

Efectos del clima en los intereses internacionales de Estados Unidos



Capítulo 17. Efectos del clima en los intereses internacionales de Estados Unidos

Autores y colaboradores

Autor principal de coordinación federal

Farhan H. Akhtar, US Department of State

Autor principal del capítulo

Molly E. Hellmuth, Winrock International

Autores del capítulo

Andrea H. Cameron, US Department of Defense

Caitlin A. Corner-Dolloff, US Agency for International Development

Geoffrey D. Dabelko, Ohio University

Tufa Dinku, Columbia University, International Research Institute for Climate and Society

Jay L. Koh, Lightsmith Group

Douglas Mason, Millennium Challenge Corporation

Roger S. Pulwarty, National Oceanic and Atmospheric Administration

Lawrence I. Sperling, US Department of the Interior

Maria Fernanda Zermoglio, US Agency for International Development

Contribuyentes técnicos

Trinetta Chong, University of California, Berkeley, Global Policy Lab

Jake Connolly, Climate Policy Initiative

Margaret Poulos, Duke University

Elizabeth Pruitt, Florida State University

Editor revisor

Quentin A. Stubbs, NOAA National Ocean Service

Arte de apertura de capítulo

Taina Litwak

Cita recomendada

Hellmuth, M.E., F.H. Akhtar, A.H. Cameron, C.A. Corner-Dolloff, G.D. Dabelko, T. Dinku, J.L. Koh, D. Mason, R.S. Pulwarty, L.I. Sperling, and M.F. Zermoglio, 2023: Cap. 17. Efectos del clima en los intereses internacionales de los Estados Unidos. En: *La Quinta Evaluación Nacional del Clima*. Crimmins, A.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, B.C. Stewart, and T.K. Maycock, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA. <https://doi.org/10.7930/NCA5.2023.CH17.ES>

Índice de Contenidos

Introducción	4
Recuadro 17.1. Servicios climáticos a escala internacional	4
Mensaje clave 17.1	
Los riesgos climáticos interdependientes y sistémicos afectan cada vez más los intereses de Estados Unidos.....	5
Mensaje clave 17.2	
El cambio climático agrava los riesgos para la seguridad nacional.....	8
Mensaje clave 17.3	
El cambio climático presenta riesgos y oportunidades para la economía, el comercio y las inversiones de Estados Unidos	12
Mensaje clave 17.4	
El cambio climático socava el desarrollo sostenible.....	17
Cuentas trazables	21
Descripción del proceso	21
Mensaje clave 17.1.....	22
Mensaje clave 17.2.....	23
Mensaje clave 17.3.....	24
Mensaje clave 17.4.....	25
Referencias	27

Introducción

A escala mundial, el cambio climático es rápido y generalizado y continuará hasta mediados de siglo incluso si se reducen drásticamente las emisiones, y se intensificarán eventos como olas de calor extremas, lluvias torrenciales y sequías¹. Los impactos agudos y acelerados fuera de las fronteras de los EE. UU. sobre los sistemas alimentarios, la salud, el bienestar humano, los sistemas construidos y naturales y los sectores económicos² afectan los intereses nacionales estadounidenses y agravan los impactos del calentamiento dentro de Estados Unidos. El ritmo de reducción de las emisiones y la respuesta de adaptación tendrían que acelerarse en esta década tanto para limitar el calentamiento a 1.5 °C (2.7 °F) o 2 °C (3.6 °F) por encima de los niveles preindustriales como para aumentar la resiliencia a los impactos climáticos actuales y futuros (KM 2.3, 32.1)^{2,3}.

En un mundo globalmente conectado, los impactos climáticos pueden afectar varios sectores a la vez y tener efectos en cascada que trascienden sectores y geografías (KM 17.1). Los impactos directos del cambio climático a escala mundial sobre las personas, los ecosistemas y las infraestructuras, así como la transición mundial hacia tecnologías y economías más limpias y con menos emisiones, afectan intereses fundamentales de Estados Unidos, como la seguridad nacional (KM 17.2); la economía, el comercio y la inversión (KM 17.3); y el desarrollo sostenible (KM 17.4).

A pesar de la evidencia documentada del aumento de los riesgos del cambio climático, las respuestas de mitigación y adaptación de los sectores público y privado aún no son suficientes para evitar las crecientes pérdidas de vidas, biodiversidad, infraestructuras y oportunidades económicas^{1,2}. Una adaptación temprana y proactiva y medidas de mitigación pueden reducir las pérdidas provocadas por el cambio climático y los eventos extremos, evitar el bloqueo de emisiones altas y producir beneficios económicos, sociales y medioambientales⁴. En particular, los enfoques inclusivos pueden ayudar a reducir los riesgos, mejorar la efectividad de las respuestas y crear oportunidades para los pueblos indígenas, las comunidades locales y otras poblaciones marginadas y subrepresentadas (como mujeres, jóvenes, adultos mayores y minorías étnicas) que son especialmente vulnerables a los impactos climáticos y las transiciones energéticas (KM 31.2). La adaptación a un clima cambiante depende en parte de la integración efectiva de la información climática en la toma de decisiones a escala mundial, regional, nacional y local (Recuadro 17.1; KM 31.4).

Recuadro 17.1. Servicios climáticos a escala internacional

La gobernanza del riesgo en el siglo XXI requiere acciones coherentes en materia de reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático^{5,6}. Los enfoques sistemáticos y coordinados de los servicios de información climática (en lo sucesivo, “servicios climáticos”) pueden permitir el desarrollo, la garantía de calidad, la accesibilidad, la participación de las partes interesadas y la adaptación de los conocimientos necesarios para apoyar la toma de decisiones, desde la reducción del riesgo de desastres hasta el desarrollo de infraestructuras resilientes^{7,8,9}. Los servicios climáticos involucran la organización de diferentes tipos de información climática (p. ej., períodos de retorno de eventos extremos, tendencias de aparición lenta como el aumento del nivel del mar, mapeo de riesgos en el sitio, datos obtenidos por satélite, etc.) a través de múltiples escalas temporales (p. ej., semanas, estaciones, décadas y más), así como asistencia técnica para ayudar a los tomadores de decisiones a interpretar e integrar dicha información y las incertidumbres relacionadas en sus procesos de planificación y diseño. Estos servicios apoyan la coordinación y la implementación de instrumentos y marcos internacionales en los que Estados Unidos tiene grandes intereses, como el Acuerdo de París sobre el cambio climático, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 y las Metas de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Los servicios climáticos son un pilar central tanto del Plan de Emergencia del Presidente de Estados Unidos para la Adaptación y la Resiliencia (President’s Emergency Plan for Adaptation and Resilience, PREPARE), como de la iniciativa del Secretario General de las Naciones Unidas sobre Alertas Tempranas para TODOS (Early Warnings for ALL, EW4ALL), lanzada en 2022. La meta de EW4ALL es garantizar la cobertura mundial de sistemas de información orientados a la acción para anticipar y reducir los desastres relacionados con las condiciones meteorológicas antes de 2027.

