando significativamente la imprevisibilidad de los recursos hídricos, que son vitales para la generación de energía, especialmente en lo que respecta a la energía hidroeléctrica y los sistemas de enfriamiento en las plantas de energía. A medida que los cambios ambientales se intensifican, las comunidades más vulnerables –que ya pugnan por mejorar su acceso a la energía y el agua– sufrirán los efectos más drásticos y se agravarán las desigualdades existentes.

La falta de acceso fiable a la energía socava significativamente la capacidad de las comunidades vulnerables para adaptarse al cambio climático. Por ejemplo, sin electricidad y sin combustibles asequibles, los agricultores no pueden utilizar sistemas de riego modernos, almacenamiento controlado por la temperatura o transporte refrigerado, con lo que cada vez son más vulnerables a las olas de calor, sequías y otros riesgos climáticos extremos. Del mismo modo, las pequeñas empresas que dependen de la energía para la refrigeración, la iluminación u otras tecnologías clave luchan por trabajar con eficiencia, con lo que sus ingresos están en riesgo y el crecimiento económico general se resiente. El ciclo de pobreza energética limita las oportunidades de avance económico, aumenta

Figura 2.7. Acceso a la energía y PIB, 2022



Fuente: datos del Banco Mundial, <https://data.worldbank.org/>

la vulnerabilidad a los riesgos climáticos y profundiza aún más la pobreza. A título ilustrativo (aunque sin ánimo de ser exhaustivos), el acceso a la energía es crucial para:

- **Productividad agrícola:** los agricultores no pueden usar herramientas y tecnologías agrícolas modernas sin acceso a la energía, particularmente electricidad. Esto limita su productividad y capacidad para responder a los cambios ambientales, confinándolos a la agricultura de subsistencia y condenándolos a niveles de ingresos bajos.
- **Atención médica:** el acceso inadecuado a la energía limita la disponibilidad y la calidad de los servicios de atención médica. Las instalaciones médicas necesitan electricidad fiable para iluminación, refrigeración de medicamentos y funcionamiento de los equipos médicos esenciales. Sin estos servicios, los indicadores de salud en las comunidades vulnerables se deterioran, y reducen la capacidad de estas comunidades para adaptarse y recuperarse de los impactos climáticos relacionados con la salud.
- **Educación:** el acceso a la energía es esencial para el éxito educativo. Las escuelas sin electricidad no pueden ofrecer clases nocturnas, acceder a herramientas de aprendizaje digital o proporcionar un entorno propicio para el aprendizaje. Esto limita las oportunidades educativas disponibles para los jóvenes en las comunidades afectadas y perpetúa los ciclos de pobreza.
- **Emprendimiento y empleo:** la ausencia de energía restringe la capacidad de iniciar y hacer prosperar negocios. Muchas industrias a pequeña escala, como las de procesamiento de alimentos, textiles y artesanías, dependen del suministro fiable de energía para operar la maquinaria, mantener los horarios de producción y almacenar bienes. Sin energía, las empresas no pueden competir, con lo que se reducen las oportunidades de empleo y el crecimiento económico en las áreas vulnerables.

Por lo tanto, abordar el ODS 7, que se refiere a la brecha energética global, es de suma importancia para el desarrollo económico. También es esencial como un componente central de una estrategia global para mitigar los impactos del cambio climático y promover la sostenibilidad a largo plazo en las regiones más vulnerables del mundo.

2.4. Efectos climáticos y sociales inesperados de las soluciones de energía limpia

La transición de los combustibles fósiles a la energía renovable es esencial para mitigar el cambio climático, pero también presenta obstáculos sociales y económicos de primer orden. Las comunidades que dependen de las industrias de combustibles fósiles, como la minería de carbón y la extracción de petróleo, se enfrentan a pérdidas de empleo y recesiones económicas a medida que estos sectores declinan. Mientras tanto, la expansión de la infraestructura de energías renovables puede generar tensiones sociales, particularmente en áreas rurales y

marginadas. Los proyectos a gran escala, como los parques eólicos y solares, requieren un uso extensivo de la tierra, lo que potencialmente desplaza a las poblaciones locales y altera los medios de vida tradicionales.

El uso de la energía hidroeléctrica, un recurso renovable dominante, ilustra estos desafíos (véase el **recuadro 2.2**). Si bien la energía hidroeléctrica proporciona electricidad de manera estable en muchas regiones, es altamente vulnerable a la variabilidad climática. Las sequías prolongadas y los patrones de precipitación cambiantes reducen los niveles de los embalses, socavando la capacidad de generación y exacerbando la inseguridad energética. Históricamente, los proyectos hidroeléctricos también han causado desplazamientos forzados, pérdida de tierras agrícolas y acceso restringido al agua, circunstancias que han afectado en mayor medida a las comunidades de bajos ingresos. El aumento de los costes de la electricidad debido a la disminución de la disponibilidad de energía hidroeléctrica profundiza aún más las desigualdades sociales.

La resiliencia económica y ambiental de los países dependientes de la energía hidroeléctrica varía significativamente. Brasil y Vietnam, por ejemplo, han abordado proactivamente los riesgos hidroeléctricos diversificando las fuentes de energías renovables para reducir su vulnerabilidad. Por el contrario, India y Colombia continúan dependiendo en gran medida de la energía hidroeléctrica, lo que los hace más vulnerables a la escasez de energía y a las interrupciones económicas a causa de condiciones hidrológicas erráticas. Sin una diversificación estratégica, estos países se arriesgan a un suministro energético inestable a largo plazo.

Los extremos climáticos amenazan aún más la sostenibilidad de la energía hidroeléctrica. En Colombia, donde la energía hidroeléctrica representa más del 60% de la generación de electricidad, las precipitaciones impredecibles y las sequías prolongadas presentan riesgos significativos. Los estudios indican que los países más ricos tienden a reducir su dependencia de la energía hidroeléctrica a medida que crece el PIB, cambiando hacia fuentes de energía diversificadas. En contraste, los países de menores ingresos son doblemente vulnerables, a la inseguridad energética y a las dificultades económicas. Invertir en renovables alternativas como la energía eólica y solar es fundamental para mitigar estos riesgos.

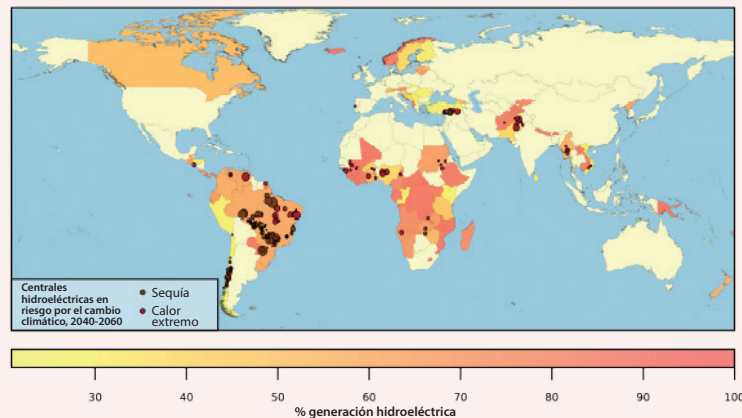
Para asegurar una transición energética justa y sostenible, los responsables políticos deben abordar los impactos socioeconómicos de la expansión de las energías renovables. Esto requiere incorporar a las comunidades afectadas en la toma de decisiones, fomentar alternativas económicas locales e implementar estrategias adaptativas como la mejora de la previsión hidrológica y las infraestructuras resilientes al clima. Al adoptar un enfoque global y orientado a la equidad, los países pueden maximizar los beneficios de las energías renovables a la vez que minimizan sus consecuencias no deseadas, garantizando en última instancia la seguridad energética, la estabilidad económica y el bienestar social frente a un clima cambiante.

Recuadro 2.2. La energía hidroeléctrica

En los últimos años, la participación de los recursos de energía renovable, como la energía eólica y solar, en la matriz eléctrica global ha aumentado constantemente. Sin embargo, la energía hidroeléctrica sigue siendo la forma dominante de energía renovable. En 2023, la energía hidroeléctrica representó el 14,3% de la generación eléctrica global, mientras que la energía eólica y solar representaron el 7,8% y el 5,5%, respectivamente. Estos porcentajes varían significativamente por región: en América del Sur, la energía hidroeléctrica representa el 56,8% de la generación eléctrica total, en comparación con el 13,2% en América del Norte y el 12,3% en Asia.

A medida que el mundo se enfrenta a los desafíos planteados por el cambio climático, el impacto en los recursos hidroeléctricos no puede subestimarse. La energía hidroeléctrica depende en gran medida de un flujo de agua constante, que está cada vez más en peligro debido a los patrones climáticos cambiantes, las sequías prolongadas y el derretimiento de los glaciares. Estas interrupciones representan serios riesgos para las economías emergentes y en desarrollo, particularmente en aquellos casos en los que la energía hidroeléctrica representa una parte sustancial de la generación eléctrica total.

Centrales hidroeléctricas en riesgo por el cambio climático, 2040-2060



Nota: el mapa se refiere a sequías y olas de calor (más de 12 semanas con temperaturas medias superiores a 35 °C) que afectarán a las centrales eléctricas en 2050. El tamaño de los círculos representa la capacidad de generación de energía de las centrales. Incluye países en los que la energía hidroeléctrica representa al menos el 20% de la generación total. Fuente: Instituto de Recursos Mundiales, Base de Datos Global de Centrales de Energía, <https://datasets.wri.org/dataset/globalpowerplantdatabase>. Las fronteras y los nombres mostrados, así como las designaciones utilizadas en este mapa, no implican respaldo oficial o aceptación por parte de las Naciones Unidas.

Este mapa muestra las centrales hidroeléctricas que se prevé que estén en riesgo en 2050 debido a sequías prolongadas y olas de calor que superen las 12 semanas con temperaturas medias de más de 35 °C. Como se ha señalado, el sur global se verá particularmente afectado.

Brasil es un ejemplo a destacar, ya que se espera que un gran número de sus centrales hidroeléctricas se vean afectadas por el cambio climático. Colombia también puede verse afectada, ya que la energía hidroeléctrica representa el 62,3% de su generación total de energía (Ritchie y Rosado, 2024). Si los niveles de precipitaciones son más bajos de lo esperado, esto puede poner en peligro los sistemas de generación de energía, lo que podría alterar la economía del país. Por ejemplo, una débil La Niña en Colombia o en otros lugares podría afectar el nivel de generación hidroeléctrica (FAO, 2024a). La disminución de las precipitaciones vinculada a estos fenómenos hará disminuir los niveles de agua en los embalses, comprometiendo así la eficiencia y la fiabilidad de las centrales hidroeléctricas.

La menor disponibilidad de recursos hidroeléctricos en ciertas regiones podría llevar a un aumento en los costes energéticos, lo que sin duda afectaría a los negocios locales. Los efectos en cadena de la escasez de energía pueden perjudicar seriamente a sectores como el turismo y la agricultura, ambos vitales para las economías de muchos países en desarrollo. Esto subraya la necesidad urgente de que los países diversifiquen sus fuentes energéticas y aceleren la adopción de recursos alternativos como la energía eólica y solar, con el objeto de fomentar su resiliencia y mantener la competitividad en un panorama energético en evolución.

No obstante, la energía hidroeléctrica seguirá ayudando a las comunidades a satisfacer sus necesidades de electricidad, lo cual es muy importante para países en desarrollo como China e India, los países de la región de la ASEAN (Asociación de Naciones del Sudeste Asiático) y los de África, que según la Agencia Internacional de la Energía están llamados a liderar las incorporaciones de capacidad energética global hasta 2030 (IEA, 2024e). Para estos países, y para cualquier otro que contemple el desarrollo hidroeléctrico, es fundamental seguir las directrices específicas que aborden las dimensiones económicas, ambientales y sociales de las nuevas centrales hidroeléctricas (así como de las existentes). Uno de los objetivos de establecer mecanismos sólidos para la participación de las partes interesadas durante el ciclo de vida de estos proyectos es mitigar los riesgos para las comunidades y los promotores (IHA, 2020). Este enfoque inclusivo no solo apoya la generación responsable de energía, sino que también promueve beneficios económicos y ambientales duraderos para las localidades afectadas.

2.5. La transición verde y sus implicaciones para el trabajo

La transición prevista por el Acuerdo de París (2015) para lograr un escenario de emisiones netas cero presenta un profundo reto tecnológico y organizativo en los sectores productivos y de servicios, particularmente en las ciudades de rápido crecimiento y aquellas que se adaptan a las nuevas condiciones climáticas. Esta transición va más allá de limitarse a reducir las emisiones de GEI; presenta una oportunidad única para impulsar el cambio mediante la creación de empleos verdes, estimulando la innovación a través de nuevos negocios y generando riqueza sostenible. Tiene un potencial inmenso para los países que más urgentemente necesitan sacar a sus poblaciones de la pobreza, mitigar los riesgos de conflictos internos y garantizar la estabilidad a largo plazo. También implica una transformación integral de los procesos industriales y de producción, con impactos de gran alcance en la planificación urbana, la infraestructura energética, las redes de transporte y los sistemas de producción de alimentos. Podemos construir comunidades resilientes y permitir un futuro global más inclusivo y equitativo al integrar estas transiciones en un marco seguro y sostenible.

Desde una perspectiva laboral, esta transición ofrece oportunidades sustanciales, como la creación de millones de empleos verdes, esenciales para construir una economía sostenible. Según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y la OIT, el cambio hacia una economía más verde podría crear hasta 139 millones de empleos a nivel mundial para 2030, particularmente en sectores como las energías renovables y las tecnologías de transición energética (IRENA e ILO, 2023). Se prevé que estos nuevos empleos contribuyan a aumentar los salarios y mejorar las condiciones laborales, especialmente en las regiones que invierten en mejorar las habilidades de su fuerza de trabajo para satisfacer las demandas de las nuevas tecnologías.

Sin embargo, esta transición también presenta desafíos significativos. El cambio hacia tecnologías verdes y prácticas sostenibles llevará inevitablemente a la eliminación gradual de ciertos sectores y puestos de trabajo, particularmente aquellos que dependen de los combustibles fósiles y de los procesos intensivos en carbono. Esta sustitución tecnológica y reestructuración laboral probablemente tendrá efectos distributivos no deseados, sobre todo pérdidas de empleo en industrias tradicionalmente difíciles de descarbonizar y sectores con altas emisiones de GEI, como la minería del carbón, la extracción del petróleo y el gas, la producción de carne o las industrias manufactureras fuertemente dependientes de recursos no renovables.

Estas transformaciones plantean un riesgo significativo de empobrecimiento social, ya que los trabajadores en las industrias tradicionales pueden tener dificultades para lograr un nuevo empleo, particularmente si carecen de las habilidades necesarias para los trabajos verdes emergentes. En algunos casos también deberán trasladarse a otro lugar, con todo lo que ello conlleva. Esta perturbación económica podría desencadenar inestabilidad a corto plazo, mientras

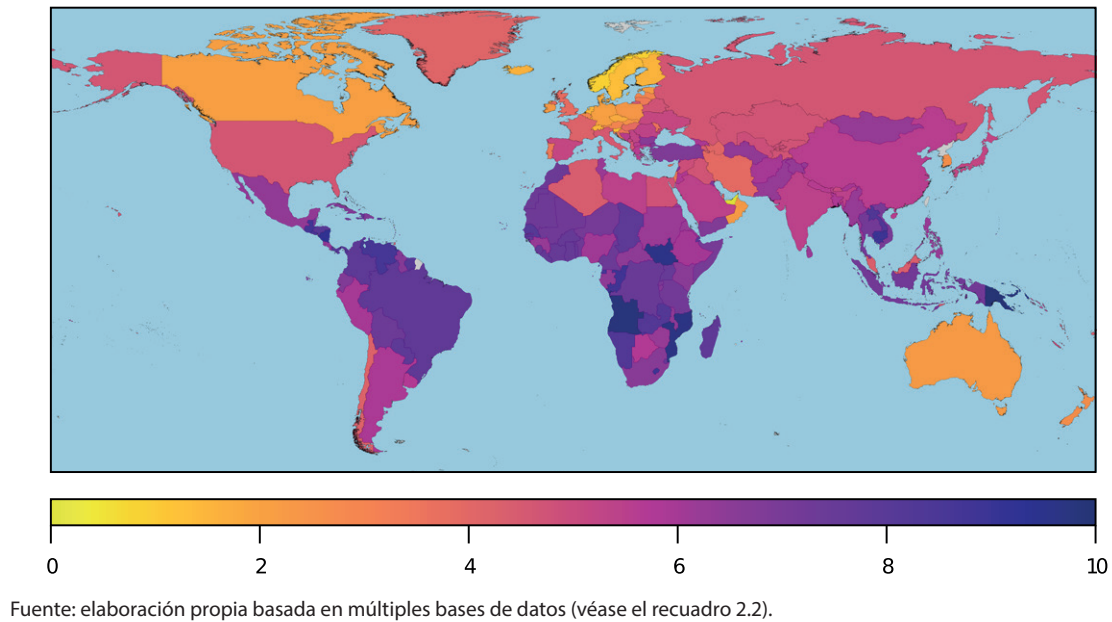
a largo plazo persisten las desigualdades, que afectan en mayor medida a las comunidades vulnerables. A medida que aumenta el desempleo y se generaliza el cierre de negocios, puede intensificarse el potencial de disturbios sociales e incluso de violencia, lo que desestabilizará aún más a las regiones afectadas.

Si la transición hacia una economía verde no se gestiona de forma inclusiva, con medidas de protección social firmes y políticas para apoyar la reconversión económica y laboral, podría agravar las divisiones sociales y crear nuevos focos de pobreza y marginación.

Si la transición hacia una economía verde no se gestiona de forma inclusiva, con medidas de protección social firmes y políticas para apoyar la reconversión económica y laboral, podría agravar las divisiones sociales y crear nuevos focos de pobreza y marginación. Por lo tanto, es fundamental que los gobiernos y las organizaciones no solo se centren en los aspectos tecnológicos y ambientales de la transición, sino que también prioricen su dimensión social, para asegurarse de que nadie se quede atrás en el camino hacia un futuro sostenible.

Por ejemplo, Sudáfrica e Indonesia deben hacer frente a desafíos significativos mientras transitan de economías dependientes del carbón a sistemas energéticos más sostenibles, de acuerdo con los compromisos internacionales para combatir el cambio climático. Sudáfrica, en donde más del 70% de la generación de electricidad depende del carbón, guarda estrechos lazos económicos con la minería del carbón, particularmente en Mpumalanga, un motor económico de primer orden (JET-IP, 2023). De manera similar, Indonesia es el mayor exportador mundial de carbón térmico y depende en gran medida de los ingresos del carbón, especialmente en las regiones productoras como Kalimantan y Sumatra (Power Technology, 2024). Ambos países se hallan bajo una presión creciente para eliminar gradualmente el carbón y transitar hacia sistemas energéticos más verdes: Sudáfrica aprobó en 2023 un Plan de Inversión para la Transición Energética Justa (JET-IP), e Indonesia tiene el objetivo de alcanzar emisiones netas cero para 2060 mientras elimina gradualmente las centrales eléctricas de carbón para 2050.

Para apoyar estas transiciones, algunos organismos internacionales han prometido fondos sustanciales: 8.500 millones de dólares a Sudáfrica a través de la Asociación para una Transición Energética Justa y 20.000 millones a Indonesia. Estos fondos se centran en inversiones en energías renovables, diversificación económica regional y creación de empleos verdes, a la vez que abordan los riesgos de trastornos sociales y económicos en las regiones más dependientes del carbón. A pesar de estos esfuerzos, ambos países afrontan retos significativos, entre los que se cuentan posibles pérdidas de empleo, problemas de gobernanza y la resistencia de las comunidades locales. La Comisión Presidencial del Clima en Sudáfrica destaca la necesidad

Figura 2.8. Índice de vulnerabilidad de los trabajadores a los impactos de la transición climática, 2040-2060

del reciclaje profesional entre los trabajadores del carbón y una aplicación transparente de la transición para atenuar sus impactos sociales, mientras que Indonesia se encuentra en una situación similar para distribuir los beneficios con justicia y superar las barreras de gobernanza.

El éxito para ambas naciones dependerá del compromiso efectivo de la comunidad, el incremento de las industrias verdes y un apoyo igualitario y justo tanto para los trabajadores como para las regiones vulnerables durante la transición.

Para este informe se ha desarrollado un **índice de vulnerabilidad de los trabajadores a los impactos de la transición climática** para evaluar una serie de riesgos laborales, tanto personales como estructurales, que permiten o dificultan una transición justa para los trabajadores (véase el **recuadro 2.3** para la metodología). Analiza seis dimensiones relevantes en relación con la capacidad de los trabajadores individuales para adaptarse a una situación industrial cambiante, tales como una fuerza laboral joven, individuos altamente educados y las desigualdades de género en el mercado laboral. Los indicadores restantes miden desafíos estructurales que dependen del mercado y de las políticas públicas, como la capacidad del gobierno para invertir en programas de apoyo a los ingresos según su deuda externa, la desigualdad de ingresos y su impacto en las oportunidades laborales y en la movilidad social, y el papel activo o rezagado de un gobierno en la transición hacia las emisiones netas cero según las investigaciones y la innovación que impulse.