Recientemente se han producido notables avances en la disponibilidad de datos, lo que incluye información por satélite, análisis relacionados con el clima y los riesgos de desastre y redes para involucrar a las comunidades en sectores como seguridad nacional, intervenciones humanitarias, recursos hídricos, salud humana, energía, seguridad alimentaria y planificación de infraestructuras^{2,10,11,12}. Algunos ejemplos son el Marco Mundial para los Servicios Climáticos (Global Framework for Climate Services, GFCS), el Servicio de Cambio Climático Copernicus de la Unión Europea, la Mejora de los Servicios Climáticos Nacionales y la Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna. El GFCS se inició en 2009 y fue aprobado formalmente por los 187 países miembros de la Organización Meteorológica Mundial, entre ellos Estados Unidos⁸. Sin embargo, muchas regiones y países carecen de capacidad suficiente para evaluar los impactos climáticos y los riesgos en cascada, así como para desarrollar y prestar servicios climáticos que sirvan de base a sus metas inmediatas de gestión de riesgos y resiliencia a largo plazo^{13,14,15,16,17}. A pesar de su importancia fundamental, las redes de observación suelen ser inadecuadas en muchas regiones. Muchos países carecen también de datos exhaustivos sobre los impactos locales de los cambios y eventos climáticos extremos, lo que dificulta el codesarrollo efectivo y la prestación sostenida de servicios (KM 31.3, 31.4; Capítulo 23)¹⁸. Estas brechas pueden socavar la confianza en los proveedores nacionales e internacionales de servicios climáticos, enviando a los usuarios en busca de servicios alternativos, competidores y menos autorizados y, lo que es más crítico, pueden aumentar la marginación y la desigualdad.

Mensaje clave 17.1

Los riesgos climáticos interdependientes y sistémicos afectan cada vez más los intereses de Estados Unidos

En un mundo globalmente conectado, los impactos del cambio climático sobre los intereses de Estados Unidos son multifacéticos, están interconectados y son frecuentemente exacerbados por el malestar social y la degradación medioambiental (*probable, confianza alta*). Se espera que aumente la escala y la velocidad de los impactos relacionados con el clima para los intereses estadounidenses, debido en parte a las interdependencias subyacentes y a la intensificación proyectada del cambio climático (*probable, confianza alta*). Se están aplicando nuevos enfoques basados en sistemas y escenarios a la planificación integradora para tener en cuenta las interdependencias y las prioridades contrapuestas (*probable, confianza alta*).

Los riesgos relacionados con el clima se manifiestan en varios sistemas, sectores, ámbitos geográficos y escalas temporales^{19,20}. Las perturbaciones climáticas en una o varias partes del sistema construido o natural pueden provocar efectos dominó en todo el mundo^{21,22}. Los impactos del cambio climático —por sí solos o en combinación con otros factores de estrés— pueden propagarse en cascada a través de sistemas interdependientes, lo que magnifica los riesgos que no suelen atribuirse al cambio climático. Los efectos de estos impactos pueden extenderse a través de geografías y mercados y, a su vez, afectar varios intereses de seguridad, económicos y de desarrollo sostenible de Estados Unidos (Figura 17.1; Enfoque en Eventos Compuestos). Además, los enfoques tradicionales de gestión del riesgo son inadecuados dada la naturaleza compuesta y en cascada del riesgo del sistema, lo que aumenta la importancia de tener en cuenta la interdependencia y la incertidumbre del sistema para reducir el riesgo para los intereses nacionales de Estados Unidos^{23,24}.

Los impactos del cambio climático afectan los intereses de Estados Unidos en materia de seguridad, economía y desarrollo sostenible, ya que reducen la estabilidad local y mundial, alteran los medios de subsistencia y el crecimiento económico, aumentan la pobreza y la desigualdad mundial^{25,26} y agravan los riesgos existentes para los intereses estadounidenses. Por ejemplo, los países centroamericanos El Salvador, Guatemala y Honduras dependen en gran medida de una agricultura sensible al clima, y los impactos del cambio climático alteran los medios de subsistencia rurales, la salud y la seguridad alimentaria²⁷. La sequía

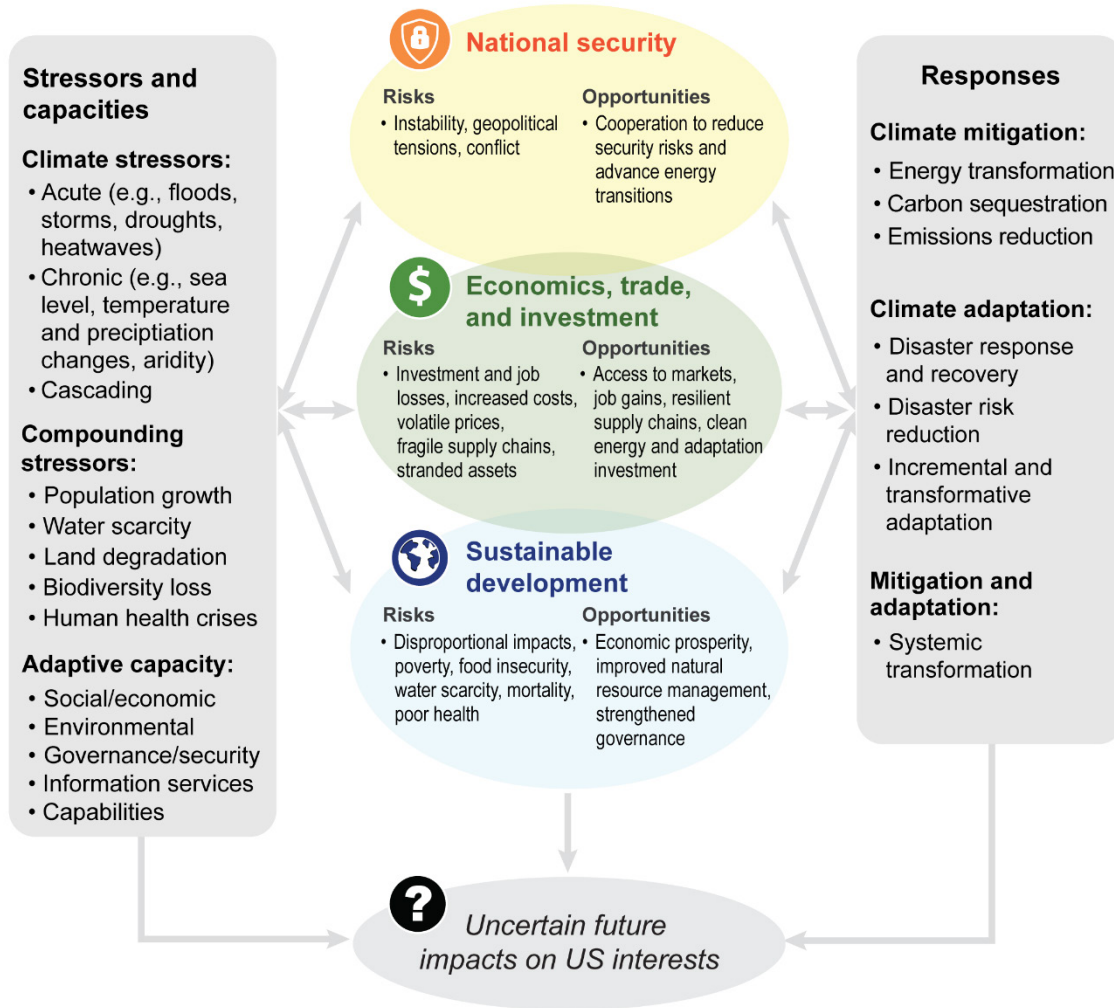
y las tormentas extremas han impactado a millones de centroamericanos, exacerbando los conflictos y la inseguridad, requerido importantes recursos humanitarios y alimentado una migración sin precedentes, incluso hacia Estados Unidos^{28,29,30,31}. Se espera que la sequía y las tormentas extremas en Centroamérica aumenten en frecuencia y severidad debido al cambio climático, lo que amenaza con exacerbar aún más estos desafíos³².

Se prevé que la combinación de las interdependencias globales sistémicas y la intensificación del cambio climático aumente tanto la escala como la velocidad de sus impactos^{1,33}. El cambio climático —lo que incluye aumento de las temperaturas, modificación de los patrones de precipitaciones y aumento de la frecuencia de algunos eventos extremos— se combina con factores de estrés como conflictos, degradación de la tierra, pérdida de biodiversidad, crecimiento demográfico y empeoramiento de la salud humana para exacerbar la inseguridad alimentaria y las posibles hambrunas³⁴. Por ejemplo, los eventos climáticos extremos han aumentado la incidencia de múltiples fracasos simultáneos o consecutivos en el granero (p. ej., malas cosechas en las principales regiones productoras de alimentos), lo que amenaza la seguridad alimentaria mundial y provoca efectos en cascada (p. ej., malestar social y aumento de precios) en múltiples zonas geográficas que afectan los intereses de Estados Unidos^{21,35,36}. Desde 2018, varios factores de estrés, lo que incluye las sequías en América del Norte y el Cuerno de África, las malas cosechas en China y Francia, la pandemia del COVID-19 y la guerra en Ucrania, se han combinado para poner a prueba severamente la seguridad alimentaria mundial, al aumentar los costos de los fertilizantes y los precios de los alimentos y disminuir la disponibilidad de alimentos³⁷.

Sin embargo, si se dan las condiciones adecuadas, la interconexión puede ayudar a mitigar el riesgo. Por ejemplo, las importaciones de alimentos pueden hacer frente a la inseguridad alimentaria localizada y pueden hacerse más frecuentes debido a los impactos del cambio climático^{20,38}. Los cambios transformadores en el comportamiento humano que conducen a “puntos de inflexión positivos” —lo que incluye la adopción de nuevas tecnologías (p. ej., la transición energética a tecnologías de bajas emisiones) o enfoques (p. ej., enfoques de agricultura regenerativa que aumentan la resiliencia climática y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y alimentarios)— pueden ayudar a prevenir los peores impactos del cambio climático³⁹.

Los enfoques tradicionales de evaluación y gestión de riesgos tienden a centrarse en sectores o lugares específicos y no en los sistemas y la compleja interdependencia de riesgos que conllevan^{16,40}. Sin embargo, están avanzando los enfoques de la toma de decisiones que abordan la adaptación y la mitigación en una fase temprana del proceso a nivel sistémico, teniendo en cuenta el conjunto más completo de riesgos, interacciones y opciones de respuesta óptimas (Capítulo 18)⁴¹. La integración de las respuestas de forma vertical (a escala mundial, regional y local) y horizontal (p. ej., asociaciones de múltiples partes interesadas para diseñar respuestas a escala del paisaje) ofrece perspectivas prometedoras para abordar estas interdependencias en múltiples escalas y sectores^{42,43,44,45}. La planificación de escenarios, los enfoques de “nexo” que abordan múltiples sectores y otros enfoques participativos y de codesarrollo se están aplicando para planificar frente a la incertidumbre, abordar los vínculos y considerar el papel de las propias opciones de respuesta como impulsoras del riesgo (Capítulos 18, 31)^{20,40}. Se necesita más experiencia en la aplicación y evaluación de estos enfoques emergentes para mejorar la coherencia política y la coordinación entre sectores y para comprender mejor la sensibilidad a los cambios del sistema y a la incertidumbre^{40,46}.

Intereses interconectados e impactos en cascada



Los impactos futuros para los intereses estadounidenses son inciertos, dadas las complejas interdependencias e interacciones del sistema entre los factores de estrés, las capacidades y las respuestas.

Figura 17.1. Esta figura ilustra cómo las interdependencias del sistema y la naturaleza interconectada de los factores de estrés del cambio climático y las opciones de respuesta pueden conducir a impactos futuros inciertos sobre los intereses de Estados Unidos (p. ej., seguridad nacional; economía, comercio e inversión; y desarrollo sostenible). El clima y los factores de estrés agravados interactúan y presentan diferentes grados de impacto potencial para los intereses de Estados Unidos, dados los distintos niveles de capacidad de adaptación, la sensibilidad de las áreas de interés y la efectividad de las respuestas para abordar los riesgos sistémicos y aprovechar las oportunidades. La complejidad de los factores de estrés que interactúan y de los sistemas interdependientes puede provocar impactos en cascada, consecuencias imprevistas y aumento de la incertidumbre sobre los impactos futuros para los intereses de Estados Unidos. Adaptado de Ringsmuth *et al.* 2022⁴⁷ [CC BY 4.0].

Mensaje clave 17.2

El cambio climático agrava los riesgos para la seguridad nacional

El cambio climático puede contribuir a la inestabilidad política y social y, en algunos casos, a los conflictos (*probable, confianza alta*). Afecta las operaciones y misiones de las agencias de defensa, diplomacia y desarrollo fundamentales para la seguridad nacional de Estados Unidos (*muy probable, confianza alta*). El Gobierno de Estados Unidos, bilateralmente y en colaboración con socios internacionales, está abordando cada vez más estas implicaciones mediante una serie de respuestas diplomáticas, de desarrollo y de defensa (*muy probable, confianza alta*).

El cambio climático agrava los retos y riesgos de seguridad existentes, lo que afecta una amplia gama de intereses de seguridad nacional de Estados Unidos^{48,49,50}. Los impactos y las respuestas al cambio climático pueden contribuir a la inestabilidad política y social, así como a diversas formas de conflicto^{2,49,51,52,53}. Las preocupaciones relacionadas con la seguridad también pueden derivarse de los impactos del cambio climático sobre vidas humanas y medios de subsistencia, seguridad alimentaria e hídrica, biodiversidad y salud ecológica y humana, así como de las respuestas a estos impactos^{54,55,56}. A la inversa, los conflictos pueden exacerbar las vulnerabilidades relacionadas con el clima, lo que afecta especialmente a mujeres, niños y poblaciones sobrecargadas⁵⁷. Esta interacción entre clima y conflicto puede obstaculizar los avances tanto en mitigación como en adaptación. El riesgo de desestabilización y conflicto relacionado con el cambio climático tiene implicaciones para los intereses de seguridad de Estados Unidos distribuidos por todo el mundo.