Dos factores cruciales para asegurar una transición justa para los trabajadores frente a futuros climáticos impredecibles son la flexibilidad y la movilidad de la fuerza laboral; también reviste una gran importancia la solidez de los sistemas de apoyo a los ingresos. Las medidas esenciales para facilitar una transición que no deje a nadie atrás incluyen la asistencia

para el ajuste comercial y el apoyo a los ingresos, que pueden implicar costes sustanciales predominantemente asumidos por los gobiernos. Una fuerza laboral envejecida, menos propensa a la flexibilidad y la movilidad, plantea desafíos adicionales, y puede presentar obstáculos adicionales para que estos mecanismos sean eficaces. Hay evidencia de que «la transición hacia las emisiones netas cero está creando [...] empleos de buena calidad [...] en ocupaciones altamente cualificadas y representa una oportunidad sobre todo para los trabajadores urbanos mejor formados [...]. En contraste, los nuevos puestos de trabajo verdes pueden no ser una alternativa suficientemente atractiva para los trabajadores de baja cualificación» (OECD, 2024c).

La innovación tecnológica y un firme apoyo público para las industrias emergentes son esenciales para evitar las inversiones fallidas en sectores que ya no son compatibles con un futuro climático incierto. Los sectores económicos son vulnerables a riesgos físicos, como los fenómenos climáticos extremos, y a riesgos de transición, los que surgen de los cambios económicos que experimenta el mercado. Por ejemplo, la agricultura y la construcción son sectores en los que los trabajadores tienen más probabilidades de verse afectados por riesgos físicos. Por otra parte, sectores como la energía, la extracción de combustibles fósiles, la manufactura y la minería afrontan riesgos significativos ante las transiciones económicas. Además, industrias como el turismo pueden perder ingresos y sufrir daños físicos debido a la degradación de los ecosistemas y el aumento del nivel del mar.

África es la región más vulnerable del mundo para los trabajadores que se enfrentan a transiciones sociotecnológicas de naturaleza climática, seguida de cerca por América.

Al analizar todos estos factores, el índice proporciona una visión exhaustiva y de distribución geográfica (véase la **figura 2.8**) de las vulnerabilidades a las que se enfrentan los trabajadores en el contexto del cambio climático. Destaca las medidas necesarias para apoyar una transición justa, asegurando que todos los trabajadores estén adecuadamente protegidos y preparados para los cambios que se avecinan.

Recuadro 2.3. Índice de vulnerabilidad de los trabajadores a los impactos de la transición climática

Este índice evalúa la vulnerabilidad de los trabajadores a la transición hacia las emisiones netas cero en seis categorías, cada una clasificada por un percentil.

1. **Fuerza laboral joven:** medida por la proporción de la población de 20-39 años respecto a la de 40-65 años. Cálculo basado en la base de datos de población del Grupo del Banco Mundial (WBG, 2024).
2. **Educación:** evaluada según los años de escolaridad media de la población (UNDP, 2024).
3. **Desigualdad:** evaluada utilizando el índice de Gini (WBG, 2024; CIA, 2024).
4. **Investigación e innovación:** medida por el número de artículos en revistas científicas y técnicas por millón de habitantes, según la información que proporcionan los países a la UNESCO (UIS, 2024).
5. **Deuda pública:** evaluada por el servicio de la deuda y la deuda del gobierno central (Banco Mundial, 2024d).
6. **Género:** medida por el índice de desigualdad de género (IDG) (UNDP, 2024).

Las puntuaciones para estas seis categorías se promedian, y el resultado se normaliza para obtener un valor que oscila entre 0 (país menos vulnerable) y 10 (país más vulnerable). Los trabajadores en sectores al aire libre, como la agricultura y la construcción, son particularmente vulnerables a los impactos físicos como el calor extremo. Por otra parte, los que están en los sectores de energía, manufactura y minería afrontan los mayores riesgos debido a los factores de transición.

Como se puede ver en el mapa de la **figura 2.9**, África es la región más vulnerable del mundo para los trabajadores, seguida de cerca por América. Los países en estas regiones tienen una puntuación general alta en el índice de vulnerabilidad de los trabajadores, y son particularmente vulnerables en áreas esenciales como la educación, la investigación e innovación, la igualdad de género y la deuda pública. Estos factores crean una red compleja de desafíos que impiden el desarrollo sostenible y el progreso socioeconómico de una región. Mientras tanto, aunque en general es más resiliente, Europa muestra vulnerabilidades significativas en su fuerza laboral joven y el servicio total de la deuda pública, lo que indica posibles tensiones económicas a largo plazo. América, por su parte, enfrenta su mayor vulnerabilidad en términos de desigualdad: las disparidades económicas, profundamente arraigadas, podrían exacerbar la inestabilidad sociopolítica. La migración de sur a norte, impulsada por movimientos legales e ilegales de trabajadores que se han lanzado a emigrar por circunstancias económicas, políticas o de violencia, pone de relieve los conflictos en curso en la frontera entre Estados Unidos y México. Los riesgos relacionados con el clima podrían agravar aún más estas presiones migratorias, probablemente intensificando las vulnerabilidades existentes en la región.

A escala mundial, los países más vulnerables a la transición laboral son sobre todo los clasificados como países menos desarrollados (PMD), los países en desarrollo sin litoral (PDSL) y los pequeños Estados insulares en desarrollo (SIDS). Todos estos países se sitúan sistemáticamente por encima de la media global en términos de vulnerabilidad general ante el cambio climático. Concretamente, los PMD y los PDSL se ven afectados en mayor medida por desafíos educativos, de investigación e innovación, igualdad de género y desigualdad. Estas categorías representan áreas sensibles de debilidad sistémica que pueden obstaculizar el crecimiento y el desarrollo. Los SIDS, debido a sus singulares circunstancias geográficas y económicas, son más susceptibles a vulnerabilidades en términos de educación, igualdad de género, una fuerza laboral joven, deuda pública y desigualdad. Su aislamiento y dependencia de sectores económicos limitados hace que sean particularmente sensibles a los choques externos.

Según datos de la OIT, 765 millones de personas viven en países expuestos al cambio climático y trabajan en sectores vulnerables al calor extremo, como la agricultura y la construcción.

Entre los países y territorios más vulnerables a nivel mundial, destacan Papúa Nueva Guinea, Angola, Mozambique, Sudán del Sur y Bermudas. Estos lugares se enfrentan a desafíos que afectan significativamente su capacidad para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los SIDS más vulnerables incluyen Papúa Nueva Guinea, Bermudas, Puerto Rico, las Islas Marianas del Norte y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos. Estas islas están especialmente en riesgo debido a sus reducidas economías, recursos limitados y exposición a peligros ambientales. Angola, Mozambique, Sudán del Sur, Camboya y Lesoto son los PMD más vulnerables. Estos países se caracterizan por su pobreza generalizada, instituciones débiles y acceso limitado a los mercados globales. Entre los PDSL, Sudán del Sur, Lesoto, Laos, Zambia y Chad son los más vulnerables y se enfrentan a desafíos significativos relacionados con su aislamiento geográfico, la dependencia de países de tránsito e infraestructuras limitadas, todo lo cual obstaculiza su desarrollo económico y su integración en las redes de comercio global.

Según datos de la OIT (ILO, 2024c), 765 millones de personas viven en países expuestos al cambio climático y trabajan en sectores vulnerables al calor extremo (véase el **recuadro 2.3**), como la agricultura (**recuadro 2.4**) y la construcción. Estas vulnerabilidades afectan especialmente a los trabajadores mayores y a las mujeres embarazadas, junto con los trabajadores migrantes e informales y las personas con discapacidades. Otros factores sociales que influyen en la vulnerabilidad física se describen en el índice de vulnerabilidad social que evalúa la vulnerabilidad a los impactos climáticos físicos (véase el **recuadro 1.2** y la **figura 1.6**). Los efectos pueden ser leves, como la fatiga por calor, o graves y potencialmente mortales, incluyendo el agotamiento por calor, la insolación, accidentes y lesiones, así como trastornos electrolíticos. A largo plazo, el calor extremo aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, renales, respiratorias y de salud mental (ILO, 2024). 247 millones de mujeres y 49 millones de personas mayores de 65 años trabajan en la agricultura o la construcción y se prevé que estén expuestas al calor extremo debido al cambio climático.



© Djohan Shahrin/Shutterstock.com*

Recuadro 2.4. El aumento de temperaturas augura un futuro incierto para las plantaciones de café

La importancia mundial del café no solo se explica por ser uno de los cultivos tropicales más consumidos, sino también por la cantidad de personas (agricultores, tostadores, baristas) cuyos ingresos dependen de las distintas actividades asociadas a él, desde la cosecha y el procesamiento hasta la distribución y la venta al por menor. Se estima que los medios de subsistencia de aproximadamente 125 millones de personas en todo el mundo dependen de la producción de café, entre los que se cuentan 25 millones de pequeños agricultores en los países en desarrollo (Fairtrade Foundation, 2024).

No obstante, dado que la producción de café requiere temperaturas que oscilen entre 18 y 22 °C (Scott, 2015), el aumento de las temperaturas globales y las condiciones climáticas cambiantes amenazan con acarrear consecuencias no deseadas, como menores rendimientos y una reducción del área apta para su cultivo, lo que puede afectar especialmente a los agricultores en contextos vulnerables (Grüter et al., 2022). Se estima que el área de cultivo mundial del café, el anacardo y el aguacate podría reducirse debido al cambio climático. En el caso del café, el área de cultivo podría disminuir hasta un 50% para 2050 (IDB, 2022a). México, el décimo mayor productor mundial de granos de café (USDA, 2024), ha aportado abundantes pruebas de la lucha a la que debe hacer frente la industria del café en medio de condiciones climáticas cambiantes, entre otros factores.

Durante al menos las dos últimas décadas, México ha experimentado una caída tanto en el tamaño de sus áreas de cultivo como, en consecuencia, en sus niveles de producción. Entre 2003 y 2023, la superficie destinada al cultivo del café disminuyó de 789.073 hectáreas a 699.506 (SIAP, 2024), mientras que la producción registró una caída de alrededor del 34% en el mismo período, pasando de 1,621 millones de toneladas a 1,058 millones.

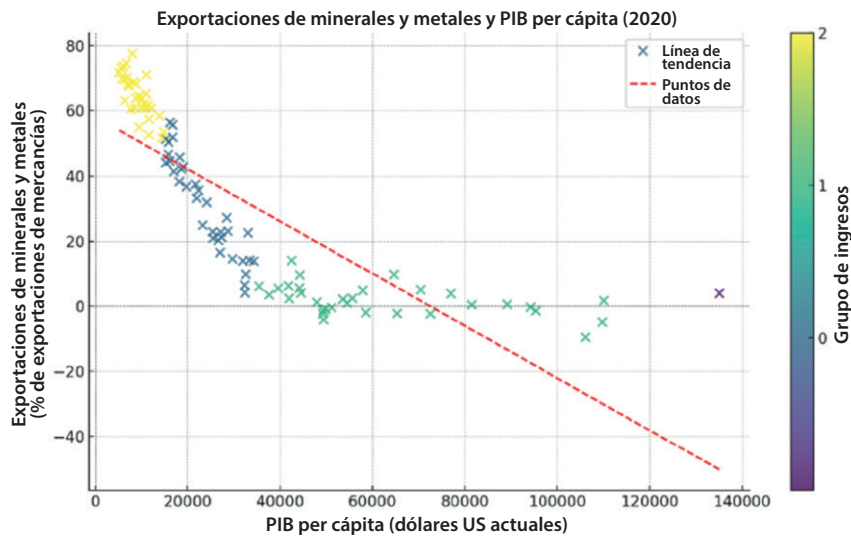
En el estado de Veracruz, el segundo mayor productor de bayas de café del país, dos de las principales regiones productoras son Coatepec y Fortín. En los últimos veinte años, la producción de Coatepec se contrajo de 0,092 a 0,049 millones de toneladas, y la de Fortín, de 0,210 a 0,126 (SIAP, 2024). Las economías locales están fuertemente vinculadas a la producción de café como medio de subsistencia, lo que significa que 86.000 productores y sus familias dependen de ella para su estabilidad financiera (Gabriel-Hernández y Barradas, 2024).

El cambio climático ha sido uno de los principales factores que explican estas transformaciones en la región. Los agricultores informan de varios problemas relacionados con el clima que hacen que sus cultivos sean más vulnerables, entre los cuales el aumento de temperaturas, precipitaciones impredecibles y sequías prolongadas (Ronzón Benítez, 2020). Las olas de calor prolongadas hacen que las flores de café se sequen, lo que reduce la calidad de los granos y el rendimiento y afecta negativamente a los precios de mercado. El aumento del nivel de humedad, otro resultado de los patrones climáticos cambiantes, fomenta la aparición y propagación de enfermedades como la roya del café, lo que también puede llevar a disminuciones sustanciales en la producción. Las lluvias erráticas afectan los ciclos de floración y cosecha, aumentan los costes de producción y afectan a los rendimientos (Ronzón Benítez, 2020). Asimismo, las precipitaciones intensas hacen que las flores de café caigan prematuramente, resultando en granos más pequeños y de menor calidad. En resumen, los problemas relacionados con el clima son tanto una amenaza para la producción de café como para los medios de subsistencia de las comunidades en todo el mundo.

El segundo tipo de riesgo al que deben enfrentarse los trabajadores es el que plantea la transición climática. Este riesgo afecta a los empleados en sectores como la manufactura, la minería y la energía, que están particularmente expuestos a cambios hacia métodos de producción más limpios. Sin salvaguardas gubernamentales adecuadas –como programas firmes de reciclaje profesional y de apoyo a los ingresos–, muchos trabajadores podrían quedarse atrás en esta transición. Utilizando el índice de vulnerabilidad de los trabajadores a los impactos de la transición climática (véase la **figura 2.8** y el **recuadro 2.3**), nuestro análisis revela que 325 millones de trabajadores en todo el mundo están empleados en industrias en riesgo por la transición climática. Esto incluye a 108 millones de mujeres y a 106 millones de personas de 45 años o más, lo que destaca la necesidad de apoyos específicos para abordar estas vulnerabilidades.

Los trabajadores en los sectores de manufactura, minería y energía son vulnerables a quedarse atrás si, en una transición hacia una producción más limpia, los gobiernos no establecen suficientes salvaguardas para el reciclaje profesional y el apoyo a los ingresos.

La inteligencia artificial (IA) también está intensificando los desafíos laborales en sectores que están en transición hacia las tecnologías limpias. Si bien la IA está remodelando la fuerza de trabajo al automatizar tareas, crear nuevas oportunidades laborales, impulsar la demanda de reciclaje y aumentar el trabajo humano (IOE, 2024), simultáneamente está introduciendo nuevos retos ambientales y sociales (AI NOW, 2023) en el frente ambiental, la creciente dependencia de la IA de la energía, a menudo obtenida de combustibles fósiles, aumenta el consumo de electricidad y

Figura 2.9. Exportaciones de minerales y metales en comparación con el PIB per cápita en 2020

Fuente: World Bank Data <https://data.worldbank.org/>

las emisiones de carbono (**recuadro 2.6**). En cuanto al trabajo, la IA presenta riesgos como el desplazamiento laboral y la desigualdad salarial, y plantea preocupaciones éticas relacionadas con el sesgo algorítmico (IOE, 2024). La forma en que las sociedades aborden estos problemas será crucial para determinar si el impacto de la IA en la fuerza laboral es equitativo y sostenible a largo plazo (véase la sección 2.8).

2.6. ¿Quién posee las tecnologías y los minerales esenciales para un futuro neto cero?

El impacto del cambio climático en los minerales esenciales es una preocupación acuciante en el avance del mundo hacia una economía baja en carbono. Minerales como el litio, el cobalto y el níquel y los elementos de tierras raras son indispensables para las tecnologías de las energías renovables, los vehículos eléctricos y la electrónica avanzada. A medida que aumenta la demanda de estas tecnologías, también lo hace la necesidad de los minerales requeridos para producirlas. Esta creciente demanda está estrechamente ligada a los esfuerzos globales para mitigar el cambio climático, aunque, por otra parte, plantea también algunos escollos como la vulnerabilidad de las cadenas de suministro, repercusiones ambientales y dependencias económicas. Abordar estos retos es fundamental para garantizar una transición sostenible y equitativa hacia un futuro bajo en carbono (OECD, 2023).

El impacto del cambio climático en los minerales esenciales es una preocupación acuciante a medida que el mundo avanza hacia una economía baja en carbono. Los países en desarrollo que dependen en gran medida de la exportación de minerales y metales pueden encontrarse en una situación precaria al intentar equilibrar el crecimiento económico con prácticas de desarrollo sostenible.

Estas tecnologías requieren cantidades sustanciales de minerales esenciales, lo que impulsa su demanda global. Sin embargo, el impacto de esta demanda varía significativamente entre países. Las naciones en desarrollo que dependen en gran medida de la exportación de minerales y metales pueden encontrarse en una situación precaria al intentar equilibrar el crecimiento económico con prácticas de desarrollo sostenible. La **figura 2.9** nos da una rápida idea de esta relación, mostrando la interacción entre el PIB per cápita y las exportaciones de minerales y metales como porcentaje de las exportaciones de mercancías. El diagrama de dispersión está categorizado en tres grupos de ingresos (bajo, medio y alto) y muestra una clara tendencia negativa, con una línea de regresión que refleja un coeficiente de correlación de $-0,151$. Esta tendencia indica que los países con un PIB per cápita más elevado tienden a depender menos de las exportaciones de minerales y metales, lo que destaca su capacidad para diversificar la economía y no depender tanto de los recursos primarios.

En contraste, numerosos países en desarrollo parecen cada vez más dependientes de la exportación de estos minerales esenciales a medida que aumenta la demanda global. Esta mayor dependencia podría ir en detrimento de los esfuerzos por diversificar sus economías y lograr la sostenibilidad a largo plazo. Estas naciones se enfrentan a la gestión de presiones duales: por un lado, satisfacer la demanda internacional, y, por el otro, perseguir al mismo tiempo la diversificación económica y las prácticas sostenibles. Sin una gestión cuidadosa, existe el riesgo de que estos países dependan cada vez más de sus recursos, lo que dificultaría lograr objetivos económicos y ambientales más amplios, especialmente con respecto a los dos temas discutidos a continuación.

Vulnerabilidades de la cadena de suministro

Los fenómenos climáticos extremos, como las inundaciones, las sequías y los huracanes, pueden interrumpir las operaciones mineras y las redes de transporte y desembocar en escasez de suministros y volatilidad de precios. Además, muchos minerales esenciales se obtienen de regiones altamente susceptibles a los impactos del cambio climático, por lo que las cadenas de suministro son cada vez más vulnerables. También es relevante que más del 54% de los minerales de transición (litio, cobalto, níquel, etc.) se encuentran en o cerca de territorios indígenas (Owen et al., 2023).

Impactos ambientales y sociales

La extracción y el procesamiento de minerales esenciales pueden tener consecuencias ambientales significativas, tales como la destrucción de hábitats, la contaminación del agua y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas actividades a menudo ocurren en países donde las regulaciones ambientales pueden ser menos estrictas, lo que amplifica aún más su impacto (Moghim Dehkordi et al., 2024). Por otra parte, las implicaciones sociales de la minería, tales como el desplazamiento y la explotación laborales, pueden ser graves, particularmente en aquellas regiones en las que la gobernanza es débil.

Los países están adoptando cada vez más nuevas tecnologías energéticas, como se ilustra en la **figura 2.10**. Sin embargo, la investigación y la fabricación de tecnologías de energías renovables siguen estando altamente concentradas en unas pocas regiones geográficas. En la última década, la fabricación global de energía solar ha aumentado diez veces, pero la capacidad de producción está predominantemente situada en solo unos pocos países. Actualmente, cinco países poseen el 90% de la capacidad mundial para producir placas solares: China, que por sí sola representa el 60% de la capacidad mundial para la producción combinada de energía solar fotovoltaica, eólica y de baterías, seguida de Vietnam, India, Malasia y Tailandia. Esta concentración ilustra el dominio estratégico de estos países en la cadena de suministro de energías renovables.

Actualmente, cinco países concentran el 90% de la capacidad mundial para producir placas solares: China, que por sí sola representa el 60% de la capacidad global para la producción combinada de energía solar fotovoltaica, eólica y de baterías, seguida de Vietnam, India, Malasia y Tailandia.

En contraste, Europa ocupa una posición de liderazgo en la fabricación de componentes de turbinas eólicas, y varios países europeos desempeñan un papel crucial en la

cadena de suministro global. Esta concentración geográfica de capacidades de fabricación e investigación presenta tanto oportunidades como riesgos. Por un lado, permite economías de escala y avances tecnológicos rápidos en estas regiones. Por otro lado, crea vulnerabilidades en las cadenas de suministro globales, particularmente frente a tensiones geopolíticas, restricciones comerciales o interrupciones causadas por desastres naturales.

La producción y la venta de vehículos eléctricos presentan desafíos similares a los de las tecnologías de generación de energía limpia. Un pequeño número de países y regiones, principalmente China, Europa y Estados Unidos, tienen una posición dominante en patentes, fabricación y ventas de vehículos híbridos y eléctricos. Si bien las proyecciones sugieren que uno de cada cinco vehículos vendidos para finales de esta década será de modelos de muy bajas emisiones de GEI (IEA, 2024c), el dominio persistente de los vehículos de combustión interna —particularmente para aplicaciones de transporte de carga y de pasajeros, así como en la construcción— plantea obstáculos significativos para alcanzar la neutralidad de carbono en el sector del transporte para 2050. Esto afecta a todo tipo de transporte: terrestre, marítimo y aéreo. Sin un acceso y una adopción generalizados de soluciones de transporte de bajo carbono en las economías emergentes y en desarrollo, el objetivo global de limitar los aumentos de temperatura a 1,5 °C seguirá siendo inalcanzable.

A medida que la demanda de energías renovables y de tecnologías limpias continúa en aumento, hay una necesidad creciente de una red de fabricación global más diversificada y resiliente basada en una transferencia masiva de tecnología y acuerdos e iniciativas corporativas y público-privadas. Ampliar la capacidad de fabricación a otras regiones no solo podría mitigar los riesgos de la cadena de suministros, sino también fomentar un desarrollo económico más amplio y la creación de empleo en los mercados emergentes. Por otra parte, reducir la concentración de la fabricación en unos pocos países mejoraría la seguridad energética global y ayudaría a garantizar una transición más equitativa hacia una economía baja en carbono.

2.7. Pros y contras de la inteligencia artificial en la transición climática

La inteligencia artificial tiene un inmenso potencial para acelerar las transiciones frente al cambio climático al optimizar los sistemas energéticos, mejorar las predicciones climáticas e impulsar la eficiencia en todos los sectores. Sin embargo, su consumo de energía y sus efectos distributivos necesitan una gestión cuidadosa para garantizar que los beneficios que pueda conllevar se compartan equitativamente entre regiones y grupos sociales, particularmente en el contexto de una transición justa hacia una economía verde sostenible e inclusiva.

La inteligencia artificial y la revolución de *big data* condicionan profundamente las respuestas a la crisis climática, pero también presentan desafíos significativos, particularmente

Tabla 2.1. Tendencias globales en indicadores digitales y energéticos, 2015-2050

Indicador	2015	2022	Proyección 2050	Cambio (2022-2050)
Usuarios de internet (miles de millones)	3	5,3	9-10	89%
Tráfico de internet (zettabytes)	0,6	4,4	40-60	+800-1.200%
Cargas de trabajo de los centros de datos (millones)	180	800	5-7	+525-775%
Uso de energía de los centros de datos* (TWh)	200	240-340	800-1.000	+135-240%
Uso de energía en criptominería (TWh)	4	100-150	1.500-2.000	+900-1.200%
Uso de energía en las redes de transmisión de datos (TWh)	220	260-360	700-1.000	+180-275%

*Excluyendo las criptomonedas

Fuente: IEA Data Centres and Transmission Networks (IEA, 2023a) y proyecciones propias.

en cuanto a sus dimensiones sociales y ambientales (Lewis et al., 2024).

La infraestructura de IA está geográficamente dispersa y fuertemente concentrada en las empresas privadas, lo que no solo plantea un complejo reto para estimar su uso de energía, sino que también genera preocupaciones sobre equidad, gobernanza y acceso. La reasignación laboral impulsada por las ganancias de productividad inducidas por la IA en ciertos sectores avanzados, que concentran sus beneficios a corto plazo, podría dar lugar a una nueva forma del efecto de Baumol. Este fenómeno puede llevar a un aumento en los costes de otros bienes y servicios esenciales, exacerbando las desigualdades dentro de los sectores de servicios y profundizando las disparidades económicas entre países, lo que en última instancia ampliaría la brecha económica global (OECD, 2024d).

La concentración de soluciones climáticas impulsadas por la IA en regiones y comunidades específicas corre el riesgo de excluir de sus beneficios a grupos marginados y áreas infrarrepresentadas, mientras que carga en mayor medida a las poblaciones en los lugares en cuestión con los costes ambientales de las tecnologías intensivas en energía. Para abordar estas desigualdades, resulta crucial adoptar un enfoque más inclusivo y transparente para el desarrollo y despliegue de la IA en la acción climática. Esto incluye esfuerzos como integrar fuentes de energías renovables para alimentar las tecnologías de IA, asegurando que las ventajas de estas innovaciones se compartan equitativamente y sus cargas se distribuyan de manera justa.

Según la Agencia Internacional de la Energía, el consumo energético de la IA se estimó en 460 TWh en 2022, aproximadamente el 2% de la demanda energética global. Se prevé que esta cifra aumente al menos un 50%, y que para 2026 alcance entre 620 y 1.050 TWh (véase la **tabla 2.1** para datos desagregados).

La inteligencia artificial es una espada de doble filo en el contexto de la crisis climática. Por un lado contribuye al aumento del consumo de energía y las emisiones, pero por el otro también se la considera una de las herramientas más

prometedoras para acelerar la reducción de emisiones en varias industrias y sectores productivos, como la agricultura (Chen et al., 2023). Algunas de las aplicaciones más poderosas de la IA incluyen la previsión de la producción de energía solar, la optimización de los sistemas de calefacción y refrigeración en edificios, la detección de la deforestación a través de imágenes por satélite y el análisis de datos financieros corporativos para obtener información relacionada con el clima (GPAL, 2021). Sin embargo, el grado en que estas innovaciones pueden compensar la propia huella ambiental de la IA sigue siendo incierto, lo que destaca la necesidad de un equilibrio cuidadoso entre el avance tecnológico y la sostenibilidad. Para comprender mejor las emisiones de GEI asociadas a la IA, un sector en rápido crecimiento, hacen falta datos más precisos y detallados.

La inteligencia artificial y la revolución de big data implican costes muy elevados que inciden en la crisis climática.

La «Recomendación sobre la ética de la IA» de la UNESCO pide a los Estados miembros y a las empresas que evalúen los impactos ambientales directos e indirectos de los sistemas de IA y aseguren que las soluciones de IA contribuyan a apoyar la prevención, el control y la mitigación de los problemas relacionados con el clima (UNESCO, 2021), como la huella de carbono, el consumo de energía y la extracción de materias primas (Strubell et al., 2020). Los modelos de IA deben abordar estas preocupaciones y su huella ambiental (Li et al., 2023) desarrollando algoritmos energéticamente eficientes, optimizando los recursos informáticos e implementando prácticas sostenibles en las infraestructuras de IA (Ligozat et al., 2022). Esto incluye diseñar algoritmos que requieran menos potencia de cálculo o utilicen fuentes de energía renovable para alimentar los sistemas de la propia IA. Todos estos esfuerzos pueden reducir la huella de carbono (Dhar, 2020) de la IA y contribuir a la mitigación del cambio climático y a la propia sostenibilidad de la IA (Wu et al., 2022; Van Wynsberghe, 2021).

Recuadro 2.5. Algunas cifras con respecto a la carga ambiental de la inteligencia artificial

- Un estudio de 2023 reveló que las pruebas de GPT-3 en centros de datos de Estados Unidos consumieron directamente 700.000 litros de agua limpia y fresca, lo que equivaldría a la producción de 370 automóviles BMW o 320 vehículos eléctricos Tesla. Este consumo de agua se triplicaría si las pruebas tuvieran lugar en los centros de datos asiáticos de Microsoft (Li et al., 2023).
- Se estima que la demanda global de IA consumirá de 4.200 a 6.600 millones de metros cúbicos de agua en 2027, lo que equivale aproximadamente a de 4 a 6 veces el consumo total anual de agua de Dinamarca (Li P. et al., 2025).
- Las pruebas para un modelo de IA común pueden emitir más de 284 toneladas de CO₂, lo que equivale aproximadamente a cinco veces las emisiones de un automóvil a lo largo de su vida, incluyendo las emisiones causadas por la fabricación del propio vehículo (Strubell et al., 2019).
- Las pruebas para BLOOM (el modelo que consume menos energía de los cuatro modelos de lenguaje analizados por el Stanford Institute for Human-Centered AI, a saber, BLOOM, GPT-3, Gopher y OPT) emitieron 1,4 veces más carbono en un año que el estadounidense promedio, y el equivalente a un solo pasajero que volara de Nueva York a San Francisco 25 veces. Las pruebas de BLOOM consumieron suficiente energía para alimentar el hogar medio estadounidense durante 41 años (Maslej et al., 2023).

2.8. Creación de empleo y oportunidades para una transición justa

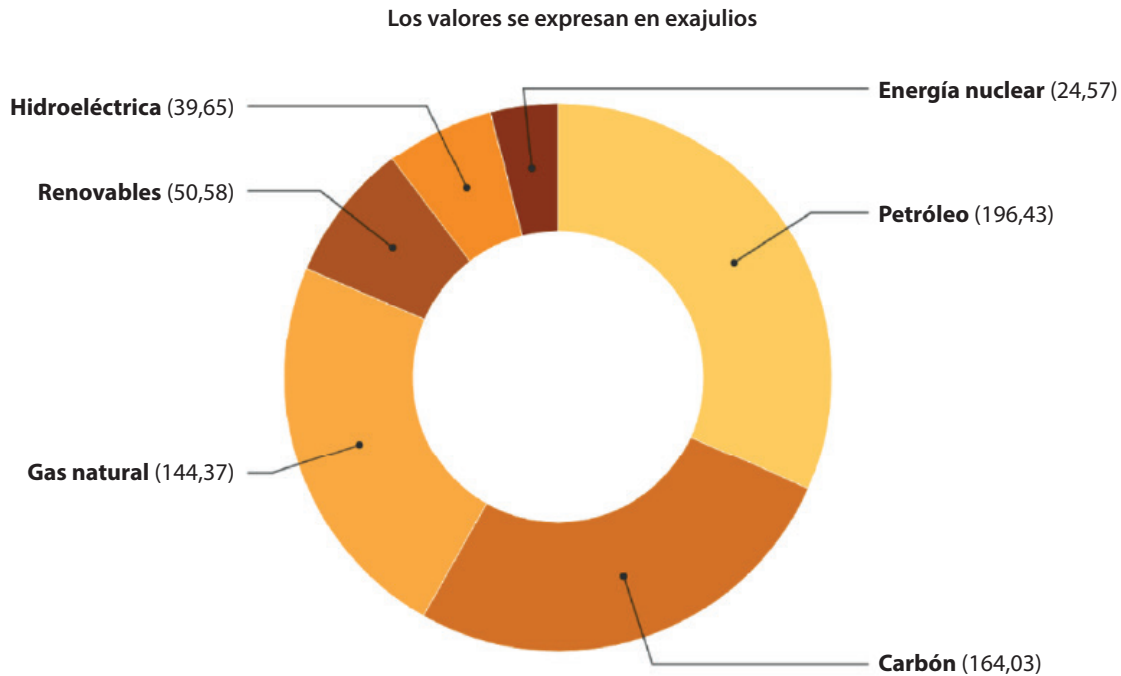
El sector energético global se encuentra en una encrucijada fundamental. Por primera vez, se prevé que la inversión en tecnologías de energía limpia (renovables, vehículos eléctricos, combustibles de bajas emisiones, energía nuclear, bombas de calor, almacenamiento y redes) alcanzará los 2 billones de dólares, o el doble de la cantidad destinada a los combustibles fósiles para finales de 2024, que se espera que se sitúe en 1 billón de dólares, según las estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2024b). Si bien este hito es un testimonio de la necesidad urgente de transitar hacia fuentes de energía más sostenibles y bajas en carbono, la verdad es que las renovables, la energía hidroeléctrica y la energía nuclear continuaban representando tan solo el 18,53% del consumo mundial de energía primaria (o 50,58 exajulios) en 2023. El 81,47% restante corresponde a combustibles fósiles, que dominan la matriz energética mundial. De un consumo total de 619 exajulios en todo el mundo, 504,83 exajulios provinieron del petróleo, el gas natural y el carbón (EI, 2024).

La transición global hacia la energía renovable constituye no solo un imperativo ambiental, sino también una tremenda oportunidad para el crecimiento económico y la creación de empleo. A medida que el mundo se aleje de los combustibles fósiles para adoptar fuentes de energía renovable, la demanda de nuevas habilidades, tecnologías e infraestructuras creará millones de empleos en diversos sectores. Esta transformación es fundamental para alcanzar una transición justa, en la que los beneficios de la transición energética se compartan equitativamente y los impactos sobre los trabajadores y las comunidades se gestionen cuidadosamente.

La transición global hacia la energía renovable constituye no solo un imperativo ambiental, sino también una tremenda oportunidad para el crecimiento económico y la creación de empleo.

La estructura del sistema energético mundial (véase la **figura 2.11**) puede verse como un intricado equilibrio entre los combustibles fósiles y las soluciones bajas en carbono que tanto los países en desarrollo como los desarrollados tendrán que gestionar en las próximas décadas. En este proceso, las tendencias que probablemente darán forma a nuestro futuro energético incluyen las enumeradas a continuación.

- **Acontecimientos geopolíticos.** Sucesos recientes, como el brote de la enfermedad por coronavirus (covid-19) y la invasión de Ucrania por parte de Rusia, han extendido el caos en los mercados energéticos globales y han generado inquietudes sobre la seguridad del suministro. Este escenario, junto con precios más altos para las materias primas energéticas, bienes de consumo y alimentos, ha subrayado la necesidad urgente de que los países diversifiquen sus fuentes de energía. Un despliegue doméstico más significativo de las renovables puede proteger a los países de la incertidumbre en los mercados energéticos (WEF, 2022).
- **Regulaciones.** La transición hacia una economía baja en carbono debe ir acompañada de un conjunto sólido de políticas, regulaciones e incluso incentivos. En Estados Unidos, la Ley de Reducción de la Inflación de 2022, diseñada para construir cadenas de suministro más resilientes y crear un ecosistema para promover el desarrollo de tecnologías limpias, es un buen ejemplo (Senate Democrats, 2022). Los países en desarrollo deben hallar soluciones adaptadas a su contexto y capacidad financiera para aprovechar las oportunidades que presenta la transición energética (IRENA, 2024a).
- **Expansión de las renovables.** Se prevé que las fuentes de energía limpia tengan un peso creciente en la matriz energética global (IEA, 2024e). Para países específicos cuyo consumo de carbón es significativo, la expansión de la energía eólica y solar puede contribuir a consolidar un sistema energético menos intensivo en carbono (IEA,

Figura 2.10. Consumo mundial de energía primaria por combustible, 2023

Fuente: Energy Institute, 2024.

2024e). En las próximas décadas, el desafío radica en la capacidad del mundo para financiar una expansión más rápida de soluciones sostenibles a la vez que se reduce la demanda de combustibles fósiles, particularmente en el sur global.

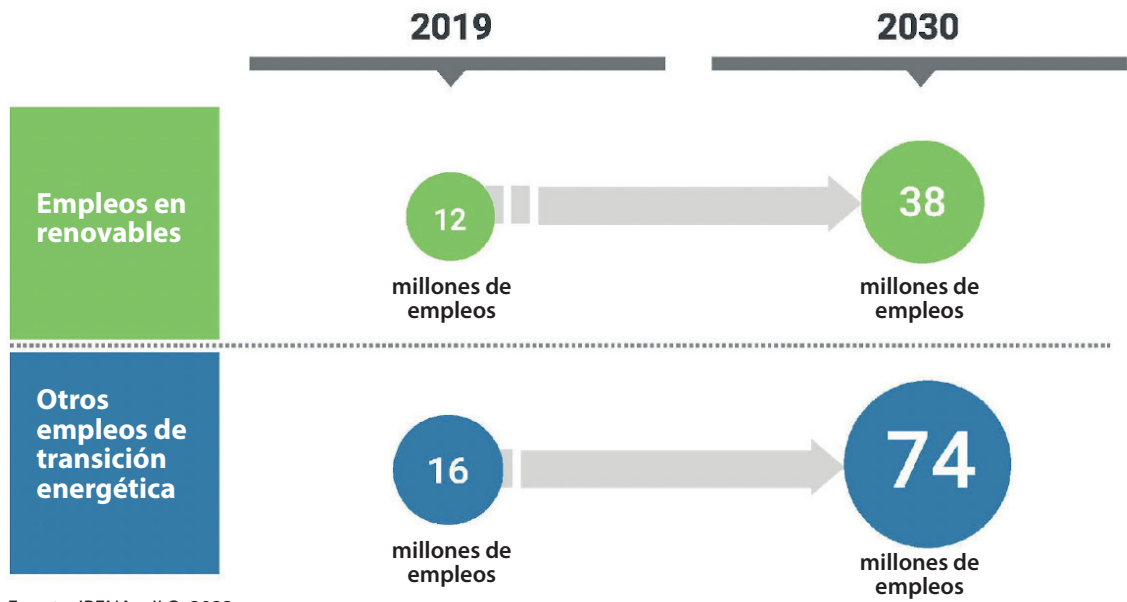
- **El papel de los combustibles fósiles.** A pesar del impresionante crecimiento que las fuentes de energía limpia han experimentado en la última década, el petróleo crudo, el gas natural y el carbón continuarán representando la mayor parte del sistema energético mundial en el futuro previsible (IEA, 2024d). La calefacción y la generación de energía son sectores cuya dependencia de los combustibles fósiles representa un desafío significativo para los esfuerzos mundiales por combatir el cambio climático y cumplir con los objetivos de emisiones.
- **Innovación.** Impulsados tanto por las instituciones públicas como por las inversiones privadas, los avances tecnológicos en todo el sector energético están destinados a dar forma a soluciones bajas en carbono (IEA, 2023a). El progreso en el almacenamiento de energía es fundamental para integrar la energía renovable variable en la red. Del mismo modo, las innovaciones relacionadas con la producción de hidrógeno verde y combustibles sostenibles son cruciales para ayudar a descarbonizar algunos sectores difíciles.
- **Asociaciones internacionales.** Tanto para los países ricos como para los menos desarrollados, la cooperación global es vital para lograr objetivos sostenibles y fortalecer la

seguridad del suministro (IRENA, 2024b). En las próximas décadas se prevé que las partes interesadas a escala mundial se asocien y cooperen, ya sea para acceder a materias primas energéticas más asequibles o para financiar proyectos de infraestructura bajos en carbono.

El sector de la energía renovable ya ha mostrado un crecimiento notable en términos de creación de empleo. Las proyecciones indican que se espera que el sector cree decenas de millones de nuevos puestos de trabajo para 2030 y 2050 (**figura 2.11**). Estos empleos abarcarán una amplia gama de actividades, desde la fabricación e instalación de paneles solares y aerogeneradores hasta la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y el mantenimiento de las infraestructuras de energía renovable.

A medida que los esfuerzos globales para combatir el cambio climático se intensifiquen, las políticas de transición energética hacia economías bajas en carbono transformarán los contextos económicos. Las políticas energéticas emergentes, como las relacionadas con la fijación de precios del carbono y los subsidios a las energías renovables, son cruciales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, su impacto varía mucho según la región de que se trate. Los países desarrollados con infraestructuras y tecnologías avanzadas tienden a integrar estas políticas de manera más fluida y fomentan el crecimiento de los sectores verdes. Por otra parte, los países en desarrollo a menudo deben lidiar con recursos limitados e instituciones débiles, lo que hace que la adopción de estas políticas sea más compleja y potencialmente menos efectiva.

Figura 2.11. Empleos en renovables y de transición energética para 2030



Fuente: IRENA e ILO, 2023.

Las consecuencias sociales no deseadas de las transiciones energéticas son una fuente significativa de preocupación. Por ejemplo, la fijación de precios del carbono puede aumentar los costes de la energía, lo que afecta en mayor medida a los hogares de bajos ingresos.

Las consecuencias sociales no deseadas de las transiciones en energía y tecnologías bajas en carbono son una fuente significativa de preocupación con respecto a las políticas climáticas. Por ejemplo, la fijación de precios del carbono y los estándares estrictos de emisiones de GEI pueden aumentar el coste de bienes y servicios, lo que afecta en mayor medida a los hogares de bajos ingresos. Por otra parte, el abandono progresivo de los combustibles fósiles puede llevar a la pérdida de empleos en sectores tradicionales de la energía, el transporte y la producción de alimentos, causando inseguridad económica para los trabajadores que carecen de las habilidades para transitar a nuevos puestos en una economía circular y baja en carbono. Estos problemas destacan la necesidad de políticas que sean efectivas en términos ambientales y socialmente equitativas.