Como se muestra en la Tabla 17.1, los riesgos climáticos para los intereses de seguridad de Estados Unidos abarcan desde la inestabilidad local hasta la tensión geopolítica. Además de los riesgos de inestabilidad y conflicto, la dinámica se ve agravada por el descenso de la producción agrícola y la seguridad alimentaria², el reclutamiento y la influencia de grupos extremistas o violentos⁵⁸ y el deterioro de la capacidad o la legitimidad del estado, incluida la posible corrupción, cuando los gobiernos no pueden responder efectivamente a eventos meteorológicos extremos o a impactos crónicos a largo plazo relacionados con el clima^{59,60,61}.

Tabla 17.1. Evaluación del riesgo climático para los intereses de Estados Unidos

“Los riesgos para los intereses de seguridad nacional de Estados Unidos hasta 2040 aumentarán a medida que los países respondan a la intensificación de los efectos físicos del cambio climático”⁵⁰. Para una explicación completa, consulte la Estimación de Inteligencia Nacional sobre “El cambio climático y las respuestas internacionales aumentan los desafíos a la seguridad nacional de Estados Unidos hasta 2040”⁵⁰, del que se ha adaptado esta tabla.

Riesgo	2021	2030	2040	
Efectos climáticos que impactan la inestabilidad del país	Presión sobre los sistemas energéticos y alimentarios	Bajo	Medio	Alto
	Consecuencias negativas para la salud	Bajo	Medio	Medio
	Inseguridad y conflictos internos	Bajo	Bajo	Medio
	Mayor demanda de ayuda y socorro humanitario	Medio	Alto	Alto
	Tensión sobre la preparación militar	Ninguno	Bajo	Medio
Focos geopolíticos exacerbados por el clima	Un error de cálculo sobre la competencia estratégica en el Ártico conduce al conflicto	Ninguno	Bajo	Medio
	Tensiones y conflictos transfronterizos por el agua	Bajo	Medio	Alto
	Migración transfronteriza atribuida a los impactos del clima	Medio	Alto	Alto
	Geoingeniería unilateral no gobernada	Ninguno	Bajo	Medio
Tensiones geopolíticas en torno a las respuestas climáticas	Percepción de contribuciones insuficientes para reducir las emisiones	Bajo	Medio	Alto
	La eliminación de dióxido de carbono no es suficiente para que los países se comprometan a cero emisiones netas	Ninguno	Bajo	Medio
	Los países en desarrollo piden financiamiento y ayuda tecnológica	Medio	Alto	Alto
	Los estados petroleros se resisten a la transición hacia energías limpias que abandonen los combustibles fósiles	Bajo	Medio	Alto
	Competencia con China por los minerales clave y las tecnologías de energía limpia	Bajo	Medio	Alto
	Contención sobre el uso de herramientas económicas para promover los intereses climáticos	Ninguno	Bajo	Medio

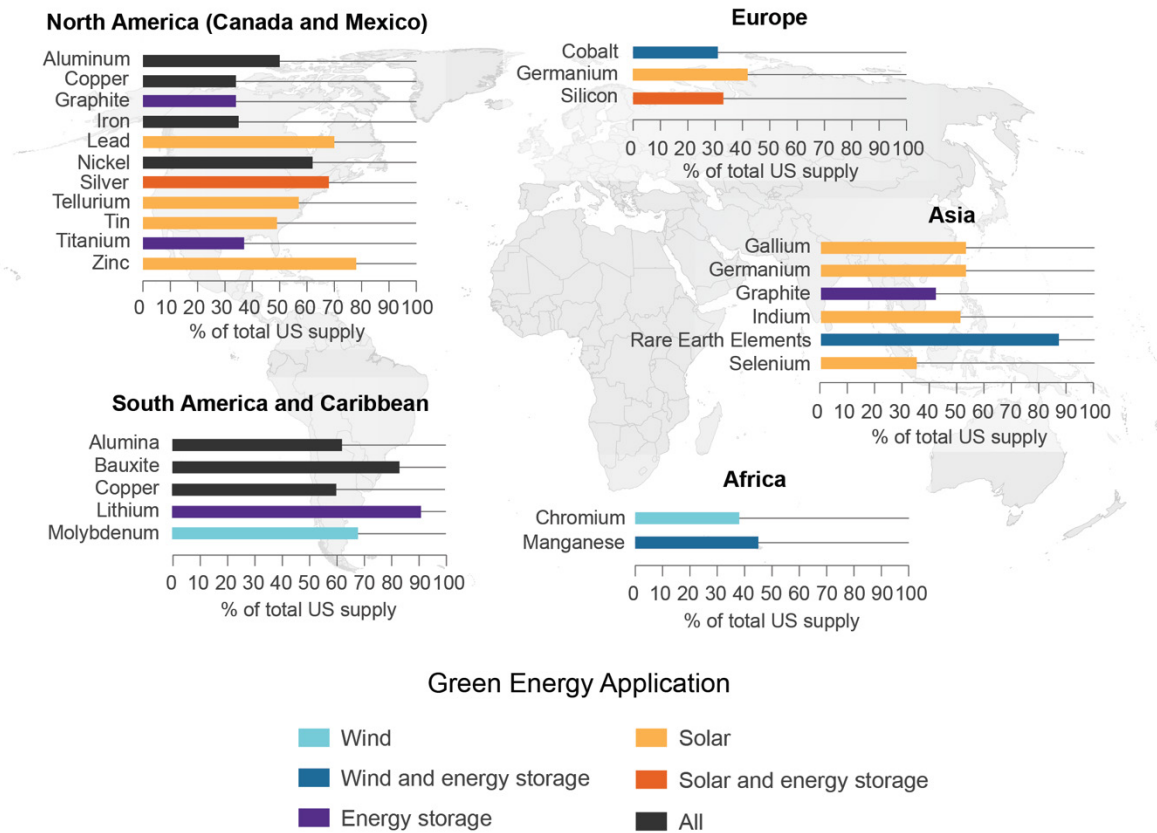
La movilidad, tanto planificada como forzada, es una respuesta de adaptación común a un entorno cambiante, que contribuye a los desplazamientos y migraciones que se producen principalmente dentro de los países y, en ocasiones, cruzan las fronteras nacionales^{31,62,63}. Se prevé un aumento de la movilidad relacionada con el cambio climático que afecta tanto a las poblaciones de origen como a las de destino⁵⁰. Continúa el compromiso internacional en torno al cambio climático y la movilidad, pero la limitada gobernanza internacional que proporciona protecciones vinculantes a las personas que cruzan las fronteras nacionales debido al cambio climático genera respuestas estatales y regionales variadas⁶⁴.