Recuadro 2.6. Respuestas sociales y resistencia civil a las políticas centrales del Acuerdo de París (2015)

En mayo de 2018, Priscillia Ludosky, una joven microempresaria, hizo un llamamiento (Ludosky, 2018) a través de la plataforma Change.org para reducir los precios de la gasolina en las estaciones de servicio. Éric Drouet, un conductor de camiones, se unió a esta demanda y juntos convocaron una protesta contra el impuesto al carbono sobre el gasóleo y la gasolina que el Gobierno francés había anunciado que se aplicaría en 2021. Este impuesto estaba destinado a acelerar la transición verde, fomentando el reemplazo de vehículos diésel por vehículos de gasolina menos contaminantes, híbridos y eléctricos. Una acción para implementar el Acuerdo de París (2015) en el mismo lugar de su adopción.

Cientos de miles de ciudadanos –principalmente del campo y las afueras de las ciudades– bloquearon autopistas, aeropuertos y rotondas durante tres semanas en toda Francia, hasta que finalmente el Gobierno se echó atrás y renunció a aplicar el nuevo impuesto (Duran, 2018).

Está claro que los ciudadanos de bajos ingresos percibieron el aumento en los precios del combustible y el nuevo impuesto ecológico como una política arbitraria y no como una medida positiva en beneficio del público en general. Sobre todo, está claro que lo percibieron como una medida injusta, ya que los trabajadores independientes que viven en el campo y en las afueras de las ciudades no pueden ir a trabajar sin sus coches y les resulta costoso adquirir vehículos nuevos. Por lo tanto, no fue difícil agregar demandas de aumentos salariales, control de la inflación, deducciones fiscales significativas y consulta a la población sobre estas medidas, a las otras demandas bajo el lema original de abolir los impuestos energéticos.

Los cambios económicos estructurales destinados a reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero y a combatir el cambio climático, impulsados por el Acuerdo de París (2015), a veces pueden resultar perturbadores, como lo demuestran las protestas de los «chalecos amarillos» en Francia en 2018. Y no es de extrañar, ya que los aumentos en los precios del combustible han sido históricamente un fuerte desencadenante de movilización política, puesto que inciden directamente en el coste de vida de la población. En Francia, 3,3 millones de vehículos usan gasóleo como combustible, y en toda Europa llegan a 19 millones (FNE, 2023). Se sospecha que contaminan con óxido de nitrógeno muy por encima de los niveles legalmente permitidos. Por esta razón, se promovió un aumento en el precio del gasóleo; la idea era que su precio igualara al de la gasolina en 2021 y, con esto, habría un reemplazo de la flota de vehículos y una disminución de los GEI. La transición energética impulsada por el Acuerdo de París (2015) prevé la mitigación de los GEI, que son responsables del cambio climático antropogénico, como uno de los conceptos centrales de la transición verde. La idea de «poner un precio al carbono» para limitar las emisiones de gases responsables del cambio climático se planteó durante las negociaciones para el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1997). Sin duda es vital para todos, pero hay obstáculos para su puesta en práctica.

En Francia, una parte significativa de la población vive en áreas rurales o en las afueras de las ciudades. Esto crea una dependencia del uso de automóviles para viajar al lugar de trabajo. En las áreas rurales, el 93% de los hogares tiene coche, en comparación con el 59% en París. En las zonas rurales, el uso de vehículos diésel es mayor que en las ciudades. Por lo tanto, el aumento en los precios del gasóleo y la gasolina afecta especialmente a las personas que viven en las áreas rurales y que tienen un poder adquisitivo más bajo. Por otro lado, los grandes contaminantes disfrutaban de exenciones fiscales sobre el carbono, por lo que la población rural tiene que pagar impuestos más elevados y no se beneficia de ninguna reducción. Dos tercios del aumento del precio del combustible dependían de un fenómeno fuera del control del Gobierno: el aumento en el precio mundial del barril de petróleo (Le Monde, Les Décodeurs, 2018). Numerosos hogares de bajos ingresos destinan más del 15% de su presupuesto para pagar la gasolina. Así, en ciertas circunstancias, el impulso a la transición verde choca con la necesidad de prevenir un aumento en la pobreza y las desigualdades existentes. El movimiento de los chalecos amarillos aborda directamente no solo la necesidad de políticas de transición verde, sino también la necesidad de políticas que sean socialmente justas y adecuadas a las responsabilidades de cada uno.

Las protestas de los chalecos amarillos contra las políticas de transición climática no son un caso aislado; en todo el mundo han tenido lugar protestas similares a lo largo de la presente década. Desde 2020, los esfuerzos para eliminar gradualmente la minería del carbón y transitar hacia energías renovables en Alemania han chocado con la resistencia de los trabajadores del carbón y las regiones dependientes de la minería (Heinisch et al., 2020). El Gobierno de Alemania prometió miles de millones de euros en compensación y para el desarrollo regional con el objeto de apoyar una transición justa. En Polonia, en 2021, la eliminación gradual de la minería y el uso del carbón y una orden judicial de la Unión Europea para cerrar inmediatamente una mina provocaron protestas de mineros y otros trabajadores del sector energético (Baran et al., 2020).

En 2024, estallaron protestas en Alemania después de que el Gobierno federal decidiera eliminar las exenciones fiscales sobre el gasóleo agrícola. Los agricultores exigieron una reversión total de la medida, argumentando que el apoyo continuo a los subsidios al gasóleo y las exenciones fiscales para vehículos motorizados es esencial para la competitividad de la agricultura alemana. Las protestas reflejan tensiones más amplias entre los objetivos climáticos de la UE, particularmente en la reducción del uso de combustibles fósiles, y las realidades económicas que enfrentan los agricultores. De algún modo se cuestiona el Pacto Verde Europeo, que tiene como objetivo hacer que la UE sea neutral en carbono para 2050 mediante la reducción del uso de fertilizantes, la limitación de las emisiones de nitrógeno, la reducción del uso de pesticidas y el requisito de que el 4% de las tierras agrícolas se dejen en barbecho. Los agricultores argumentan que estas políticas aumentan los costes y reducen la productividad. Además, las importaciones más baratas de países extracomunitarios con estándares más laxos, como Ucrania y las naciones del Mercosur, socavan aún más su competitividad.

En India, en 2020, los agricultores de todo el país protestaron contra las reformas legislativas del Gobierno (Ruparelia, 2021), percibidas como favorables a las corporaciones y ajenas a la vulnerabilidad climática del sector agrícola. Tras prolongadas manifestaciones, el Gobierno derogó las leyes. El aumento de las tarifas eléctricas vinculado a la transición hacia energías más limpias provocó protestas en Kenia en 2021, particularmente en las comunidades de bajos ingresos. La reacción obligó al Gobierno a reevaluar las políticas energéticas para garantizar la asequibilidad (Rotich et al., 2024). Desde 2021, el Gobierno de Ecuador ha intentado eliminar los subsidios a los combustibles, lo que provocó fuertes aumentos en los precios de los mismos y desencadenó protestas a escala nacional, principalmente por parte de grupos indígenas y comunidades de bajos ingresos. El Gobierno reinstauró los subsidios para calmar el malestar (Vogt-Schilb y Soria, 2019). En los Países Bajos, el Gobierno ha estado promoviendo un plan de acción para la transición a la agricultura circular desde 2023. Implica reducir las emisiones de nitrógeno y amoníaco. La incertidumbre del plan, que reducirá el ganado en un 30%, ha llevado a protestas por parte de los agricultores (LNV, 2019).









3

Conclusiones y
recomendaciones
políticas

El cambio climático plantea un desafío multidimensional que exacerba las desigualdades sociales, impulsa la migración forzada, amenaza el patrimonio cultural y altera los mercados de trabajo. A medida que las economías de los países son cada vez más bajas en carbono, es esencial garantizar apoyo prioritario a las poblaciones vulnerables y a las personas desplazadas por motivos climáticos, así como salvaguardar el patrimonio cultural. Este informe ofrece un conjunto de conclusiones y recomendaciones políticas, basadas en índices innovadores, que ponen de relieve impactos y dinámicas del cambio climático hasta ahora desconocidos o solo parcialmente analizados. Estos conocimientos tienen como objetivo promover una transición inclusiva, resiliente y sostenible.

Las desigualdades exacerbadas por el cambio climático y las políticas diseñadas para atenuar sus efectos pueden crear sinergias negativas complejas y a menudo no intencionadas que demandan una atención urgente en el escenario internacional. Estas dinámicas afectan en mayor medida a las poblaciones vulnerables, agravan las disparidades socioeconómicas existentes y generan nuevas formas de exclusión y dificultad. El cambio climático no afecta a todas las regiones o comunidades por igual; los grupos marginados, particularmente en los países en desarrollo, a menudo están en la primera línea, soportando la peor parte de la degradación ambiental, la inseguridad alimentaria y del agua y los fenómenos climáticos extremos.

Las consecuencias de descuidar estas desigualdades a corto plazo podrían ser devastadoras, como lo demuestran las prolongadas sequías en Siria (Kelley et al., 2015). En los casos más extremos, asistimos a crisis humanitarias a gran escala, como la migración forzada, en que comunidades enteras se ven obligadas a desplazarse de sus hogares debido al aumento del nivel del mar, sequías prolongadas o inundaciones devastadoras. En estas situaciones, las personas no solo pierden sus medios de subsistencia, sino también sus fundamentos culturales y sociales. La intensificación de los desastres relacionados con el clima, tales como huracanes, incendios forestales y olas de calor, puede trastornar la vida de millones de personas en una sola temporada, llegando a colapsar los sistemas de respuesta y causando trágicas pérdidas de vidas.

Estos desafíos se intensifican aún más cuando las políticas de mitigación climática, a pesar de sus buenas intenciones, no tienen en cuenta los contextos locales o agravan inadvertidamente las desigualdades existentes. Por ejemplo, las políticas que promueven las energías renovables o la electromovilidad pueden crear nuevas oportunidades laborales en sectores emergentes, pero a menudo conducen a la pérdida de empleos en industrias tradicionales y marginan a los trabajadores y a comunidades enteras. La reciente huelga de United Auto Workers (UAW) en Estados Unidos constituye un ejemplo de estas tensiones (Dupuis et al., 2024). Si las agendas climáticas internacionales no sitúan la igualdad y la justicia en el centro, corren el riesgo de perpetuar

ciclos de desigualdad que amenazan la estabilidad global y obstaculizan la búsqueda colectiva del desarrollo sostenible. La necesidad urgente de una acción climática inclusiva y equitativa nunca ha sido mayor.

Basándonos en los datos recopilados y analizados, así como en las cifras y conocimientos geográficos derivados de los tres índices desarrollados para este informe (véase el anexo), hemos elaborado las recomendaciones presentadas a continuación. Los índices fueron calculados meticulosamente para evaluar con atención los impactos distributivos de los futuros escenarios climáticos en las condiciones socioeconómicas de las poblaciones, además de la magnitud de esos impactos en sí. Las recomendaciones están organizadas jerárquicamente, y van desde temas amplios y generales hasta medidas más específicas y viables, en sintonía con las áreas clave de enfoque del informe.

Lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible: un paso crucial para erradicar las desigualdades históricas

Alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 es imperativo para evitar una transición climática injusta. Estos objetivos están diseñados para fomentar un mundo más equitativo mediante el crecimiento económico, la inclusión social y la protección ambiental. Si se aplican con éxito, los ODS podrían disminuir significativamente los impactos adversos del cambio climático, particularmente entre las comunidades más vulnerables del mundo. Esto también evitaría potenciales tragedias humanitarias, como la migración climática. Al unir esfuerzos globales colectivamente, podemos garantizar que los beneficios del desarrollo sostenible se compartan de manera amplia y equitativa, salvaguardando tanto nuestro planeta como sus habitantes para las generaciones futuras.

Integrar conjuntamente el ODS 10 y el ODS 13 en los planes y programas presupuestarios públicos.

Al examinar los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con el cambio climático (ODS 13) y con la reducción de las desigualdades globales (ODS 10), los gobiernos deben avanzar en ambos objetivos interconectados. Deben tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos (ODS 13), sensibilizando a la población y mejorando las capacidades humanas e institucionales con respecto a la mitigación del cambio climático, la adaptación, la reducción de sus efectos y los sistemas de alerta temprana (ODS 13, meta 13.3). Al mismo tiempo, los gobiernos deben reducir la desigualdad tanto dentro de los países como entre ellos (ODS 10), enfatizando el empoderamiento y promoviendo la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica o de otro tipo (ODS 10, meta 10.2).

Promover un enfoque integral y sinérgico para avanzar en los ODS 1, 5 y 7, asegurando que sus interconexiones se aprovechen al máximo.

El progreso hacia el logro del ODS 13 y el ODS 10 está profundamente interrelacionado con otros ODS, como el ODS 1 (fin de la pobreza), el ODS 5 (igualdad de género) y el ODS 7 (energía asequible y no contaminante). Lograr estos objetivos requiere un enfoque holístico en los ministerios e instituciones públicas clave, así como tener en cuenta la naturaleza multifacética del cambio climático y la desigualdad. Por ejemplo, garantizar el acceso a energía limpia puede reducir la pobreza y las emisiones de carbono; promover la igualdad de género puede llevar a una acción climática más eficaz e inclusiva.

Promover la evaluación ambiental estratégica para minimizar los impactos ambientales y climáticos de los planes y programas de desarrollo económico. Muchos países aún no han modernizado y coordinado sus marcos legislativos y políticos ambientales, incluidos los procedimientos para efectuar evaluaciones del impacto tanto medioambiental como social de los proyectos que llevan a cabo. Estos instrumentos siguen estando en gran medida fragmentados, sin evolucionar hacia sistemas de gobernanza integrados capaces de garantizar que la toma de decisiones en los ámbitos económicos y productivos, particularmente las prioridades a corto plazo, sea sostenible y esté en sintonía con los ODS y otros objetivos ambientales y sociales más amplios (véase la guía IAIA 2024).

Prioridad a la adaptación y a la resiliencia: una vía estratégica para la protección social y las inversiones financieras y tecnológicas

Las respuestas políticas igualitarias son esenciales para garantizar que las estrategias y acciones de adaptación climática no se limiten a regiones, sectores o comunidades específicas, sino que se fortalezcan de forma general entre toda la población. Esto requiere un cambio hacia procesos de toma de decisiones inclusivos, en los que el conocimiento local y las necesidades sociales se integren en los planes de acción climática. Al garantizar que nadie se quede atrás, podemos fomentar una transición justa hacia un futuro más resiliente y sostenible: la acción climática no solo mitigará los impactos del calentamiento global, sino que también abordará las desigualdades subyacentes que exacerban sus efectos.

Fortalecer los sistemas de protección social a través de las estrategias de adaptación de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). Las NDC deben incluir una dimensión social, con parámetros que aborden específicamente la expansión de los servicios de salud y bienestar. Estos servicios deben ajustarse a los impactos climáticos previstos para cada

región o país, priorizando las áreas de mayor necesidad. Las referencias explícitas a estas prioridades sociales deben incorporarse en las NDC para permitir la cuantificación precisa de los esfuerzos humanos, tecnológicos y financieros requeridos.

Priorizar la financiación climática con un enfoque centrado en los más vulnerables. Hay que aprovechar los indicadores como el índice de exposición al cambio climático y el índice de vulnerabilidad social, que evalúan la vulnerabilidad a los impactos climáticos físicos, u otros indicadores similares, para guiar estratégicamente la asignación de la financiación climática. Este enfoque se fundamenta en que los recursos se dirijan hacia regiones y comunidades en países que afrontan un elevado grado de exposición climática y cuentan con una escasa capacidad adaptativa. Al priorizar estas áreas, la financiación climática puede abordar con eficacia las vulnerabilidades esenciales, mejorar la resiliencia y fomentar los esfuerzos de adaptación igualitarios.

- **Regiones de máxima prioridad:** África, Asia meridional y América, centrándose en aquellos países en los que las vulnerabilidades sociales y físicas se entrecruzan.
- **Inversiones cruciales:** fortalecer los sistemas de salud y protección social, desarrollar infraestructura resiliente, promover la agricultura sostenible y mejorar la preparación ante eventuales desastres.

Crear marcos jurídicos y asignar fondos para pérdidas y daños para apoyar la migración climática planificada y emergente. Abordar las necesidades de los migrantes climáticos internos e internacionales, uno de los desafíos humanitarios más apremiantes en la agenda del calentamiento global, debe comenzar por reconocer su existencia, identificar y seguir sistemáticamente sus movimientos, y asegurarles una asistencia oportuna y efectiva. Todo esto requiere el establecimiento de marcos institucionales y políticos robustos que fortalezcan los sistemas nacionales de derechos humanos y climáticos, a la vez que los integren estrechamente a escala internacional. Estos marcos deben diseñarse para proporcionar un apoyo integral a los migrantes climáticos, que enfrentarán cada vez más desafíos complejos y multifacéticos, con el objeto de garantizar su dignidad, derechos y resiliencia frente a las crecientes presiones ambientales.

- **Fórmula de financiación:** desarrollar y aplicar un modelo de asignación de recursos financieros que distribuya fondos en función de la proporción de individuos desplazados en relación con la población total de los países afectados. Este enfoque asegura un apoyo equitativo para las regiones más afectadas, al tiempo que se alinea con los

principios de equidad e inclusión. Además, permite aprovechar los mecanismos financieros establecidos bajo el Acuerdo de París (2015) para garantizar los recursos necesarios, reforzando la solidaridad global y el compromiso para abordar los desplazamientos causados por la crisis climática.

Cómo distribuir equitativamente los efectos de las políticas climáticas: medidas compensatorias para poblaciones vulnerables y afectadas

La promoción de soluciones para mitigar los GEI a escala nacional y regional, incluyendo el empleo de instrumentos económicos y financieros como los relacionados con la fijación de precios del carbono, debe priorizar la equidad para evitar cargas indebidas sobre comunidades, sectores o regiones vulnerables que ya deben hacer frente a impactos climáticos graves a pesar de su mínima contribución histórica al problema.

Medidas compensatorias para proteger a grupos, comunidades y empresas afectadas. Una política climática eficaz debe evitar proactivamente los impactos regresivos mediante estrategias inclusivas que incluyan medidas compensatorias para proteger a los individuos y grupos sociales afectados de cargas económicas o sociales adicionales. Estas políticas deben defender los principios de justicia climática y garantizar que la transición a soluciones bajas en carbono sea justa, equitativa y esté en estrecha sintonía con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Esto requiere un marco que fomente la solidaridad local, empodere a los actores más vulnerables y asegure que puedan beneficiarse y contribuir a la transición hacia un futuro neutral en carbono.

La solidaridad de los trabajadores frente a la resistencia laboral como vía hacia una transición inclusiva. Es esencial asegurar que los trabajadores desplazados durante la transición a sistemas sostenibles reciban un apoyo integral. Esto incluye el acceso a programas de capacitación y formación adaptados a las oportunidades laborales emergentes, así como el apoyo inmediato a los ingresos cuando sea aplicable. Estas medidas son cruciales para salvaguardar los medios de vida, fomentar la resiliencia económica y permitir que los trabajadores se integren con éxito en la economía baja en carbono.

Integrar consideraciones de género en los planes y programas gubernamentales clave que abordan los riesgos del cambio climático. Asegurar un enfoque inclusivo e igualitario en materia de género en las políticas y acciones climáticas es esencial. Los gobiernos, particularmente a nivel local y dentro de territorios indígenas, distritos agrícolas y áreas naturales protegidas, deben evitar activamente aquellas iniciativas que ignoren el género en los proyectos

e inversiones relacionados con el clima. En su lugar, deben adoptar estrategias sensibles al género que reconozcan y aborden las distintas vulnerabilidades, necesidades y contribuciones de todos los géneros. Esto asegurará que las acciones climáticas promuevan eficazmente la igualdad, el empoderamiento y la resiliencia, a la vez que garanticen un desarrollo sostenible e inclusivo para todas las comunidades.

Promover la preservación del patrimonio liderada por la comunidad. Aprovechar la sabiduría ancestral puede transformar los esfuerzos de adaptación ambiental y climática, haciéndolos más inclusivos y eficaces. Involucrar activamente a las comunidades locales y grupos indígenas en el trabajo de conservación asegura que el conocimiento tradicional y las prácticas culturales no solo sean respetados, sino también integrados sin problemas en la preservación del patrimonio. Por otra parte, es vital elevar el estatus social de las poblaciones indígenas, protegiéndolas de la marginación y la violencia mientras defienden y abogan por sus derechos ancestrales. Al abrazar sus conocimientos y honrar sus contribuciones, podemos trazar un camino más justo y sostenible hacia adelante.

Ampliar la investigación sobre los efectos distributivos de las políticas climáticas, priorizando el desarrollo de indicadores avanzados para guiar a quienes deben tomar las decisiones y evaluar con precisión los resultados. La comprensión actual de cómo las políticas climáticas afectan a los distintos sectores productivos, comerciales y de servicios, así como a varios grupos culturales y étnicos, sigue siendo insuficiente y requiere mucha más atención por parte de los poderes públicos. Las instituciones responsables de implementar las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), los planes nacionales de adaptación (PNA) y las estrategias de desarrollo con bajas emisiones (LT-LEDs) deben defender y apoyar proactivamente la investigación sobre el tema para prevenir los efectos regresivos y asegurar que las políticas climáticas sean equitativas, inclusivas y socialmente justas.

Incorporar programas de educación y concienciación climática para una acción empoderada. Tanto los sistemas formales como informales, incluidas las plataformas de redes sociales, deben actualizarse continuamente para reflejar los últimos avances científicos en torno al cambio climático y sus desafíos. Los sistemas educativos deben evolucionar para satisfacer las necesidades emergentes de desarrollo humano y generación de capacidades, equipando a las personas con el conocimiento y las habilidades necesarias para afrontar las complejidades de los problemas climáticos. Al promover una colaboración informada y fomentar la participación activa, estos sistemas empoderan a las comunidades para que

desempeñen un papel proactivo en el desarrollo de soluciones adaptativas y la reducción de emisiones de GEI. Este enfoque holístico es esencial no solo para cumplir con los compromisos climáticos nacionales y a corto plazo, sino también para consolidar sociedades resilientes capaces de impulsar tanto la sostenibilidad a largo plazo como las transformaciones que se avecinan.

El despliegue generalizado de las tecnologías limpias y de cero emisiones se acelera: cómo desbloquear el potencial crítico de la transferencia de tecnología

Los países en desarrollo poseen una ventaja crucial en su fuerza de trabajo más joven y adaptable. Sin embargo, este potencial solo podrá realizarse plenamente a través de una transferencia de tecnología eficaz que permita el despliegue masivo de tecnologías limpias y de cero emisiones. Sin acceso a las tecnologías avanzadas y a la experiencia necesaria para impulsar la innovación en energías limpias, las industrias locales de estos países corren el riesgo de volverse obsoletas en la economía global de cero emisiones netas. La transferencia de tecnología desde los países desarrollados es esencial para salvar esta brecha y empoderar a las naciones en desarrollo para participar activamente en la transición hacia la energía limpia. Los trabajadores capacitados con las herramientas y los conocimientos adecuados estarán mucho mejor posicionados para capitalizar las oportunidades de un futuro de cero emisiones netas, haciendo de la educación y la formación técnica prioridades esenciales.

Para consolidar la resiliencia energética, es vital un enfoque integral de la transferencia de tecnología. Muchos países en desarrollo, especialmente aquellos con economías altamente dependientes de la energía hidroeléctrica, son altamente vulnerables a las interrupciones causadas por el cambio climático, con efectos sobre la disponibilidad y la estabilidad del agua. Estos países deben diversificar su matriz energética, incorporando una gama más amplia de tecnologías bajas en carbono, como la energía solar, eólica y geotérmica, para mejorar su resiliencia y reducir una dependencia excesiva de una sola fuente de energía. No obstante, la realidad es que numerosas naciones en desarrollo no están produciendo suficientes patentes de tecnologías renovables y carecen de una inversión significativa en investigación y desarrollo (I+D). Esta deficiencia las coloca en una desventaja estructural en la carrera global hacia soluciones energéticas sostenibles.

En resumen, la transferencia de tecnología de los países desarrollados a los países en desarrollo es fundamental para dar forma a un futuro global de cero emisiones netas. Sin ella, la transición hacia la energía

limpia corre el riesgo de dejar atrás a las naciones en desarrollo, ampliando la brecha entre aquellos con acceso a tecnologías de vanguardia y aquellos que carecen de dicho acceso. El camino hacia un futuro energético resiliente e inclusivo requiere esfuerzos internacionales coordinados para compartir tecnología, desarrollar capacidades y desarrollar el capital humano necesario para impulsar la próxima generación de innovación en energía limpia.

Integrar estrategias de transferencia de tecnología e inversiones en las NDC y los planes de desarrollo nacional.

Para que la transferencia de tecnología sea eficaz, debe ir más allá de la mera provisión de equipos o la capacitación de técnicos. Debe incluir el intercambio de propiedad intelectual, conocimientos y buenas prácticas, inversiones sustanciales para desarrollar las capacidades y reforzar las instituciones. Los países desarrollados, con su vasta experiencia en tecnologías renovables, deben apoyar activamente estos esfuerzos y facilitar no solo el flujo de capital e innovación, sino también crear marcos para la cooperación en I+D. Los mecanismos internacionales de financiamiento climático, las asociaciones público-privadas y las colaboraciones internacionales más sólidas son esenciales para garantizar que los países en desarrollo dispongan tanto de las capacidades tecnológicas como de las habilidades laborales necesarias para prosperar en un mundo descarbonizado.

Avanzar en los marcos reguladores para la transferencia de tecnología a nivel local. Los gobiernos locales en los países en desarrollo deben priorizar el establecimiento de condiciones favorables para una transferencia de tecnología efectiva. Esto implica fortalecer los marcos reguladores, diseñar incentivos financieros atractivos, invertir en el desarrollo del capital humano y fomentar los ecosistemas locales de innovación. Las políticas que estimulen la investigación y el desarrollo, promuevan la colaboración internacional y empoderen a los emprendedores locales son cruciales para garantizar que la transferencia de tecnología no solo aborde las necesidades inmediatas, sino que también impulse el crecimiento industrial sostenible y mejore la resiliencia a largo plazo.

Priorizar enfoques de sostenibilidad en la investigación, el desarrollo y la demostración (I+D+D) de las tecnologías emergentes más avanzadas. Las innovaciones como la inteligencia artificial, los vehículos eléctricos, el hidrógeno sin emisiones de GEI, así como la agricultura orgánica, protegida y de precisión, entre otras soluciones tecnológicas, deben perseguirse a través de principios de transición climática y sostenibilidad. Este cambio de paradigma es esencial para prevenir una dependencia corta de miras de fuentes de energía con alta intensidad de carbono a lo largo de sus ciclos de vida, y asegura que estas tecnologías

contribuyan a los objetivos ambientales a largo plazo en lugar de exacerbar las huellas de carbono o los procesos de degradación ambiental.

Hay que dar prioridad y apoyo a las cadenas de suministro bajas en carbono. Apoyar y priorizar las cadenas de suministro bajas en carbono es esencial para reducir las emisiones globales y alcanzar los objetivos climáticos. Las regulaciones y organizaciones de comercio internacional deben incentivar y favorecer activamente los bienes y servicios que se originan en cadenas de suministro bajas en carbono, en sintonía con los programas globales de neutralidad climática. Este enfoque no solo minimiza las huellas de carbono en las etapas de producción y distribución, sino que también impulsa la innovación en prácticas sostenibles y crea nuevas oportunidades económicas dentro de los sectores verdes. Fomentar dichas cadenas de suministro promueve la resiliencia ante los trastornos relacionados con el clima, la gestión responsable de los recursos y posiciona a los bienes bajos en carbono como el estándar en un mercado global consciente del clima.

Salvaguardar el patrimonio cultural y natural de las amenazas del cambio climático: un llamamiento a la acción

Los sitios de patrimonio cultural en todo el mundo son cada vez más vulnerables al cambio climático. Muchos están ubicados en áreas naturales protegidas que también son el hogar de comunidades indígenas. El aumento del nivel del mar, las inundaciones y los fenómenos climáticos extremos amenazan con dañar o destruir estos sitios y ecosistemas, que no solo tienen un significado histórico, sino que también encarnan aspectos vitales de la identidad comunitaria y la memoria compartida. La pérdida del patrimonio cultural disminuye la diversidad humana y debilita la resiliencia al separar a las comunidades de su historia y su entorno natural.

Preservar estos sitios es esencial para mantener tanto la continuidad cultural como ecológica, fomentar la solidaridad global y fortalecer la resiliencia frente al cambio climático.

Preservar el patrimonio cultural indígena y el profundo conocimiento de los pueblos indígenas sobre los ecosistemas y las prácticas sostenibles de biodiversidad no solo es esencial para la supervivencia cultural, sino que también constituye una estrategia de primer orden para la resiliencia ambiental global. Este conocimiento, arraigado en prácticas centenarias de armonía con la naturaleza, ofrece valiosas ideas para la gestión sostenible de recursos y la conservación de la biodiversidad. Debe integrarse de forma destacada en las agendas de las tres principales convenciones ambientales de las Naciones Unidas: la Convención Marco de las

Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), la Convención sobre la Diversidad Biológica (1992) y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África (1994).

Por otra parte, la creciente vulnerabilidad de los sitios de patrimonio mundial, tanto culturales como naturales, exige una acción inmediata. Estos emplazamientos, que tienen un valor histórico, ecológico y cultural irremplazable, están cada vez más amenazados por los efectos del cambio climático, desde el aumento del nivel del mar y los fenómenos climáticos extremos hasta la pérdida de biodiversidad. Proteger estos sitios requiere una inversión financiera sustancial, no solo para prevenir su degradación, sino también para asegurar su restauración y la resiliencia adaptativa a futuras tensiones climáticas. Al reforzar estos lugares, podemos asegurar que desempeñen un papel activo en las soluciones climáticas globales, demostrando cómo los legados históricos y naturales pueden adaptarse y contribuir a los objetivos de la sostenibilidad. No deben ser simplemente reliquias pasivas en riesgo de pérdida, sino ejemplos dinámicos de resiliencia y conservación.

Incorporar la preservación del patrimonio cultural global en el Fondo para Pérdidas y Daños de la CMNUCC. Un porcentaje del Fondo para Pérdidas y Daños debe asignarse a iniciativas de preservación del patrimonio cultural global. Estos recursos apoyan los esfuerzos de conservación y recuperación ante los desastres en los sitios patrimoniales en peligro, asegurando su protección frente a los impactos crecientes del cambio climático. Administrada a través del Fondo del Patrimonio Mundial de la UNESCO, esta asignación no solo salvaguardaría monumentos culturales irremplazables, sino que también fortalecería la resiliencia de las comunidades cuyas identidades y medios de subsistencia están profundamente entrelazados con estos lugares.

Desarrollar estrategias de conservación resilientes al clima. Para contribuir a la preservación de los sitios de patrimonio cultural, hay que incorporar evaluaciones de riesgo climático integrales y estrategias de gestión flexibles. Este enfoque debe incluir el uso de materiales resilientes al clima, técnicas innovadoras de restauración y medidas robustas de preparación ante los desastres para salvaguardar estos inestimables sitios de los efectos causados por el cambio climático. Al abordar proactivamente las vulnerabilidades, estas estrategias aseguran la protección y la resiliencia a largo plazo de los sitios de patrimonio cultural, a la vez que mantienen su significado histórico y cultural para las generaciones futuras.

Recuadro 3.1. El papel de la inteligencia artificial en las transiciones climáticas y sus efectos distributivos

La inteligencia artificial ha emergido como una tecnología transformadora en varios sectores y en el contexto de los esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático. La IA ofrece numerosas oportunidades para mejorar la eficiencia en los sistemas energéticos, mejorar la modelización climática y optimizar la asignación de recursos. Sin embargo, también plantea serias preocupaciones sobre su consumo de energía, los impactos distributivos que tiene y la necesidad de su integración equitativa en las transiciones climáticas globales.

1. **El potencial de la IA para acelerar la mitigación del cambio climático.** A continuación, se presentan algunas áreas clave en las que la inteligencia artificial está desempeñando un papel fundamental.
 - **Optimización del sistema energético.** La IA ayuda a optimizar la integración de las energías renovables mejorando la eficiencia de la red, la previsión de la demanda y la gestión del almacenamiento de energía. Los sistemas impulsados por IA pueden predecir fluctuaciones en la generación de energía renovable (como la solar y la eólica) y ajustar las redes eléctricas en consecuencia, mejorando la fiabilidad de las fuentes de energía limpia.
 - **Modelización y predicción climática.** Las herramientas de IA están mejorando los modelos climáticos al procesar enormes cantidades de datos sobre el clima, lo que permite que las predicciones sean más precisas. Por ejemplo, la IA puede simular fenómenos climáticos extremos, permitiendo alertas tempranas y atenuando el impacto de los desastres naturales exacerbados por el cambio climático.
 - **Agricultura inteligente.** Las soluciones de IA se están utilizando para optimizar las prácticas agrícolas, reduciendo las huellas de carbono a través de técnicas de agricultura de precisión. Los sistemas impulsados por la IA pueden efectuar un seguimiento del estado del suelo, el uso del agua y la productividad de los cultivos; todo esto minimiza el impacto ambiental de la agricultura y contribuye a la seguridad alimentaria frente al estrés climático.
 - **La IA en la captura y el almacenamiento de carbono.** Asimismo, se está explorando el potencial de la IA para mejorar las tecnologías de captura de carbono al predecir las mejores ubicaciones para su almacenamiento, optimizar los procesos para capturar y almacenar carbono de manera más eficiente y reducir los costes operativos en las instalaciones de captura y almacenamiento de carbono.
2. **El consumo energético de los sistemas de IA y los centros de datos.** Aunque la IA tiene el potencial de acelerar las soluciones climáticas, su uso creciente también plantea preocupaciones sobre la intensidad energética de los modelos de IA, los centros de datos y las infraestructuras digitales.
 - **Uso de energía de los centros de datos.** La rápida expansión de las tecnologías de IA ha aumentado significativamente la demanda de energía de los centros de datos. Según la Agencia Internacional de la Energía, los centros de datos y las redes de transmisión de datos representan casi el 1% de la demanda mundial de electricidad. Los modelos de IA contribuyen a acrecentar esta huella energética y posiblemente en el futuro el consumo de energía aumentará aún más (véase la tabla 2.1).
 - **Consumo de energía de los modelos de IA.** Los grandes modelos de IA, especialmente los sistemas de aprendizaje profundo, requieren una potencia de cálculo sustancial,

lo que conlleva un alto consumo de energía. Entrenar un solo modelo de IA puede generar emisiones de carbono significativas, dependiendo de la fuente de energía que alimente el centro de datos involucrado.

- **La IA y la eficiencia energética.** Por otra parte, la IA también puede ayudar a reducir el consumo de energía de los centros de datos a través de técnicas de optimización. Por ejemplo, la IA puede optimizar los sistemas de refrigeración, mejorar el equilibrio de carga y la utilización de los servidores, lo que lleva a centros de datos más eficientes en términos energéticos.
3. **Efectos distributivos de la IA en las transiciones climáticas**
 - **Acceso a la energía y equidad.** Los sistemas impulsados por IA podrían beneficiar en mayor medida a las economías desarrolladas con infraestructura digital avanzada, dejando atrás a los países en desarrollo que carecen de la capacidad tecnológica para desplegar la IA a gran escala. Esta desigualdad podría ampliar la brecha en el acceso a la energía y en el desarrollo económico.
 - **Pérdida y creación de empleo.** El auge de la IA en las transiciones climáticas podría resultar en la pérdida de empleos, particularmente en sectores energéticos tradicionales como el carbón y el petróleo. Sin embargo, la IA también tiene el potencial de crear nuevos puestos de trabajo en energías renovables y agricultura inteligente, así como en el campo de las soluciones climáticas impulsadas por IA. Es crucial asegurar una **transición justa**, en la que los trabajadores empleados en los sectores vulnerables reciban apoyo mediante la capacitación y nuevas oportunidades laborales.
 - **Igualdad de género.** La IA podría exacerbar las desigualdades sociales existentes si no se implementa de manera inclusiva. Las mujeres en los países en desarrollo pueden enfrentarse a nuevas barreras para acceder a la capacitación y a los recursos necesarios para beneficiarse de las oportunidades laborales impulsadas por la IA en el sector climático. Un **enfoque igualitario de género** asegura que las mujeres no queden excluidas de la economía verde impulsada por la IA.
 4. **Recomendaciones políticas para la integración de la IA en la acción climática**
 - **Incentivar las energías renovables para los centros de datos.** Los gobiernos deben promover el uso de energías renovables para alimentar los centros de datos que respaldan los sistemas de IA, con el objeto de minimizar la huella ambiental de las tecnologías de IA.
 - **Acceso equitativo a las tecnologías de IA.** Se necesita cooperación internacional para garantizar que los países en desarrollo tengan acceso a tecnologías de IA para la mitigación climática. La inversión en infraestructuras digitales y programas de desarrollo de capacidades será crucial.
 - **Políticas de transición justa.** Los responsables políticos deben diseñar estrategias inclusivas para capacitar a los trabajadores que pierdan sus puestos de trabajo debido a la automatización y a la IA, particularmente en las industrias intensivas en carbono, de modo que la transición hacia empleos impulsados por la IA en el sector de energías renovables sea fluida.
 - **Una IA que respete la igualdad de género.** Los gobiernos y las organizaciones deben abordar las disparidades de género en la educación y capacitación en IA para asegurar que las mujeres estén representadas equitativamente en la fuerza de trabajo y se beneficien de las soluciones climáticas impulsadas por la IA.

Acrónimos y abreviaturas

ACNUR	Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados	IRENA	Agencia Internacional de las Energías Renovables
AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	IZA	Instituto de Economía del Trabajo
AIE	Agencia Internacional de la Energía	LT-LEDs	estrategias de desarrollo con bajas emisiones
AR6	Sexto Informe de Evaluación	NDC	contribuciones determinadas a nivel nacional
BAoD	Banco Asiático de Desarrollo	NOAA	Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
C3S	Servicio de Cambio Climático Copernicus de la UE	OCHA	Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios
CAT	Rastreador de Acción Climática	ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible [SDG]
CBAM	mecanismo de ajuste en frontera por carbono	OIT	Organización Internacional del Trabajo [ILO]
CCS	captura y almacenamiento de carbono	OMM	Organización Meteorológica Mundial [WMO]
CIA	Agencia Central de Inteligencia (Estados Unidos)	ONG	organizaciones no gubernamentales
CMIP	Proyecto de intercomparación de modelos acoplados	Oxfam	Oxfam Internacional
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992) [UNFCCC]	PDSL	países en desarrollo sin litoral [LLDC]
COP	Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	PIB	producto interior bruto
EAE	evaluación ambiental estratégica	PMD	países menos desarrollados [LDCs]
EIA	evaluación de impacto ambiental	PNA	planes nacionales de adaptación
ESIA	evaluación de impacto ambiental y social	PNT	procedimiento operativo estándar [SOP]
ETS	sistema de comercio de derechos de emisión	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [UNDP]
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP]
FMI	Fondo Monetario Internacional	PPA	paridad de poder adquisitivo
GEI	gases de efecto invernadero	RCP	trayectoria de concentración representativa
GPAI	Asociación Global sobre Inteligencia Artificial	RNB	renta nacional bruta
IA	inteligencia artificial	SIDS	pequeños Estados insulares en desarrollo
IAM	modelo de evaluación integrada	SPEI	Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración
I+D	investigación y desarrollo	SSP	trayectorias socioeconómicas compartidas
IDG	índice de desigualdad de género	UE	Unión Europea
IDH	índice de desarrollo humano	UIS	Instituto de Estadística de la UNESCO
IDMC	Centro de Seguimiento de Desplazamientos Internos	UNDRR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
IEP	Instituto para la Economía y la Paz	UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
IHA	Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica	USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
IIASA	Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados	WBG	Grupo del Banco Mundial
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	WEF	Foro Económico Mundial
		WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