Mientras los países siguen trabajando para alcanzar sus metas de adaptación y mitigación, se están estudiando intervenciones climáticas alternativas para reducir el efecto de calentamiento de los gases de efecto invernadero y evitar los puntos de inflexión. Una categoría de intervención alternativa es la eliminación del dióxido de carbono, intervenciones técnicas para eliminar el dióxido de carbono de la atmósfera que pueden tener impactos en los sistemas alimentarios, la biodiversidad y otros sistemas (Capítulo 32). La modificación de la radiación solar (solar radiation modification, SRM) constituye una variedad de enfoques para reducir la luz solar que llega a la baja atmósfera. Los riesgos y los beneficios potenciales que implica el uso de SRM deben considerarse en relación con los riesgos y los beneficios asociados a trayectorias recomendables de cambio climático en curso que no involucran SRM⁶⁵. La SRM representa un área de creciente interés para la seguridad nacional dado el potencial de acción unilateral por parte de actores estatales y no estatales, la evolución de la comprensión de los impactos climáticos y sociales y los limitados mecanismos formales o informales de compromiso^{66,67}. La comprensión de los riesgos y concesiones mutuas de estas intervenciones climáticas alternativas es un campo de estudio en rápido crecimiento.

Los impactos del cambio climático son especialmente preocupantes en zonas con capacidad de recuperación limitada, distribución desigual de los recursos o estructuras de gobernanza débiles. Las consecuencias imprevistas de las respuestas climáticas también pueden tener importantes implicaciones para la seguridad nacional. Por ejemplo, los esfuerzos de mitigación y adaptación pueden exacerbar involuntariamente conflictos y desigualdades nuevos o ya existentes que afecten las poblaciones marginadas^{68,69}. Las dinámicas que acompañan a una transición energética, como la variabilidad de los precios, la pérdida de empleo en el sector de los combustibles fósiles y los activos bloqueados para los países productores de petróleo, también pueden contribuir a las protestas internas y a reducir el apoyo al fortalecimiento de los esfuerzos internacionales de mitigación del cambio climático⁷⁰. Las respuestas internacionales al cambio climático están modificando los intereses y las prioridades geoestratégicas y regionales. Esta dinámica incluye la competencia por los minerales y metales críticos para la mitigación y las energías renovables^{71,72}. La Figura 17.2 muestra el origen de estos materiales, muchos de los cuales se obtienen fuera de Estados Unidos; sin embargo, es de notar que China controla gran parte del mercado de la minería y el procesamiento de muchos de estos minerales y metales, lo que conduce a una fuerte dependencia de China para los recursos críticos para las tecnologías energéticas. Además, la extracción y transformación de estos insumos necesarios puede agudizar las tensiones ecológicas, políticas y de justicia locales⁷³. Los intereses en todo el Ártico también se han visto sometidos a un mayor escrutinio a medida que el rápido calentamiento abre posibilidades de extracción de recursos naturales, nuevas rutas de transporte marítimo, expectativas de respuesta de emergencia en caso de accidente y una mayor actividad militar, sobre todo por parte de Rusia (Capítulo 29).

Dependencia de las importaciones netas de Estados Unidos por regiones en los minerales necesarios para la tecnología de las energías renovables

(for minerals with 30% or more import reliance)



Las tecnologías estadounidenses de energías renovables dependen de la importación de minerales esenciales de todo el mundo.

Figura 17.2. Muchos insumos minerales fundamentales para las tecnologías de energías renovables se importan a Estados Unidos. Esta figura ilustra la diversidad de localización, tipo de mineral, aplicación y escala de dependencia de las importaciones⁷⁴. Adaptado de Humphries 2019⁷⁵.

Los países también pueden aprovechar las pólizas de mitigación y adaptación al cambio climático para ganar influencia y fomentar nuevas coaliciones. Cada país experimentará una amplia variedad de preocupaciones de seguridad relacionadas con el clima que pueden generar nuevos intereses o alterar los ya existentes dentro de las relaciones bilaterales^{50,61}. Por ejemplo, los impactos del cambio climático pueden interrumpir las cadenas de suministro globales, como las de alimentos, energía y minerales críticos⁷². Estas interrupciones afectan los intereses de seguridad nacional de Estados Unidos, sobre todo cuando se producen junto con respuestas a crisis de salud, económicas y políticas como las presentadas por el COVID-19 y la guerra en Ucrania.

Las agencias estadounidenses de seguridad nacional, diplomáticas y de desarrollo están respondiendo a los impactos del cambio climático sobre la seguridad nacional y compitiendo con otros países en estos compromisos^{76,77,78,79}. Los impactos y las respuestas al cambio climático tienen implicaciones para las carteras de defensa, diplomacia y desarrollo, incluido el entorno operativo alterado por el clima, la infraestructura militar y civil estadounidense en los países socios y la respuesta humanitaria^{49,79,80}. Las respuestas de los gobiernos incluyen el desarrollo de planes de mitigación y adaptación al clima; la adaptación de operaciones,

evaluaciones e infraestructuras para que sean más resilientes; la creación de capacidad de adaptación y resiliencia para reducir los riesgos futuros; y el tratamiento de amenazas y oportunidades con una serie de enfoques de defensa, diplomacia y desarrollo^{81,82,83}. En este contexto geopolítico, los países cooperan y compiten y pueden intentar aprovechar los impactos del cambio climático para ganar influencia⁴⁹.

Varios foros multilaterales (como el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente, la Unión Europea, la Organización del Tratado del Atlántico Norte, la Unión Africana y la Organización para la Seguridad y la Cooperación en Europa) reconocen la naturaleza interdependiente de los impactos del cambio climático y sus implicaciones para la seguridad nacional y regional y han iniciado respuestas de colaboración para abordar riesgos transfronterizos.

Las instituciones de defensa, diplomáticas y de desarrollo se enfrentan a un aumento de las operaciones y de las expectativas de respuesta ante emergencias, que a menudo surgen en nuevas regiones geopolíticamente relevantes para los intereses estadounidenses, así como a un incremento de las peticiones de apoyo humanitario en todo el mundo^{76,84}. Para garantizar la continuidad de las operaciones en todo el mundo, las medidas de adaptación que aseguren infraestructuras y servicios fiables y funcionales en los países anfitriones en riesgo por el cambio climático son una prioridad para las agencias federales de Estados Unidos. Junto con sus socios internacionales, el Gobierno de Estados Unidos está abordando cada vez más los riesgos relacionados con el clima para la seguridad nacional de Estados Unidos mediante una amplia gama de respuestas. Evaluar y responder a los riesgos para la seguridad nacional relacionados con el clima depende del intercambio de información de calidad garantizada a escala mundial, regional, nacional y local (consulte el Recuadro 17.1).