Referencias

- AI Now Institute (AI NOW) (2023). *AI Now 2023 Landscape: Confronting Tech Power*. AI Now Institute, 11 April 2023, <https://ainowinstitute.org/2023-landscape>.
- Akbar, Maha (2023). *Over a year after Pakistan floods, survivors battle climate anxiety*. <https://www.aljazeera.com/gallery/2023/10/24/photos-over-a-year-after-pakistan-floods-survivors-battle-climate-anxiety>
- Ampudia, Sergio (2024, en prensa). *HABITABLE Futures: Promoting Mobility in the Context of Climate Change Disasters and Environmental Policies in the EU*. D6.5.
- Asian Development Bank (ADB) (2024). *Asian Economic Integration Report 2024: Decarbonizing Global Value Chains*. <http://dx.doi.org/10.22617/SGP240085-2>
- Bajomi, Anna, et al. (2023). *Distributional Impact of Carbon Pricing in Central and Eastern Europe*. Energy Policy Group (EPG). <https://www.enpg.ro/distributional-impact-of-carbon-pricing-in-central-and-eastern-europe/>
- Baran, Jan, et al. (2020). *Low-carbon transition in a coal-producing country: A labour market perspective*. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111878>
- Benton, Tim G., et al. (2022). *The Ukraine war and threats to food and energy security: Cascading risks from rising prices and supply disruptions*, Research Paper, Londres: Royal Institute of International Affairs (Chatham House), <https://doi.org/10.55317/9781784135225>
- Black, Simon, et al. (2023). *IMF Fossil Fuel Subsidies Data: 2023 Update*. Working paper, International Monetary Fund (IMF), Washington, D.C. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/08/22/IMF-Fossil-Fuel-Subsidies-Data-2023-Update-537281>
- Bokamba, Eyamba. G. y Bokamba, Eyamba. D. (2022). 2022 Mining Data Study. Quoted by the Center for Research on the Congo-Kinshasa (CERECK), in the 2024 Dossier "The Congolese Fight for their Own Wealth". <https://thetricontinental.org/dossier-77-the-congolese-fight-for-their-own-wealth/>
- Bower, Erica, y Weerasinghe, Sanjula (2021). *Leaving Place, Restoring Home: Enhancing the Evidence Base on Planned Relocation Cases in the Context of Hazards, Disasters, and Climate Change*. Platform on Disaster Displacement (PDD) y Andrew and Renata Kaldor Centre for International Refugee Law. Federal Department of Foreign Affairs of Switzerland. https://environmentalmigration.iom.int/sites/g/files/tmzbd11411/files/documents/pdd-leaving_place_restoring_home-2021-screen_compressed.pdf
- Burke, Marshall, et al. (2015). *Global non-linear effect of temperature on economic production*. *Nature* 527, pp. 235–239. <https://www.nature.com/articles/nature15725>
- Cabrita, Jorge, et al. (2021). *Distributional impacts of climate policies in Europe*. Eurofound. Publications Office of the European Union, Luxemburgo. <https://www.eurofound.europa.eu/en/publications/2021/distributional-impacts-climate-policies-europe>
- Carleton, Tamma, et al. (2022). Valuing the global mortality consequences of climate change accounting for adaptation costs and benefits. En: *The Quarterly Journal of Economics* 137.4, pp. 2037–2015. <https://doi.org/10.1093/qje/qjac020>
- Carling, Joan (2024). *Indigenous Peoples and the Just Transition: Navigating Impacts, Promoting Equitable and Sustainable Renewable Energy, and Safeguarding Rights*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs - Division for Inclusive Social Development. Expert paper PFII/2024/EGM. <https://social.desa.un.org/sites/default/files/inline-files/JoaneCarling-IP%20and%20the%20just%20Transition%20Expert%20Meeting%20Report.pdf>
- Central Intelligence Agency (CIA) (2024). *The World Factbook*. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>
- Chancel, Lucas, Bothe Philipp y Voituriez Tancrede (2023). *Climate Inequality Report 2023*. World Inequality Lab Study 2023/1. <https://prod.wid.world/www-site/uploads/2023/01/CBV2023-ClimateInequalityReport-3.pdf>
- Chen, Lin, et al. (2023). *Artificial intelligence-based solutions for climate change: a review*. *Environmental Chemistry Letters* 21, 2525–2557. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01617-y>
- Chi, Xu, et al. (2020). *Future of the Human Climate Niche*. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1910114117
- Copernicus Climate Change Service (C3S) (2024). *July was second warmest on record, ending record-breaking 13-month streak*. <https://climate.copernicus.eu/july-was-second-warmest-record-ending-record-breaking-13-month-streak>
- Coria, Jessica (2009). *Environmental policy, fuel prices and the switching to natural gas in Santiago, Chile*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.06.007>
- Dhar, P. The carbon impact of artificial intelligence. *Nat Mach Intel* 2, 423–425 (2020). <https://doi.org/10.1038/s42256-020-0219-9>
- Dasgupta, Shouro, et al. (2021). *Effects of climate change on combined labour productivity and supply: an empirical, multi-model study*. [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(21\)00170-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(21)00170-4/fulltext)
- Dupuis, Mathieu, et al. (2024). *A Just Transition For Auto Workers? Negotiating the Electric Vehicle Transition in Germany and North America*. *ILR Review*, 77(5), pp. 770–798. DOI: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/00197939241250001>
- Duran, Anne-Aël (2018). *Comprendre la taxe carbone en huit questions*. *Le Monde*, 7 diciembre 2018. https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2018/12/07/comprendre-la-taxe-carbone-en-huit-questions_5394292_4355770.html
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) (2022). *Regional Agreement on Access to Information, Public Participation and Justice in Environmental Matters in Latin America and the Caribbean*. <https://www.cepal.org/en/escazuagreement>
- Energy Institute (EI) (2024). *2024 Statistical Review of World Energy*, <https://www.energyinst.org/statistical-review/home>.
- Fairtrade Foundation (2024). *Coffee farmers*, <https://www.fairtrade.org.uk/farmers-and-workers/coffee/>
- Ferreira, Susana, (2024). *Extreme Weather Events and Climate Change: Economic Impacts and Adaptation Policies*. *Annual Review of Resource Economics*, 2024, 16, 207–231. University of Georgia and Institute of Labor Economics (IZA). IZA DP No. 16715. <https://www.iza.org/publications/dp/16715/extreme-weather-events-and-climate-change-economic-impacts-and-adaptation-policies>

- Flouris, Andreas, et al., eds (2024). *Heat at Work: Implications for Safety and Health. A Global Review of the Science, Policy and Practice*. International Labour Organization. https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-07/ILO_OSH_Heatstress-R16.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2024a). La Niña: Anticipatory Action and Response Plan. September-December 2024. <https://tinyurl.com/bdh8j7rw>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2024b). *The unjust climate: Measuring the impacts of climate change on rural poor, women and youth*. Roma. <https://doi.org/10.4060/cc9680en>
- Ford, James D., et al. (2020). *The Resilience of Indigenous Peoples to Environmental Change*. One Earth, Volume 2, Issue 6, 2020, pp. 532-543, ISSN 2590-3322, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.05.014>.
- France Nature Environment (FNE) (2023). Nouveau scandale du Dieselgate : nouvelle plainte des associations. <https://fne.asso.fr/communiqu%C3%A9-presse/nouveau-scandale-du-dieselgate-nouvelle-plainte-des-associations>.
- Fredriksson, Gustav, y Zachmann, Georg, (2021). Assessing the Distributional Effects of the European Green Deal. *Winners and Losers of Energy and Climate Policy: How Can the Costs Be Redistributed?* CESifo Forum 5/2021, September, Volume 22. <https://www.cesifo.org/en/publications/2021/journal-complete-issue/cesifo-forum-052021-winners-and-losers-energy-and-climate>
- Fricko, Oliver, et al. (2017). *The marker quantification of the Shared Socioeconomic Pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century*, Global Environmental Change, Volume 42, 2017, pp. 251-267, ISSN 0959-3780, DOI: [10.1016/j.gloenvcha.2016.06.004](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.004)
- Gabriel-Hernández, Loarry, y Barradas, Víctor L. (2024). *Panorama of Coffee Cultivation in the Central Zone of Veracruz State, Mexico: Identification of Main Stressors and Challenges to Face*. Sustainability. 2024; 16(2):802. <https://doi.org/10.3390/su16020802>
- García-León, David, et al. (2024). *Temperature-related mortality burden and projected change in 1368 European regions: a modelling study*. The Lancet Public Health, Volume 9, Issue 9, pp. e644–53. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(24\)00179-8](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(24)00179-8)
- Geneva Centre for Human Rights Advancement and Global Dialogue (GCHRADG) (2024). *Indigenous People in the Decision-Making Process of Environmental Justice*. Research paper, October 2024. <https://gchragd.org/wp-content/uploads/2024/10/Environmental-Rights-and-Indigenous-Peoples.01.pdf>
- Global Partnership on AI (GPAI) Report (2021). *Climate Change and AI: Recommendations for Government Action*. <https://wp.oecd.ai/app/uploads/2025/05/climate-change-and-ai.pdf>
- Gore, Tim (2022). *Can Polluter Pays policies in the buildings and transport sectors be progressive? Assessing the distributional impacts on households of the proposed reform of the Energy Taxation Directive and extension of the Emissions Trading Scheme*. Research report, Institute for European Environmental Policy. https://ieep.eu/wp-content/uploads/2022/12/Can-polluter-pays-policies-in-buildings-and-transport-be-progressive_IEEP-2022.pdf
- Grüter R., Trachsel T., Laube P. y Jaisli I. (2022) Expected global suitability of coffee, cashew and avocado due to climate change. PLoS ONE 17(1): e0261976. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261976>.
- Hadré, Emma, et al. (2023). Quantifying generational and geographical inequality of *climate change*. Nature Portfolio, Scientific Reports 13:8483. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35690-8>
- Hallegatte, Stéphane, et al. (2020). From Poverty to Disaster and Back: A Review of the Literature. Economics of Disasters and Climate Change, Vol. 4(1), pp. 223-247. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41885-020-00060-5>
- Heinisch, Katja, et al. (2020). Power generation and structural change: Quantifying economic effects of the coal phase-out in Germany. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.105008>
- Human Rights Council (HRC) (2024). *Analytical study on the impact of loss and damage from the adverse effects of climate change on the full enjoyment of human rights, exploring equity-based approaches and solutions to addressing the same*. Report of the Secretary-General. A/HRC/57/30. Advance edited version. <https://www.ohchr.org/en/documents/thematic-reports/ahrc5730-analytical-study-impact-loss-and-damage-adverse-effects-climate>
- Institute for Economics and Peace (IEP) (2020). *Over one billion people at threat of being displaced by 2050 due to environmental change, conflict and civil unrest*. <https://www.economicsandpeace.org/wp-content/uploads/2020/09/Ecological-Threat-Register-Press-Release-27.08-FINAL.pdf>
- Institute of Labor Economics (IZA) (2024). *Extreme Weather Events and Climate Change: Economic Impacts and Adaptation Policies*. Susana Ferreira. January 2024. IZA DP No. 16715. <https://docs.iza.org/dp16715.pdf>
- Inter-American Development Bank (IDB) (2022). *Climate Change Mitigation Policies: Aggregate and Distributional Effects*. Working paper prepared by Tiago Cavalcanti, Zenia Hasna and Cezar Santos. IDB-WP-1387. <https://publications.iadb.org/en/climate-change-mitigation-policies-aggregate-and-distributional-effects>
- Inter-American Development Bank (IDB) (2022a). *The most unexpected effect of climate change*. 22 July 2019, <https://tinyurl.com/4xcjsbkd>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, USA, 1535 pp. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022). "Summary for Policymakers." En *Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*, pp. 1-24. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.001>

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022a). *Climate Change 2022 - Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2023. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2024). IPCC Chair's remarks at the High-Level Ministerial Roundtable on Pre-2030 Ambition. <https://www.ipcc.ch/2024/11/18/ipcc-chairs-cop29-high-level-ministerial-roundtable-pre-2030-ambition/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022b). Working Group II Author Team. *Key Findings of the AR6 Report on Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part I: Impacts and Risks*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2022/06/WGII_AR6_Presentation_SB56.pdf
- International Association for Impact Assessment (IAIA) (2024). *Improving Decision-Making for the Energy Transition: Guidance for Using Strategic Environmental Assessment*. <https://training.iaia.org/wp-content/uploads/2024/10/SEA-Guidance-PRELIMINARIES.pdf>
- International Energy Agency (IEA) (2023). *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach*. <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>
- International Energy Agency (IEA). (2023a). *Tracking Clean Energy Progress 2023*. <https://www.iea.org/reports/tracking-clean-energy-progress-2023>.
- International Energy Agency (IEA) (2024). *Electricity 2024: Analysis and forecast to 2026*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/18f3ed24-4b26-4c83-a3d2-8a1be51c8cc8/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf>
- International Energy Agency (IEA) (2024a). *GHG emissions from fuel combustion*. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/greenhouse-gas-emissions-from-energy#ghg-emissions-from-fuel-combustion>
- International Energy Agency (IEA) (2024b). *World Energy Investment 2024*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024>.
- International Energy Agency (IEA) (2024c). *Global EV Outlook 2024: Moving towards increased affordability*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a9e3544b-0b12-4e15-b407-65f5c8ce1b5f/GlobalEVO Outlook2024.pdf>
- International Energy Agency (IEA) (2024d). *World Energy Outlook 2024*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>.
- International Energy Agency (IEA) (2024e). *Renewables 2024: Analysis and Forecast to 2030*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2024>.
- International Energy Agency (IEA) (2024f). *World Energy Investment 2024, China*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024/china>.
- International Hydropower Association (IHA) (May 2020). *Hydropower Sustainability Guidelines*. <https://tinyurl.com/mrxnyy6b>.
- International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) (2024). Scenario SSP2-4.5 descripción y base de datos extraídas de: <https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=10> y <https://tntcat.iiasa.ac.at/RcpDb/dsd?Action=htmlpage&page=welcome>
- International Institute for Sustainable Development (IISD) and Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2024). *Fossil Fuel Subsidy Tracker. Online Global estimates on subsidies to fossil fuels*. (Dataset) <https://fossilfuelsubsidytracker.org/>
- International Labour Organization (ILO) (2019). *Working on a Warmer Planet: The Impact of Heat Stress on Labour Productivity and Decent Work*. www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_711919.pdf.
- International Labour Organization (ILO) (2024). *Heat at Work: Implications for Safety and Health. A Global Review of the Science, Policy and Practice*. https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-07/ILO_OSH_Heatstress-R16.pdf
- International Labour Organization (ILO) (2024a). *Ensuring safety and health at work in a changing climate*. Global report. Ginebra: International Labour Office. https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-07/ILO_SafeDay24_Report_r11.pdf
- International Labour Organization (ILO) (2024b). *World Social Protection Report 2024–2026. Universal social protection for climate action and a just transition*. https://webapps.ilo.org/static/english/reports/flagship/world_social_protection_report_2024-26/Chapter%2002.html
- International Labour Organization (ILO) (2024c). ILOSTAT: The leading source of labour statistics. Fecha de acceso: 9 septiembre 2024. <https://ilostat.ilo.org/>
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2024a). *A just and inclusive energy transition in emerging markets and developing economies: Energy planning, financing, sustainable fuels and social dimensions*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, <https://tinyurl.com/nhhk5jz2>.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2024b). *Key Enablers to Triple Renewables by 2030: International Collaboration*. 19 August 2024, <https://tinyurl.com/muvewuyy>.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) and International Labour Organization (ILO) (2023). *Renewable energy and jobs: Annual review 2023*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi e International Labour Organization, Ginebra. <https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2023>
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) (2024). Young, Virginia, et al. *Climate Change and Protected Areas: Some Critical Issues*. IUCN WCPA Issues. Paper Series No. 2, Gland, Suiza: IUCN. <https://iucn.org/sites/default/files/2024-05/issues-paper-climate-and-protected-areas-final.pdf>
- Kelley, Colin P., et al. (2015). *Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 122 (11), pp. 3241-3246. <https://doi.org/10.1073/pnas.1421533112>

- Le Monde (2018). Les Décodeurs. Prix des carburants: les principaux arguments du débat vérifiés. https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2018/11/22/carburants-les-principaux-arguments-du-debat-verifies_5386986_4355770.html
- Levain, Alix, et al. (2022). *Are movements against climate-change policy anti-environmental? Research on the Yellow Vest Movement*. French Politics 20 (3-4) November 2022. https://www.researchgate.net/publication/363831616_Are_movements_against_climate-change_policy_anti-environmental_Research_on_the_Yellow_Vest_Movement
- Lewis, Joanna I., et al. (2024) *Climate Change and artificial intelligence: assessing the global research landscape*. *Discovers Artificial Intelligence* 4, 64. <https://doi.org/10.1007/s44163-024-00170-z>
- Li P., Yang J., Islam M.A. y Ren S. (2025). *Making AI Less «Thirsty»: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models*. ArXiv:2304.03271. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.03271>
- Ligozat, Anne-Laure, et al. (2022). *Unraveling the Hidden Environmental Impacts of AI Solutions for Environment Life Cycle Assessment of AI Solutions*. *Sustainability*, 14(9), 5172; <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/9/5172>
- Li, Pengfei, et al. (2023). *Making AI Less “Thirsty”: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models*. ArXiv preprint. <https://arxiv.org/abs/2304.03271>
- Ludosky, Priscillia (2018). *Pour une Baisse des Prix du Carburant à la Pompe !* <https://www.change.org/p/pour-une-baisse-des-prix-%C3%A0-la-pompe-essence-diesel>
- Maslej, Nestor, et al. (2023). *The AI Index 2023 Annual Report* (Stanford, CA: AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University, April 2023). https://hai-production.s3.amazonaws.com/files/hai_ai-index-report_2023.pdf
- Merkle, Magnus, y Dolphin, Geoffroy, (2024). *Distributional Impacts of Heterogenous Carbon Prices in the EU*. Working paper, International Monetary Fund (IMF), WP/24/149. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2024/07/12/Distributional-Impacts-of-Heterogenous-Carbon-Prices-in-the-EU-551414>
- Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality of the Netherlands (LNV) (2019). *Plan of Action: The Dutch Government’s Plan to Support the Transition to Circular Agriculture*. <https://www.government.nl/binaries/government/documenten/policy-notes/2019/11/30/plan-of-action---supporting-transition-to-circular-agriculture/Plan+of+action+---supporting+transition+to+circular+agri+culture.pdf>
- Ministry of Economy, Republic of Fiji (2018). *The Planned Relocation Guidelines: A Framework to Undertake Climate Change Related Relocation*. https://fijiclimatchangeportal.gov.fj/wp-content/uploads/2022/01/Planned-Relocation-Guidelines_Fiji.pdf
- Ministry of Economy, Republic of Fiji (2023). *Standard Operating Procedures for Planned Relocation in the Republic of Fiji*. https://www.giz.de/de/downloads/Fiji_SOP_Planned_Relocation_March2023_FINAL_web.pdf
- Moghimi Dehkordi, Mohsen, et al. (2024). *Soil, air, and water pollution from mining and industrial activities: Sources of pollution, environmental impacts, and prevention and control methods*. *Results in Engineering*, Volume 23, 102729. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102729>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2024). <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
- Ng, Wei-Shiuen, y Bassan, Danielle, (2022). *Gender Equality and the Role of Women in Decarbonising Transport*. International Transport Forum (ITF) <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/gender-equality-women-decarbonising-transport.pdf>
- Nowak, Andreea C., et al (2024). *Opportunities to strengthen Africa’s efforts to track national-level climate adaptation*. *Nature Climate Change*, 14, pp. 876–882. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02054-7>
- Neumann, Barbara, et al. (2015). *Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding — A Global Assessment*. *PLOS ONE*, 10(3), e0118571. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118571>
- Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights (OHCHR) (2019). *Analytical study on gender-responsive climate action for the full and effective enjoyment of the rights of women*. Report of the Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights. A/HRC/41/26. <https://www.ohchr.org/en/documents/reports/analytical-study-gender-responsive-climate-action-full-and-effective-enjoyment>
- Ohlendorf, Nils, et al. (2021). *Distributional Impacts of Carbon Pricing: A Meta-Analysis*. *Environmental and Resource Economics* 78, 1–42 <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00521-1>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2021a). *Assessing the Economic Impacts of Environmental Policies. Evidence from a Decade of OECD Research*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/bf2fb156-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2021b). *Managing the Distributional Effects of Environmental and Climate Policies: The Narrow Path for a Triple Dividend*. OECD Environment Working Paper No. 188, prepared by Francesco Vona. <https://tinyurl.com/5yt6pjbh>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2021c). *Gender and the Environment: Building Evidence and Policies to Achieve the SDGs*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/3d32ca39-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2022). *The Short and Winding Road to 2030: Measuring Distance to the SDG Targets*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/af4b630d-en>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2023). *Raw Materials Critical for The Green Transition: Production, International Trade and Export Restrictions*, OECD Trade Policy Papers, No. 269, OECD Publishing, Paris, https://www.oecd.org/en/publications/raw-materials-critical-for-the-green-transition_c6bb598b-en.html

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2024a). *Carbon prices, emissions and international trade in sectors at risk of carbon leakage: Evidence from 140 countries*. OECD Economics Department Working Papers, No. 1813, prepared by Jonas Teusch et al. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/07/carbon-prices-emissions-and-international-trade-in-sectors-at-risk-of-carbon-leakage_fb0d6c14/116248f5-en.pdf
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2024b). *Distributional impacts of energy transition pathways and climate change*. OECD Economics Department Working Papers, No. 1820, prepared by Jule Hodok and Tomasz Kozluk. <https://dx.doi.org/10.1787/56e93f3e-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2024c). OECD Employment Outlook 2024: *The Net-Zero Transition and the Labour Market*. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/ac8b3538-en.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2024d). *The Impact of Artificial Intelligence on Productivity, Distribution and Growth: Key Mechanisms, Initial Evidence and Policy Challenges*. OECD Artificial Intelligence Papers, April 2024, No. 15. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/04/the-impact-of-artificial-intelligence-on-productivity-distribution-and-growth_d54e2842/8d900037-en.pdf
- Otto, Ilona M., et al. (2017). *Social vulnerability to climate change: A review of concepts and evidence*. Regional Environmental Change, 17(6), pp. 1651–1662. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1105-9>
- Owen, John R., et al. (2023). *Energy transition minerals and their intersection with land-connected peoples*. *Nature Sustainability* 6, pp. 203–211. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00994-6>
- Oxfam International (2023). *Climate Equality: A Planet for the 99%*. <https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/10546/621551/2/crclimate-equality-201123-en.pdf>
- Piontek, Franziska, et al. (2023). *Distributional consequences of climate change impacts and policies - a global perspective*. Climate Change Impacts and Policies in Heterogeneous Societies (CHIPS). https://chips-project.org/products/final-event-slides/chips_final-meeting_results-i.pdf
- Power Technology (2024). *Indonesia to retire coal-fired power plants by 2040 not 2056*. <https://www.power-technology.com/news/indonesia-coal-fired-power-plants-2040/>
- Presidential Climate Commission of the Republic of South Africa (2023). *A Critical Appraisal of South Africa's Just Energy Transition Investment Plan (JET-IP). Recommendations from the Presidential Climate Commission*. <https://pcccommissionflow.imgix.net/uploads/images/PCC-analysis-and-recommenations-on-the-JET-IP-May-2023.pdf>
- Reucassel, Craig, et al. (2023). *In Fiji, the climate crisis is no longer off in the future – it's a daily reality*. ABC News. <https://www.abc.net.au/news/2023-04-06/fiji-climate-change-moving-villages-vunidogoloa/102186670>
- REN21 (2024). *Renewables 2024. Global Status Report*. https://www.ren21.net/gsr-2024/modules/global_overview
- Reyes-García, Victoria, et al. (2024). *Indigenous Peoples and local communities report ongoing and widespread climate change impacts on local social-ecological systems*. *Communications Earth and Environment* 5, 29 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01164-y>
- Ritchie, Hannah, y Rosado, Pablo (2024). "Electricity Mix"-OurWorldinData.org. <https://ourworldindata.org/electricity-mix>
- Ronzón Benítez, María Eugenia (2020). *Impactos del cambio climático sobre la producción de café en dos regiones del Estado de Veracruz*. Tesis de máster. Universidad Veracruzana. <https://cdigital.uv.mx/items/f89bdb4e-b262-48b4-8ba4-fd0de8c7bd4f>
- Rotich, Ibrahim Kipngeno, et al. (2024). *Renewable energy status and uptake in Kenya*. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101453>
- Ruparelia, Sanjay (2021). *India's farmers are right to protest against agricultural reforms*. <https://theconversation.com/indias-farmers-are-right-to-protest-against-agricultural-reforms-152726>.
- Scott, Michon (2015). *Climate and Coffee* (19 June 2015). <https://tinyurl.com/3dwdh3y4>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2012). *Los humedales en México. Oportunidades para la sociedad*. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Cecadesu/Libros/Humedales.pdf>
- Senate Democrats (2022). *Summary: The Inflation Reduction Act of 2022*. https://www.democrats.senate.gov/imo/media/doc/inflation_reduction_act_one_page_summary.pdf.
- Shei, Cheng-Hsiang, et al. (2024). *Distributional effects of carbon pricing: An analysis of income-based versus expenditure-based approaches*. *Journal of Cleaner Production* 465 (2024) 141446. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141446>
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2024). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Acceso noviembre 2024. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Stechemesser, Annika, et al. (2024). *Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades*. *Science* 385, pp. 884–892, 22 August 2024. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adl6547>
- Strubell, Emma, et al. (2019). *Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP*. College of Information and Computer Sciences, University of Massachusetts Amherst: <https://arxiv.org/pdf/1906.02243.pdf>
- Strubell, Emma, et al. (2020). *Energy and Policy Considerations for Modern Deep Learning Research. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 34(09), 13693–13696. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i09.7123>
- United Nations Development Programme (UNDP) (2024). *Human Development Report 2023/2024*. <https://data.unhcr.org/en/documents/details/108475#:~:text=Breaking%20the%20gridlock%3A%20Reimagining%20cooperation,that%20we%20must%20urgently%20tackle>.
- United Nations Development Programme (UNDP) y CAMÕES (2024). *Snapshot of Loss and Damage in SIDS under the Climate Promise*. <https://www.undp.org/publications/snapshot-loss-and-damage-sids-under-climate-promise>

- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2021). *Recommendation on the Ethics of AI*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2022). *Inclusive and Resilient Societies. Equality, sustainability and efficiency*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384351>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2024). Gorilla Ambassadors Program. Informes en línea: <https://www.unesco.org/en/articles/gorilla-ambassadors-program> y <https://www.unesco.org/en/articles/africa-mountain-gorillas-make-comeback-0>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Institute for Statistics (UIS) (2024). Bulk Data Download Service. Acceso 29 julio 2024. <https://uis.unesco.org/bdds>
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2011). *Women at the frontline of climate change: gender risks and hopes*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/7985>.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2023). *Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43922>
- United Nations Environment Programme (UNEP), UN-Women, United Nations Development Programme (UNDP) and Department of Political and Peacebuilding Affairs (DPPA) (2020). *Gender, Climate and Security: Sustaining Inclusive Peace on the Frontlines of Climate Change*. <https://www.unwomen.org/en/digital-library/publications/2020/06/gender-climate-and-security>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2024). FCCC/PA/CMA/2024/17/Add.1, Decision 1/ CMA.6. <https://unfccc.int/documents/644937>
- United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) (2016). Frequently asked questions on climate change and disaster displacement. <https://www.unhcr.org/news/stories/frequently-asked-questions-climate-change-and-disaster-displacement>
- United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) (2024). *Global Trends: Forced displacement in 2023*. Copenhagen, Dinamarca: United Nations High Commissioner for Refugees. <https://www.unhcr.org/sites/default/files/2024-06/global-trends-report-2023.pdf>
- United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) (2024a). *No Escape: On the Frontlines of Climate Change, Conflict and Forced Displacement*. United Nations High Commissioner for Refugees. <https://data.unhcr.org/en/documents/details/112744>
- UNDRR (2015). *Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Ginebra, Suiza: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2015#downloads>
- United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), the International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC) and the Red Cross Red Crescent Climate Centre (2022). *Extreme Heat. Preparing for the Heatwaves of the Future*. <https://www.unocha.org/publications/report/world/extreme-heat-preparing-heatwaves-future>
- United Nations (2024). *The Sustainable Development Goals Report 2024*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>
- United States Department of Agriculture (USDA) (2024). *Top coffee producing countries, 2023-2024*, <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0711100>
- UN-Women (2020). *Intersectional feminism: what it means and why it matters right now*. <https://un-women.medium.com/intersectional-feminism-what-it-means-and-why-it-matters-right-now-7743bfa16757>
- UN-Women (2022). *Explainer: How gender inequality and climate change are interconnected* <https://www.unwomen.org/en/news-stories/explainer/2022/02/explainer-how-gender-inequality-and-climate-change-are-interconnected>
- Vakasakawaqa, Arieta (2023). *'SOPs a step in right direction'*. <https://www.fjtimes.com.fj/sops-a-step-in-right-direction/>
- Van Wynsberghe, Aimee. (2021). *Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI*. *AI and Ethics*, 1(3), pp. 213-218. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00043-6>
- Vogt-Schilb, Adrien y Soria, Rafael (2019). *Energy subsidy reform in Ecuador could yield social, fiscal and climate benefits*. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/en/energy-subsidy-reform-in-ecuador-could-yield-social-fiscal-and-climate-benefits/>
- Vogt, Thomas V., et al. (2023). *Quantifying heterogeneous impacts of climate change for different income groups*. *Climate Change Impacts and Policies in Heterogeneous Societies (CHIPS) D2.1 report*. https://chips-project.org/products/deliverable-reports/d2-1_formatted.pdf
- Vona, Francesco (2023). *Managing the distributional effects of climate policies: A narrow path to a just transition*. *Ecological Economics*, Vol. 205. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107689>
- World Bank Group (WBG) (2017). *Mexico - Adaptation to Climate Change Impacts on the Coastal Wetlands in the Gulf of Mexico Project (English)*. Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/973851493918251343>
- World Bank Group (WBG) (2022). *International Debt Report 2022: Updated International Debt Statistics*. Washington, D.C.: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/49da23a2-bcc9-5593-bc96-470cae6b3665/content>
- World Bank Group (WBG) (2023). *Placing Gender Equality at the Center of Climate Action*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099718102062367591/pdf/IDU08c737dd00f8580412b0aed90fce874ab09b0.pdf>
- World Bank Group (WBG) (2024). *Population Estimates and Projections*. <https://databank.worldbank.org/id/811fc68e>
- World Bank Group (WBG) (2024a). *Climate Change Knowledge Portal (CCKP)*. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>. Fecha de acceso: 29 julio 2024.

- World Bank Group (WBG) (2024b). State and Trends of Carbon Pricing 2024. Washington, D.C.: World Bank. DOI: 10.1596/978-1-4648-2127-1. <http://hdl.handle.net/10986/41544>
- World Bank Group (WBG) (2024c). Gini Index. <https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI> Fecha de acceso: 29 julio 2024.
- World Bank Group (WBG) (2024d). International Debt Statistics (IDS). Fecha de acceso: 29 julio 2024. <https://www.worldbank.org/en/programs/debt-statistics/ids>
- World Economic Forum (WEF) (2022). *How the Ukraine war is driving up food and energy prices for the world*. 25 marzo 2022. <https://tinyurl.com/mvskx4y8>.
- World Meteorological Organization (WMO) (2022). *WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate, and Water Extremes (1970–2019)* (WMO-No. 1267) 2022 update. <https://storymaps.arcgis.com/stories/8df884dbd4e849c89d4b1128fa5dc1d6>
- World Meteorological Organization (WMO) (2024a). State of the Global Climate 2023. <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2023>
- World Meteorological Organization (WMO) (2024b). Global Status of Multi-Hazard Early Warning Systems 2024. https://library.wmo.int/viewer/69085/download?file=Global-Status-of-MHEWS-2024_en.pdf&type=pdf&navigator=1
- World Meteorological Organization (WMO) (2024c). WMO Global Annual to Decadal Climate Update 2024-2028. https://library.wmo.int/viewer/68910/download?file=WMO_GADCU_2024-2028_en.pdf&type=pdf&navigator=1
- World Meteorological Organization (WMO) (2025). Press release. 10 January 2025. <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>
- WorldPop Hub. Global High Resolution Population Denominators Project. <https://dx.doi.org/10.5258/SOTON/WP00646>
- Wu, Carole-Jean, et al. (2022). Sustainable AI: Environmental Implications, Challenges and Opportunities. *Proceedings of Machine Learning and Systems*, 4, 795-813. DOI:10.48550/arXiv.2111.00364

Anexo

Nota metodológica sobre el índice de exposición al cambio climático

El **índice de exposición al cambio climático** utilizado en este informe considera los peligros (cambios en el clima sobre un área determinada) y la exposición (población que vive en el área) a nivel nacional para la mayoría de los países del mundo, basado en datos climáticos y socioeconómicos subestatales. El objetivo del índice climático es cuantificar el cambio proyectado en la exposición debido al cambio climático, en oposición al riesgo climático actual. Debido a que el índice no considera todos los posibles impactos meteorológicos extremos del cambio climático, los países con un índice aparentemente bajo podrían estar altamente expuestos a otros fenómenos no considerados aquí, como los incendios forestales.

Los objetivos del índice son: considerar la exposición al cambio climático en el contexto de una serie de fenómenos climáticos extremos; estimar el cambio en la exposición con respecto a la evolución de la población; comparar entre diferentes categorías de exposición y dentro de países con una amplia gama de poblaciones y climas, y ser lo suficientemente simple como para facilitar el seguimiento hasta obtener el número de habitantes afectados. Este índice utiliza un escenario inercial, o «de término medio»: la vía socioeconómica compartida SPP2-RCP4.5 del IPCC (Riahi et al., 2017). En este escenario, el crecimiento de la población y las tendencias de desarrollo no se desvían de las tendencias históricas. Este escenario refleja un aumento de temperatura de aproximadamente 2 °C para 2050 y aproximadamente 3 °C para 2100. Todos los impactos se calculan para los años 2040-2060 y el período actual se define como 1995-2014, como se recomienda para la consideración de impactos a partir de una línea de base del tiempo actual (IPCC, 2023). Para el aumento del nivel del mar, el período actual es 2000 y el período futuro es 2060.

Se han seleccionado cinco categorías de exposición: huracanes, precipitaciones extremas, sequía, temperaturas extremas y aumento del nivel del mar. Las variables climáticas utilizadas son, respectivamente: huracán con un período de retorno de 100 años;⁶ máxima precipitación anual en un día;⁷ medida como un porcentaje de la precipitación total anual media; SPEI de 12 meses (que mide

anomalías en la humedad superficial durante los últimos 12 meses; los números por debajo del cero indican sequía y los números por encima del cero, la ausencia de sequía) (Vicente-Serrano et al., 2010); número anual de días con una temperatura media superior a 35 °C, y la llanura aluvial costera con un período de retorno de 100 años.

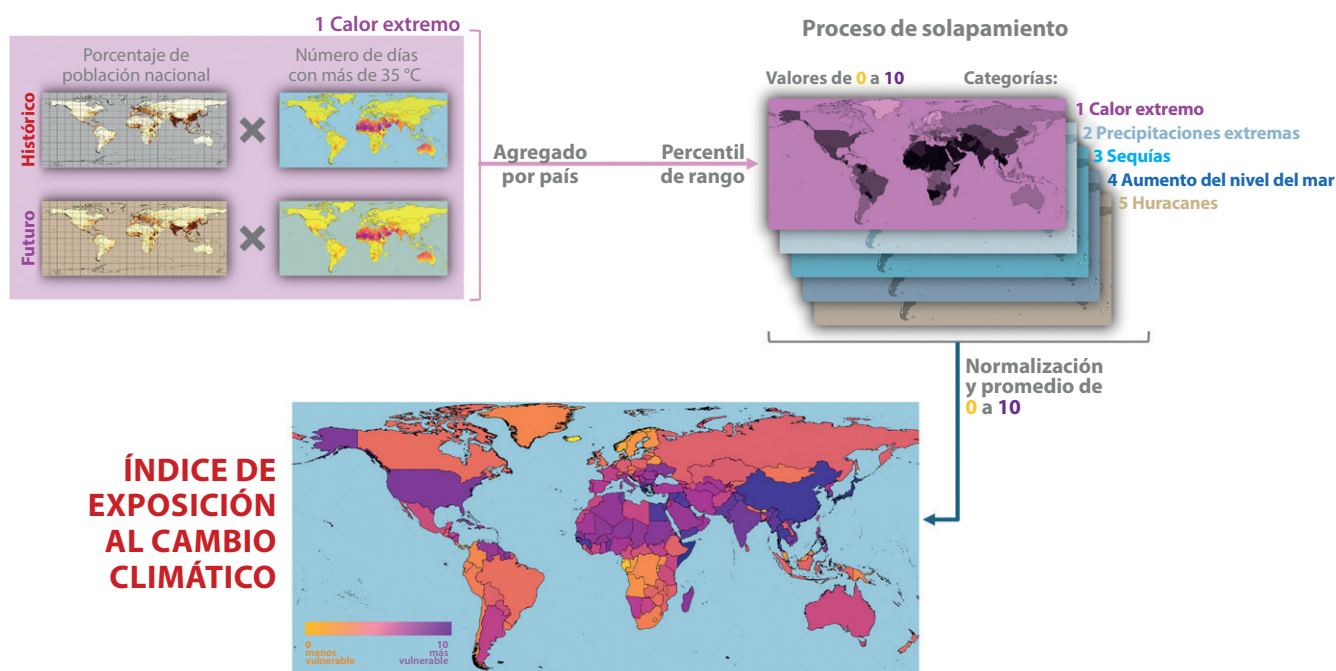
Los datos de población presente y futura, precipitación, sequía y temperatura se obtuvieron del Portal de Conocimiento sobre el Cambio Climático del Grupo del Banco Mundial (WBG, 2024a) en forma de un conjunto de datos globales en una cuadrícula de 0,25° x 0,25° derivada de las ejecuciones del modelo climático CMIP del IPCC (Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados).⁸ Las proyecciones de población consideran la migración rural internacional e interna debido a procesos existentes, pero no la migración climática esperada. Los datos de los huracanes provienen del Informe de Evaluación Global 2015 de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDDR, 2015). Debe tenerse en cuenta que los efectos del cambio climático sobre los huracanes aún se comprenden poco (Knutson et al., 2021). Una estimación general es un aumento del 5% al 10% en la intensidad de las tormentas en un mundo 2 °C más cálido (Knutson et al., 2020); este factor (10%) se ha utilizado globalmente para predecir un conjunto de datos de velocidad del viento para este índice. Los datos del aumento del nivel del mar provienen de un artículo de Neumann et al. (2015) y son los únicos datos no disponibles en una forma explícita espacialmente en cuadrícula.

Usando los datos climáticos y de población en cuadrícula de 0,25 x 0,25 grados, cada categoría de exposición en el índice se construye de la siguiente manera: en cada celda de la cuadrícula, el valor de la variable de los datos históricos se multiplica por el porcentaje histórico de la población nacional para obtener un valor medido en habitantes-variable

6. El período de retorno representa el intervalo medio entre dos sucesos de un fenómeno específico, como un suceso climático extremo. Por ejemplo, el huracán con un período de retorno de 100 años es el que se prevé que ocurra cada 100 años de promedio.

7. La precipitación máxima en un día corresponde al día más lluvioso que se prevé que ocurra en un año dado.

8. La mayoría de los datos sobre el cambio climático se estructuran en un sistema de cuadrículas en el que cada celda representa un área geográfica específica con valores climáticos agregados. Por ejemplo, una resolución utilizada normalmente es 0,25 grados de latitud por 0,25 grados de longitud, con lo que cada recuadro contiene una temperatura anual media representativa (u otra variable climática) para ese espacio definido. Las celdas se extienden conjuntamente de 0 a 360 grados de longitud y de -180 a 180 grados de latitud, con lo que se obtiene un mapa de variables climáticas que comprende todo el planeta. Este enfoque estructurado permite el análisis de condiciones climáticas localizadas dentro de cualquier región, a la vez que mantiene la coherencia en las evaluaciones climáticas globales.

Figura A.1. Proceso metodológico para el desarrollo del índice de exposición al cambio climático

(por ejemplo, habitantes-velocidad del viento). La misma operación se repite para los valores futuros, y luego se calcula la resta de los datos futuros menos los datos históricos. Esta metodología estima el cambio en la población expuesta a lo largo de una amplia gama de valores base, permitiendo la comparación entre regiones con distintos climas.

El siguiente paso es convertir los datos en cuadrícula a valores a escala nacional. El valor de cada celda dentro de un determinado país se suma para obtener un número total. Cualquier cambio negativo en la exposición se ha establecido como un valor de 0, ya que el índice de exposición será mayor a medida que las poblaciones de los países se vuelvan más expuestas a los impactos del cambio climático. El último paso para obtener el índice para una categoría dada es calcular el percentil de rango (una generalización del percentil estadístico clásico que permite valores repetidos) para obtener un valor entre 0 y 10. El índice de exposición final se calcula promediando las cinco categorías y normalizando el resultado para tener un valor de 0 para el país menos vulnerable y de 10 para el más vulnerable. Por lo tanto, cada país tiene un valor para cada categoría y un valor de índice final que consiste en la combinación de todas las categorías.

El índice resultante para cada categoría es, por lo tanto, mayor cuanto mayor sea el aumento de la población y el cambio en el clima para un país dado. Sin embargo, esto no representa directamente un número de población dado. El número de habitantes afectados puede obtenerse a partir del índice estableciendo umbrales específicos para cada

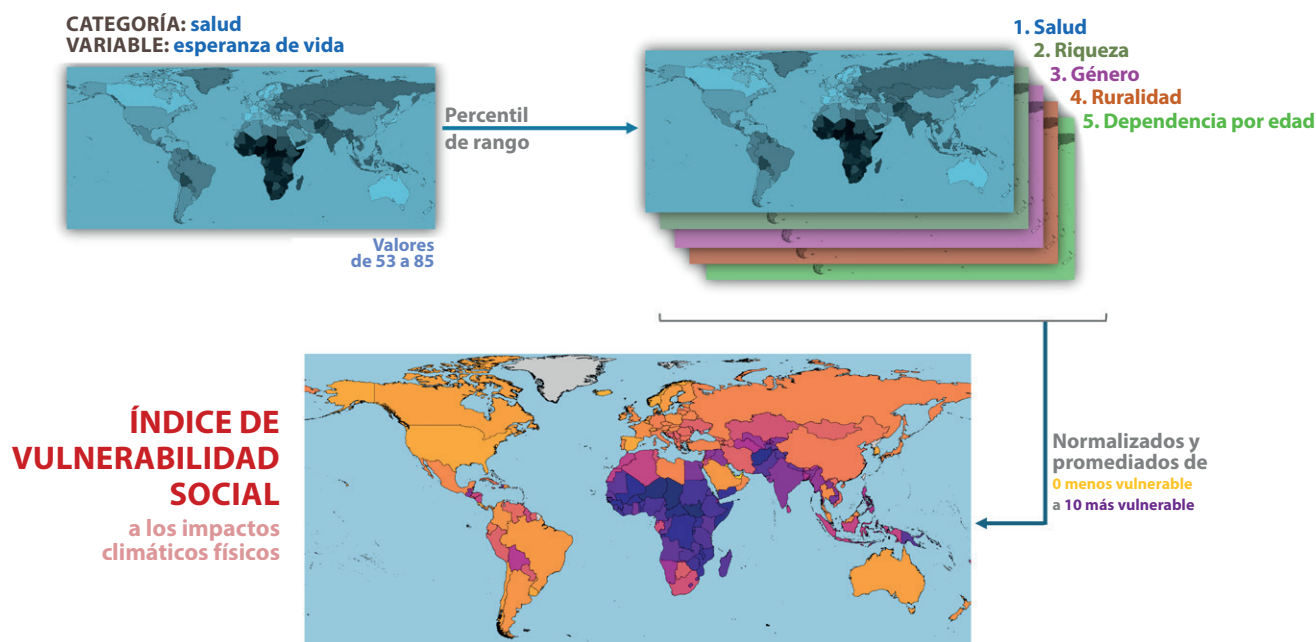
una de las categorías. Estas son: huracanes, áreas que se espera que reciban el impacto de un huracán de categoría 4 o superior en un período de retorno de 100 años; lluvias extremas, áreas en que la máxima precipitación anual en un día equivale como mínimo al 10% de la precipitación anual total; sequía, regiones en las que el SPEI de 12 meses es inferior a -0,15; temperatura extrema, áreas con más de 12 semanas de temperaturas diarias superiores a 35 °C, y aumento del nivel del mar, la llanura aluvial costera con un período de retorno de 100 años.