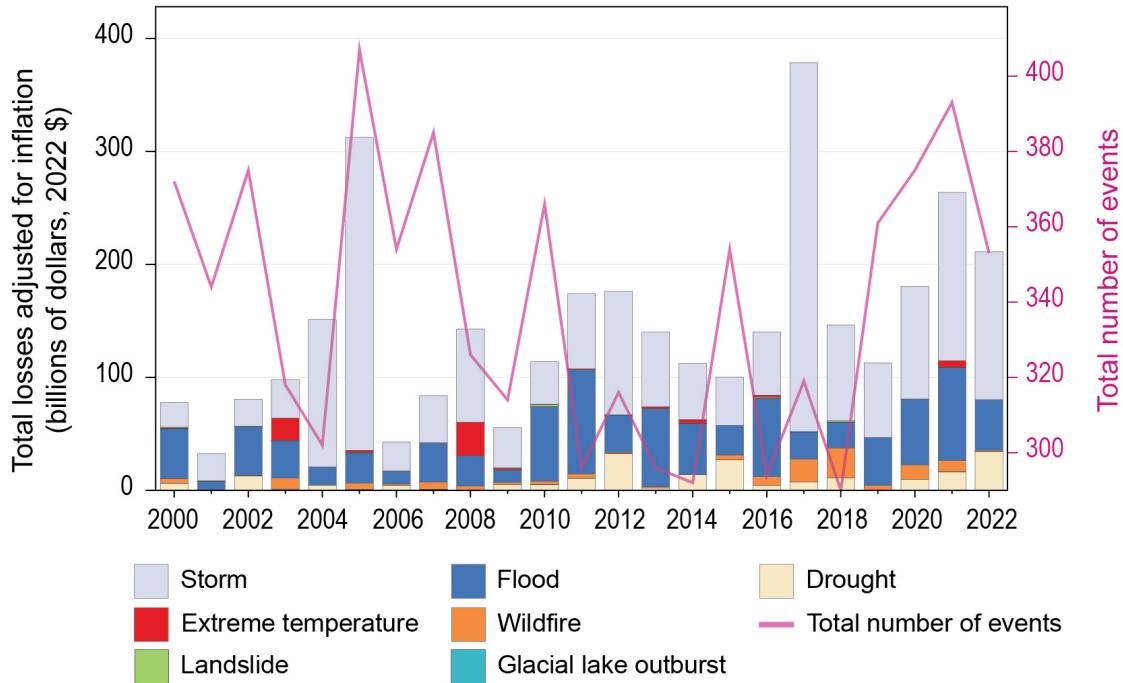
Mensaje clave 17.3

El cambio climático presenta riesgos y oportunidades para la economía, el comercio y las inversiones de Estados Unidos

Los impactos físicos del cambio climático afectan cada vez más el crecimiento económico mundial y regional (*muy probable, confianza alta*). Estos impactos tienen importantes implicaciones para los intereses económicos, comerciales y de inversión de Estados Unidos (*probable, confianza media*). Las respuestas globales de mitigación y adaptación por parte de gobiernos y empresas también afectarán los intereses económicos de Estados Unidos, presentando tanto riesgos como oportunidades potenciales para la economía estadounidense (*probable, confianza media*). Los marcos institucionales, normativos, financieros y de mercado de los sectores público y privado para la mitigación del cambio climático y la adaptación a este influirán en estos riesgos y oportunidades (*probable, confianza media*).

Los impactos del cambio climático en los ecosistemas mundiales, la agricultura, los asentamientos humanos, las infraestructuras, la salud y las migraciones se traducen en impactos económicos que varían según las regiones y los países, así como el grado en que se adoptan medidas de adaptación efectivas (Capítulo 19)^{2,85,86}. Las pérdidas por desastres relacionados con el clima son cada vez mayores y están muy extendidas en todo el mundo e incluyen una amplia gama de eventos relacionados con el clima, como incendios forestales e inundaciones (Figura 17.3)^{87,88,89}. Aunque el cambio climático ha desempeñado un papel importante en estas tendencias, no hay consenso sobre hasta qué punto el aumento de las pérdidas es atribuible al cambio climático frente a otros factores^{90,91}.

Desastres relacionados con el clima y pérdidas económicas



Esta figura muestra las tendencias mundiales en el número, los costos crecientes y la creciente diversidad de tipos de desastres naturales relacionados con el clima desde el año 2000.

Figura 17.3. Las pérdidas mundiales totales asociadas a los desastres relacionados con el clima han aumentado en las últimas dos décadas, con una creciente diversidad en los tipos de eventos relacionados con el clima que provocan desastres (p. ej., sequías, incendios forestales e inundaciones) y algunos picos anuales en las pérdidas relacionadas con las tormentas. Existe poca correlación entre las pérdidas y el número total de desastres (lo que sugiere que el aumento de las pérdidas puede deberse a la mayor severidad de los desastres, al mayor valor de los activos, a discrepancias en la notificación o a una combinación de estos factores). Créditos de la figura: DOI, Winrock International, NOAA NCEI y CISESS NC.

Además de los impactos agudos, los impactos climáticos de evolución lenta, como la pérdida de biodiversidad y los efectos del aumento de las temperaturas sobre la salud y la agricultura en las regiones vulnerables, así como los riesgos climáticos no lineales (puntos de inflexión), afectarán el crecimiento económico^{92,93}. Un conjunto de literatura en crecimiento identifica el aumento del nivel del mar (sea level rise, SLR) como una de las principales causas de los impactos económicos del cambio climático; hay un estudio que estima que, si no se adoptan medidas de adaptación, las inundaciones costeras relacionadas con el SLR provocarán pérdidas de hasta el 4 % del Producto Interno Bruto (Gross Domestic Product, GDP) mundial en 2100⁹⁴.

Los impactos del cambio climático más allá de las fronteras de los EE. UU. exponen a riesgos los intereses económicos, comerciales y de inversión de Estados Unidos, ya que estos intereses están muy integrados en la economía mundial (Enfoque en Riesgos de las Cadenas de Suministro; Capítulo. 19). Por ejemplo, la inversión extranjera directa estadounidense en el extranjero y el valor de las exportaciones e importaciones alcanzaron niveles récord en 2022^{95,96,97}.

Aunque son escasas las investigaciones que relacionen los impactos del cambio climático fuera de los EE. UU. con los impactos directos sobre los intereses comerciales y de inversión estadounidenses, los análisis sugieren varios riesgos a los que se verán expuestos las inversiones y el comercio de Estados Unidos en el extranjero, como reducción del valor de los activos, mayor riesgo de impago de los préstamos,

desincentivación de nuevas inversiones e implicaciones comerciales. Por ejemplo, los países vulnerables se enfrentan a alteraciones económicas prolongadas derivadas de los desastres relacionados con el clima, incluida la pérdida de ingresos y consumo y un mayor riesgo de impago de la deuda soberana^{98,99}. Se espera que las perturbaciones económicas en otros países reduzcan las exportaciones agrícolas, la producción y los ingresos de las explotaciones agrícolas estadounidenses (Capítulo 11)¹⁰⁰. Según un estudio, un aumento de la temperatura global de 3.6 °-5.76 °F (2.0 °-3.2 °C) reduciría el PIB de mediados de siglo en los EE. UU., Canadá y el Reino Unido entre el 6 % y el 9 %, en comparación con un crecimiento sin cambio climático¹⁰¹.