El índice de vulnerabilidad social evalúa la vulnerabilidad a los impactos físicos del clima

El primer índice de vulnerabilidad social evalúa la vulnerabilidad de los individuos a los fenómenos climáticos extremos considerados en el índice de exposición al cambio climático (aumento del nivel del mar, sequía, temperatura extrema, lluvias extremas, huracanes). Se construye de modo similar al índice de exposición al cambio climático. La combinación del índice de exposición, que considera los riesgos y la exposición, con el índice de vulnerabilidad social completa una evaluación global del riesgo climático (IPCC, 2015).

La extensión del índice actual es global y, por lo tanto, con el objetivo de tener datos disponibles para el mayor número posible de países, las variables se informan a escala nacional. Si bien la vulnerabilidad social tiene dimensiones estructurales y personales, muchas de las cuales son

Figura A.2. Proceso metodológico para el desarrollo del índice de vulnerabilidad social que evalúa la vulnerabilidad a los impactos climáticos físicos



relevantes a escalas muy locales (Zuzak et al., 2022), se han tenido en cuenta muestras nacionales para las categorías que los estudios realizados consideraban como determinantes de la vulnerabilidad.⁹

El índice está compuesto por cinco categorías: riqueza, salud, dependencia por edad, ruralidad y género. Cada categoría está representada por una variable. Usando un método similar al del índice de exposición climática, a un país se le asigna una calificación de 0 (menos vulnerable) a 10 (más vulnerable), según su rango correspondiente para cada categoría. El índice de vulnerabilidad final se calcula promediando las cinco categorías y normalizando el resultado para tener un valor de 0 para el país menos vulnerable y de 10 para el más vulnerable.

Para la categoría de riqueza, la variable seleccionada es el componente de riqueza del IDH (log RNB per cápita, PPA), según los cálculos del PNUD (2024). Es relevante porque si la población dispone de mayores ingresos, tendrá más capacidad para invertir en medidas de adaptación y tener activos (como automóviles, aire acondicionado, etc.) que mejoran la movilidad y reducen la exposición (Leichenko y Silva, 2014; Otto et al., 2017). La variable para la categoría de salud es la esperanza de vida al nacer, comunicada como un componente del IDH por el PNUD (2024) y por varios gobiernos estatales para sus circunscripciones. La esperanza de vida es una medida indirecta de la salud general de los

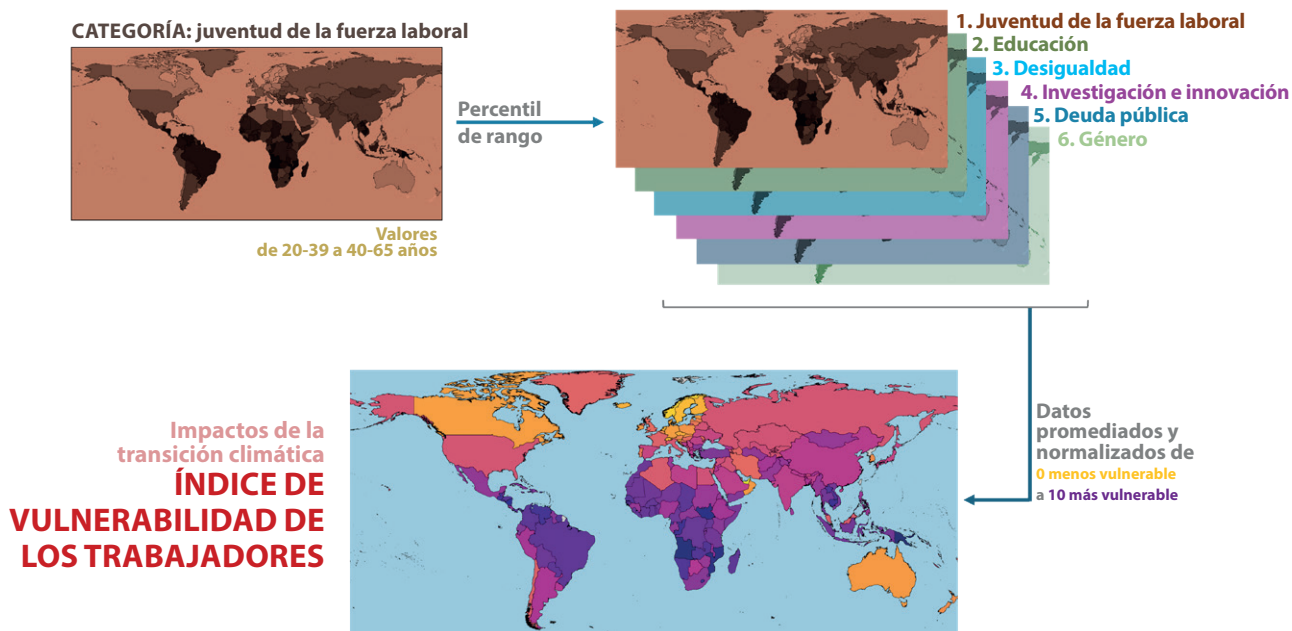
individuos, lo cual es importante con respecto a las comorbilidades que pueden aumentar las muertes en exceso, y la calidad del sistema de salud, incluyendo su capacidad para atender a los individuos durante las emergencias (Saito et al., 2014; Ebi et al., 2021). La dependencia por edad se mide por el porcentaje de la población menor de 15 años o mayor de 65 años, utilizando datos de la base de Estimaciones y Proyecciones de Población del Grupo del Banco Mundial (WBG, 2024). Los individuos jóvenes y los de mayor edad son los más afectados por situaciones extremas y tienen menos capacidad debido a su mayor dependencia (Sheffield y Landrigan, 2011; Huang et al., 2023). La ruralidad refleja el porcentaje de población rural, según el Instituto de Estadísticas de la UNESCO (UIS, s.f.). Las áreas rurales generalmente están menos desarrolladas, cuentan con menos instalaciones de salud, y su población dispersa puede significar que es más difícil proporcionarles servicios de emergencia, de alerta temprana y prevención (Dasgupta et al., 2015). Para la última categoría, género, la variable es el índice de desigualdad de género del PNUD (UNDP, 2024). El IDG mide la diferencia entre hombres y mujeres en el acceso a la riqueza, la educación y la salud, lo que hace que las mujeres sean menos resilientes (Denton, 2002; Pearse, 2016).

El índice de vulnerabilidad social evalúa la vulnerabilidad de los trabajadores a los efectos de la transición climática

El segundo índice de vulnerabilidad social evalúa la vulnerabilidad de los trabajadores a los cambios provocados por la transición hacia el cero neto (un aumento en las industrias sostenibles y una disminución en las industrias de combustibles fósiles) que afectan habilidades y

9. Para un ejemplo de índice de vulnerabilidad local que tiene en cuenta categorías similares a partir de un gran número de variables, véase el índice de vulnerabilidad climática de Estados Unidos (<https://climatevulnerabilityindex.org/>).

Figura A.3. Proceso metodológico para el desarrollo del índice de vulnerabilidad social de los trabajadores a los impactos de la transición climática



ocupaciones. También se construye de modo similar al índice de exposición climática. El cambio climático plantea numerosos riesgos para los trabajadores en todo el mundo (Rosemberg, 2010). Dos de los principales factores que influyen en una transición justa para los trabajadores frente al cambio climático son una fuerza laboral flexible y altamente móvil y un sistema de apoyo de ingresos sólido (Ghaleigh, 2019). Para que la transición no deje a nadie atrás, son fundamentales la asistencia para los ajustes comerciales y el apoyo a los ingresos (Barret, 2001), programas que pueden implicar altos costes que serán asumidos principalmente por los gobiernos.

Una fuerza laboral envejecida tiene menor flexibilidad y movilidad. Por otra parte, la innovación técnica y el apoyo público para las nuevas industrias son importantes para evitar inversiones no recuperables en industrias que ya no son compatibles con un futuro afectado por el cambio climático (Upham et al., 2014). El índice de vulnerabilidad de transición evalúa factores personales y estructurales que permiten y obstaculizan una transición justa para los trabajadores, considerando los factores mencionados anteriormente que influyen en la vulnerabilidad de los trabajadores a la transición climática.

Los sectores económicos pueden verse afectados por riesgos físicos debido a fenómenos climáticos extremos (Moda et al., 2019) o por riesgos de transición debido a cambios económicos en los mercados (Lieu et al., 2019; Andres et al., 2023). Los sectores en los que los trabajadores se verán más afectados por los riesgos físicos son la agricultura (Fenske y Pinkerton, 2021) y la construcción (Acharya et al., 2018); la energía y la extracción de combustibles fósiles (Campiglio y

der Ploeg, 2021), la manufactura (Ezeasor y Ozougwu, 2022) y la minería (Carr-Wilson et al., 2024) están más en riesgo por factores relacionados con la transición.

La elaboración del índice que evalúa la vulnerabilidad a la transición climática es similar a la del índice que evalúa la vulnerabilidad a los impactos físicos. Comprende seis categorías: edad de la fuerza laboral, educación, desigualdad, investigación y desarrollo, deuda pública y género. Cada categoría está representada por una variable, se le asigna una calificación de 0 a 10, y se promedia para tener un valor de 0 para el país menos vulnerable y de 10 para el más vulnerable.

Para la edad de la fuerza laboral, la variable seleccionada es la relación de la población de 20-39 años respecto a la población de 40-65 años (WBG, 2024). Esta categoría mide un componente personal de vulnerabilidad; es relevante porque una fuerza laboral más vieja presenta un mayor riesgo de que sus habilidades se vuelvan obsoletas, y es probable que las empresas estén menos interesadas en invertir en su capacitación. La variable para la categoría de educación es el promedio de años de escolarización, según se desprende del IDH elaborado por el PNUD (2024). También mide un componente personal de vulnerabilidad, y es relevante porque existen pruebas de que «la transición hacia el cero neto está creando [...] empleos de buena calidad [...] que tienden a estar en puestos de altas capacidades y representan una oportunidad sobre todo para los trabajadores altamente formados [...]. En contraste, para los trabajadores menos cualificados, los empleos impulsados por el sector verde pueden no ser una alternativa suficientemente atractiva respecto a otros puestos de trabajo en el resto de

la economía» (OECD, 2024). La desigualdad se mide por el índice de Gini (WBG, 2024; CIA, 2024). Esta categoría de vulnerabilidad refleja un componente estructural; en economías más desiguales, una transición justa será más difícil de alcanzar, ya que una fuerza laboral más rica tendrá los medios y el apoyo necesarios para la capacitación profesional y mayores oportunidades para hallar nuevos empleos en los sectores en crecimiento, mientras que los trabajadores menos favorecidos probablemente se encontrarán atrapados en industrias irreversibles y se quedarán atrás.

La investigación y el desarrollo se miden por artículos publicados en revistas científicas y técnicas por millón de habitantes (UIS, 2024). Como un componente estructural de la vulnerabilidad, esta variable mide la capacidad de un país en particular para crear nuevos empleos e industrias y liderar la transición económica.

La deuda pública se mide tanto por el servicio total de la deuda como porcentaje de la RNB (principalmente los países del sur global; incluye el pago de intereses), como por la deuda del gobierno central como porcentaje del PIB (en este caso computa sobre todo los países del norte global) (WBG, 2024d). Mide un componente estructural de la vulnerabilidad y es relevante porque los gobiernos del mundo podrían necesitar ofrecer medidas de retiro y jubilación anticipada o, de lo contrario, soportar el peso de los costes de recualificación para garantizar una transición justa para todos; esto aumentará aún más las cargas de la deuda.

La última categoría, el género, utiliza el índice de desigualdad de género (IDG) del PNUD para medir la salud reproductiva femenina y contrastar el empoderamiento y la participación en el mercado laboral de hombres y mujeres. Como un componente personal y estructural de la vulnerabilidad, se relaciona con la organización de las mujeres y las oportunidades que tienen en el mercado laboral y en el gobierno. Una fuerza laboral más inclusiva puede diversificarse y capacitarse con mayor facilidad, y los hogares con más fuentes de ingresos son menos vulnerables a la pérdida de empleos.

Referencias del anexo

- Acharya, Payel, et al. (2018). Assessing Heat Stress and Health among Construction Workers in a Changing Climate: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2), 247. <https://doi.org/10.3390/ijerph15020247>
- Andres, Pia, et al. (2023). Stranded nations? Transition risks and opportunities towards a clean economy. *Environmental Research Letters*, 18(4), 045004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acc347>
- Barrett, Jim (2001). Worker Transition and Global Climate Change. Pew Center on Global Climate Change. https://www.c2es.org/wp-content/uploads/2001/12/worker_transition.pdf
- Campiglio, Emanuele, y der Ploeg, Rick van (2021). Macro-Financial Transition Risks in the Fight against Global Warming. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3862256>
- Carr-Wilson, Savannah, et al. (2024). Critical mineral mining in the energy transition: A systematic review of environmental, social, and governance risks and opportunities. *Energy Research and Social Science*, 116, 103672. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103672>
- Central Intelligence Agency (CIA) (2024). The World Factbook. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>
- Dasgupta, Purnamita, et al. (2015). Rural Areas. En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, USA, pp. 613-657. <https://www.sciencedirect.com/reference/294208>
- Denton, Fatma (2002). Climate change vulnerability, impacts, and adaptation: Why does gender matter? *Gender and Development*, 10(2), pp. 10-20. <https://doi.org/10.1080/13552070215903>
- Ebi, Kristie L., et al. (2021). Extreme Weather and Climate Change: Population Health and Health System Implications. *Annual Review of Public Health*, 42(1), pp. 293-315. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-012420-105026>
- Ezeasor, Ikenna C., y Ozougwu, Peter E. (2022). Climate Change: Opportunities and Risks for the Manufacturing Sector. En: Madu, C.N. (Ed.), *Handbook of Environmentally Conscious Manufacturing* (pp. 177-185). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75834-9_15
- Fenske, Richard A., y Pinkerton, Kent E. (2021). Climate Change and the Amplification of Agricultural Worker Health Risks. *Journal of Agromedicine*, 26(1), pp. 15-17. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2021.1849211>
- Ghaleigh, Navraj Singh (2019). Just Transitions for Workers: When Climate Change Met Labour Justice. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3456148>
- Huang, Yi, et al. *Projection of temperature-related mortality among the elderly under advanced aging and climate change scenario*. *NPJ Climate and Atmospheric Science* 6, 153 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00487-z>

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2015). Glossary, Acronyms and Chemical Symbols. En: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change: Working Group III Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*. Cambridge University Press; 2015: pp. 1249-1280. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415416.023>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC) (2020). *World Disasters Report 2020: Come Heat or High Water - Tackling the Humanitarian Impacts of the Climate Crisis Together*. <https://www.ifrc.org/document/world-disasters-report-2020>
- Knutson, Thomas, et al. (2020). Tropical Cyclones and Climate Change Assessment: Part II: Projected Response to Anthropogenic Warming, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 101, E303–E322, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0194.1>.
- Knutson, Thomas R., et al. (2021). ScienceBrief Review: Climate change is probably increasing the intensity of tropical cyclones. En: *Critical Issues in Climate Change Science*, edited by Corinne Le Quéré et al. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4570334>
- Leichenko, Robin, y Silva, Julie A. (2014). Climate change and poverty: vulnerability, impacts, and alleviation strategies. *WIREs Climate Change*, 5(4), pp. 539–556. <https://doi.org/10.1002/wcc.287>
- Lieu, Jenny, et al. (2020). Assessing risks of low-carbon transition pathways. 10 p. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000424345>
- Moda, Haruna M., et al. (2019). Impacts of Climate Change on Outdoor Workers and Their Safety: Some Research Priorities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*; 16(18):3458. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183458>
- Neumann, Barbara, et al. (2015). Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding — A Global Assessment. *PLOS ONE*, 10(3), e0118571. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118571>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2024). *OECD Employment Outlook 2024: The Net-Zero Transition and the Labour Market*. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/ac8b3538-en.pdf>
- Otto, Ilona. M., et al. (2017). Social vulnerability to climate change: a review of concepts and evidence. *Regional Environmental Change*, 17(6), pp. 1651–1662. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1105-9>
- Pearse, Rebecca (2016). Gender and climate change. *WIREs Climate Change*, 8(2), e451. <https://doi.org/10.1002/wcc.451>
- Riahi, Keywan, et al. (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, pp. 153–168. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>
- Rosemberg, Anabella (2010). Building a just transition: the linkages between climate change and employment. *International Journal of Labour Research*. <https://researchrepository.ilo.org/esploro/outputs/995319441202676>
- Saito, Yasuhiko, et al. (2014). The Methods and Materials of Health Expectancy. *Statistical Journal of the IAOS*. 2014;30(3): 209–223. <https://doi.org/10.3233%2FSJI-140840>
- Sheffield, Perry E., y Landrigan, Philip J. (2011). Global Climate Change and Children's Health: Threats and Strategies for Prevention. *Environmental Health Perspectives* (Vol. 119, Issue 3, pp. 291–298). <https://doi.org/10.1289/ehp.1002233>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2022). *Inclusive and Resilient Societies: Equality, Sustainability and Efficiency*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384351>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) Institute for Statistics (UIS) (2024). Bulk Data Download Service. Fecha de acceso: 29 julio 2024. <https://uis.unesco.org/bdds>
- United Nations Development Programme (UNDP) (2024). Human Development Report 2023/2024. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2023-24reporten.pdf>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) (2015). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2015: Data set. <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2015>
- Upham, Paul, et al. (2014). Climate policy innovation: A sociotechnical transitions perspective. *Environmental Politics*, 23(5), pp. 774–794. <https://doi.org/10.1080/09644016.2014.923632>
- Vicente-Serrano, Sergio M., et al. (2010). A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23(7), pp. 1696–1718. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/23/7/2009jcli2909.1.xml>
- World Bank Group (WBG) (2023). *Placing Gender Equality at the Center of Climate Action*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099718102062367591/pdf/IDU08c737dd00f8580412b0aed90fce874ab09b0.pdf>
- World Bank Group (WBG) (2024). Population Estimates and Projections. <https://databank.worldbank.org/id/811fc68e>
- World Bank Group (WBG) (2024a). Climate Change Knowledge Portal (CKKP). <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/> Fecha de acceso: 9 julio 2024.
- World Bank Group (WBG) (2024c). Gini Index. <https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI> Fecha de acceso: 29 julio 2024.
- World Bank Group (WBG) (2024d). International Debt Statistics (IDS). Fecha de acceso: 29 julio 2024. <https://www.worldbank.org/en/programs/debt-statistics/ids>
- Zuzak, Casey, et al (2022). The national risk index: establishing a nationwide baseline for natural hazard risk in the US. *Natural Hazards*, 114, pp. 2331–2355 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05474-w>

¿Sobre quién recaen los costes?

Cómo abordar las desigualdades del cambio climático y la acción climática

El propósito de la presente publicación, desarrollada en cooperación entre el Sector de Ciencias Sociales y Humanas de la UNESCO y la Fundación "la Caixa", es comprender y abordar los desafíos –complejos e interconectados– derivados del cambio climático y las políticas propuestas para mitigar sus efectos y adaptarse a ellos.

Al priorizar la igualdad y la inclusividad, profundiza en cómo el cambio climático impacta en mayor medida sobre las poblaciones vulnerables, incluidas las comunidades marginadas, los trabajadores de bajos ingresos y las regiones con capacidad limitada para adaptarse.

Asimismo examina críticamente las consecuencias sociales y económicas no intencionadas de las políticas climáticas y propone soluciones que fomenten resultados justos y sostenibles en lugar de exacerbar las desigualdades existentes.

La UNESCO y la Fundación "la Caixa" están comprometidas a transformar los conocimientos en acciones y soluciones políticas que sean viables, significativas y que prioricen el bienestar de todas las personas ante los impactos económicos y sociales a los que se enfrenta nuestra sociedad.