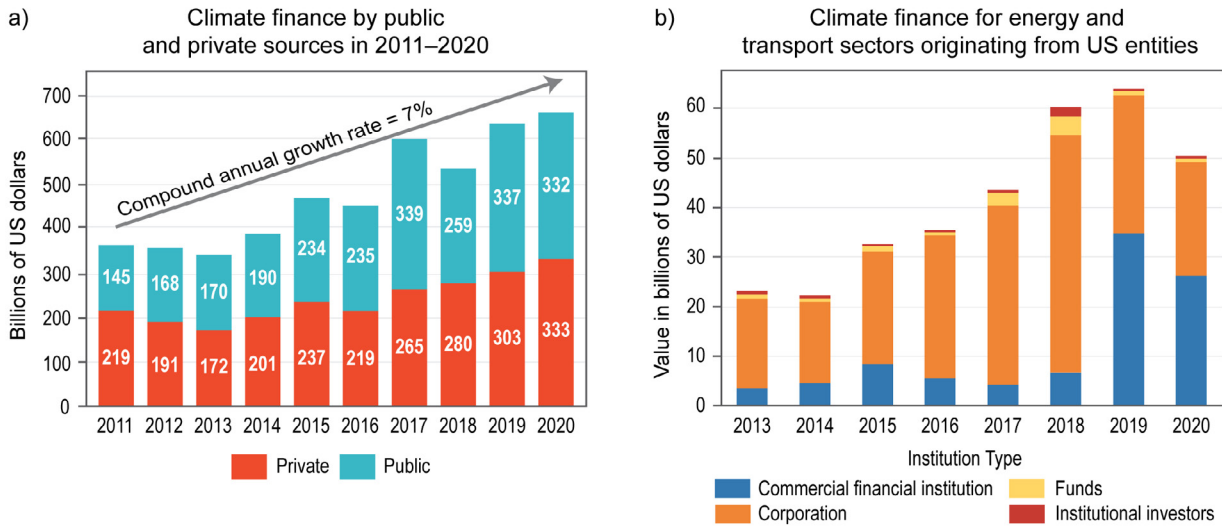
Las respuestas climáticas globales, incluidas las elecciones de pólizas y las respuestas del mercado, presentan tanto riesgos como oportunidades para los intereses económicos de Estados Unidos a medida que otros países realizan una transición hacia economías bajas en emisiones y resistentes al cambio climático^{86,102}. Los riesgos de la transición incluyen posibles pérdidas de empleo, activos inmovilizados, aumentos del precio de la energía y posibles impactos negativos en el sistema financiero mundial¹⁰³. Las respuestas de adaptación que restringen el desarrollo en zonas propensas al riesgo podrían limitar las opciones de los inversores estadounidenses o dejar expuestos los activos existentes¹⁰⁴.

La transición mundial, incluido el aumento del financiamiento mundial para la mitigación y la adaptación (Figura 17.4), también generará oportunidades de innovación, comercio e inversión para las empresas estadounidenses (Capítulo 19)^{105,106,107}. Las oportunidades para la innovación y la inversión incluyen energía baja en carbono y captura de carbono; transporte e infraestructuras; tecnologías de adaptación en el agua, la agricultura, la salud y otros sectores; cadenas de suministro resilientes; y servicios climáticos¹⁰⁸.

Los gobiernos y las instituciones financieras recurren cada vez más a financiamiento mixto, bonos verdes (instrumentos de deuda de renta fija que permiten invertir en la mitigación del cambio climático y la adaptación a este), garantías y subvenciones para desbloquear las inversiones del sector privado relacionadas con el clima, incluso en ámbitos como el uso de la tierra, la reforestación y la adaptación^{109,110}. Las asociaciones multilaterales también están aprovechando las fuerzas del mercado para reducir las emisiones, por ejemplo, la fomentar cadenas de suministro de materias primas libres de deforestación¹¹¹. Se están implementando programas de desarrollo de la mano de obra y de participación de los jóvenes para preparar a las economías para la transición hacia un desarrollo resiliente al clima^{112,113}.

La evolución de los marcos normativos y de mercado y del financiamiento son importantes condiciones propicias que influirán en la efectividad de las respuestas climáticas mundiales —incluida la consecución de las metas de mitigación y adaptación al cambio climático del Acuerdo de París— y en su impacto en los intereses económicos de Estados Unidos^{108,114,115,116}. El financiamiento mundial total para la mitigación y adaptación climática (Figura 17.4a) creció de forma constante entre 2011 y 2020, pero se retrasó en los años previos a la pandemia y no alcanza las necesidades estimadas para cumplir las metas del Acuerdo de París y evitar los peores impactos del cambio climático¹¹⁷. Las contribuciones del sector privado aumentaron entre 2011 y 2020, aunque más lentamente que las del sector público. El financiamiento de la adaptación creció casi tres veces más rápido que la mitigación; sin embargo, las metodologías para el seguimiento del financiamiento de la adaptación están menos desarrolladas que el financiamiento de la mitigación y sujetas a brechas de datos, en particular del sector privado¹¹⁸. Aunque se aplican importantes advertencias (consulte los metadatos de la Figura 17.4), las inversiones estadounidenses en los sectores de la energía y el transporte han crecido de forma constante entre 2013 y 2020, siguiendo en gran medida los aumentos generales del financiamiento mundial para el clima, también en estos sectores, aunque más concentrados en las inversiones nacionales estadounidenses que en las extranjeras (Figura 17.4b)¹¹⁸.

Financiamiento climático



Las contribuciones públicas y privadas al financiamiento mundial de la lucha contra el cambio climático están aumentando, pero no al ritmo necesario para evitar los peores impactos del cambio climático.

Figura 17.4. (a) Los sectores público y privado aportaron \$4.8 billones en financiamiento climático en total entre 2011 y 2020, siendo el sector privado responsable de aproximadamente la mitad. **(b)** Los datos sobre los flujos de financiamiento privado procedentes de los EE. UU. son más completos para los sectores de la energía y el transporte. Créditos de la figura: (a) adaptado de Naran et al. 2022¹¹⁸ [CC BY-NC-SA 4.0]; (b) DOI, Winrock International y Climate Policy Initiative.

Las normativas y los incentivos económicos que apoyan la mitigación y la adaptación, los mercados de carbono, la innovación relacionada con el clima, la reducción de la deforestación, la reforma de las subvenciones y la divulgación de los riesgos relacionados con el clima pueden estimular a empresas, inversores y otros agentes a abordar el riesgo climático (Capítulo 19). Las políticas y marcos del sector público para incentivar una mayor ambición en materia de mitigación incluyen la Ley de Reducción de la Inflación (Inflation Reduction Act, IRA) de Estados Unidos de 2022 y el Mecanismo de Ajuste de la Frontera del Carbono (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) de la Unión Europea, adoptado en mayo de 2023. El CBAM puede imponer costos a los exportadores estadounidenses a Europa y desencadenar medidas de represalia por parte de otros, con impactos indirectos para los exportadores estadounidenses a otras regiones^{119,120}. Aunque de orientación nacional, la IRA puede estimular la inversión de empresas estadounidenses en energías renovables y otras tecnologías que podrían aplicarse a los mercados internacionales.

Los inversores y las empresas ven cada vez más la mitigación del cambio climático como una necesidad y una oportunidad empresarial^{108,121,122,123}. De noviembre de 2020 a noviembre de 2021, el número de empresas de todo el mundo que se comprometían a reducir su huella de carbono a “cero neto” mediante la reducción de emisiones, la captura de carbono y la compensación de emisiones para 2050 o antes había pasado de 30 a más de 450 y el valor de los activos representados se multiplicó por 26¹²⁴.

El valor del comercio mundial de compensaciones de carbono se cuadruplicó de 2018 a 2021¹²⁵. El libro de reglas del Artículo 6 del Acuerdo de París, adoptado en 2021, crea normas globales para el comercio de carbono gubernamental y se espera que informe las transacciones privadas^{126,127,128}. Se proyecta que un mercado maduro de compensación de carbono se multiplique por 15 para 2030 y por 100 para 2050, lo que presenta oportunidades para que las empresas estadounidenses cumplan las metas de mitigación a través de inversiones en el extranjero y el potencial de generar recursos para apoyar medidas locales de

adaptación^{129,130,131,132}. Sigue existiendo la preocupación de que el comercio de carbono pueda trasladar las cargas a los países en desarrollo, a las comunidades vulnerables y a las generaciones futuras^{133,134}.

Un número creciente de inversores y propietarios de activos se han comprometido a evaluar y divulgar los riesgos climáticos. Desde septiembre de 2022, 3,400 organizaciones de 95 países han apoyado al Grupo de Trabajo sobre Divulgación de Información Financiera relacionada con el Clima, representando a casi todos los sectores económicos¹³⁵. Los bancos, las compañías de seguros y los reguladores de pensiones se están centrande en los riesgos relacionados con el clima^{136,137,138}. La Comisión del Mercado de Valores de Estados Unidos ha propuesto la divulgación obligatoria de los riesgos financieros relacionados con el clima, en paralelo con medidas similares adoptadas por el Reino Unido y otros países^{139,140}.

A pesar del creciente interés corporativo por abordar el cambio climático, su implementación va a la zaga de los compromisos de divulgación de los riesgos climáticos y de las metas de cero emisiones netas. Crece la presión para que estos compromisos se conviertan en acciones creíbles y medibles, incluso a través de objetivos basados en la ciencia^{113,141,142,143,144}. Las pequeñas y medianas empresas pueden tener dificultades para cumplir los complejos estándares de información, lo que podría afectar su competitividad y su acceso a financiamiento¹⁴⁵. Una mayor divulgación de los riesgos climáticos puede aumentar los costos y desincentivar la inversión de los EE. UU. en zonas vulnerables¹⁴⁶.

A pesar de los retos históricos, la mayor concienciación sobre los riesgos y las oportunidades de mercado ha empezado a generar interés por la inversión privada en adaptación. La inversión en adaptación del sector privado ha comenzado a rastrearse junto con el financiamiento público para la adaptación climática, aunque en 2021 se identificaron menos de \$500 millones¹¹⁷. Los inversores institucionales han empezado a desarrollar marcos para invertir en oportunidades de adaptación y resiliencia climáticas¹⁴⁷. La Taxonomía de Soluciones de Adaptación, revisada por expertos y publicada en 2020, identifica compañías que apoyan soluciones de adaptación y resiliencia climática¹⁴⁸. El primer fondo de inversión privado consiguió \$185 millones para tecnologías de adaptación y resiliencia climática en 2022¹⁴⁹.

Si bien las normativas gubernamentales, los gastos y las respuestas climáticas impulsadas por el mercado son clave para crear entornos propicios para las respuestas climáticas, también pueden aumentar los riesgos de corrupción, lo que a su vez puede socavar la eficiencia empresarial, frustrar la efectividad de las respuestas climáticas y exacerbar la inseguridad o la gobernanza deficiente^{59,60}. Así pues, la creación de entornos propicios para garantizar respuestas climáticas transparentes, responsables y participativas puede influir en el equilibrio de riesgos y oportunidades para las empresas y los intereses económicos de Estados Unidos^{150,151,152}.

Mensaje clave 17.4

El cambio climático socava el desarrollo sostenible

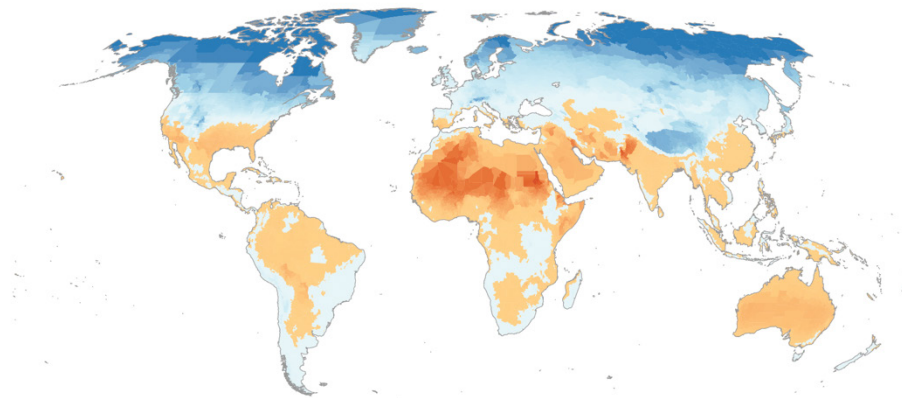
El cambio climático socava la capacidad del mundo para desarrollarse de forma sostenible, revierte los avances en materia de desarrollo y agrava las desigualdades (*muy probable, confianza alta*). El financiamiento de la lucha contra el cambio climático está aumentando, pero los flujos mundiales siguen siendo inferiores a las necesidades (*probable, confianza alta*). El despliegue acelerado de medidas de adaptación y mitigación a escala puede representar beneficios sustanciales para el desarrollo sostenible (*probable, confianza media*). La acción por el clima es más efectiva cuando se desarrolla conjuntamente y se basa en la equidad, la apropiación local y la gobernanza integradora (*probable, confianza media*).

Los impactos del cambio climático son generalizados en todo el mundo y afectan todos los aspectos de los sistemas humanos, construidos y naturales, como la seguridad alimentaria, la pobreza, la salud, el agua, las infraestructuras y la educación, entre otros. El cambio climático es un multiplicador del riesgo frente a los retos existentes en materia de desarrollo, como el rápido crecimiento de la base demográfica; el aumento de las migraciones, sobre todo hacia los centros urbanos y de los desplazamientos; el incremento de la inseguridad alimentaria; y el aumento de la demanda energética. Estos retos de desarrollo también se ven obstaculizados por reducciones de la capacidad de los recursos naturales y los paisajes para amortiguar aumento de riesgos, incapacidad de los servicios vitales para seguir el ritmo de las necesidades, limitada diversificación económica, bajos niveles educativos y debilidad de las instituciones para gestionar estos cambios¹⁵³. En conjunción con estos y otros factores (Figuras 17.1, 17.2), el cambio climático socava el desarrollo sostenible, lo que revierte los importantes avances en materia de desarrollo conseguidos en décadas recientes^{154,155,156,157}. Estos retos resaltan la necesidad de tener en cuenta los impactos del clima en las trayectorias de desarrollo, con el fin de fundamentar la respuesta de mitigación y adaptación para lograr un desarrollo sostenible^{158,159,160}.

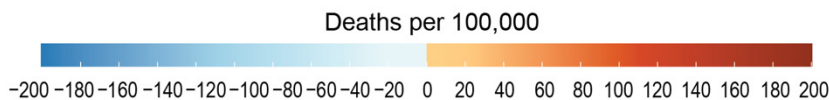
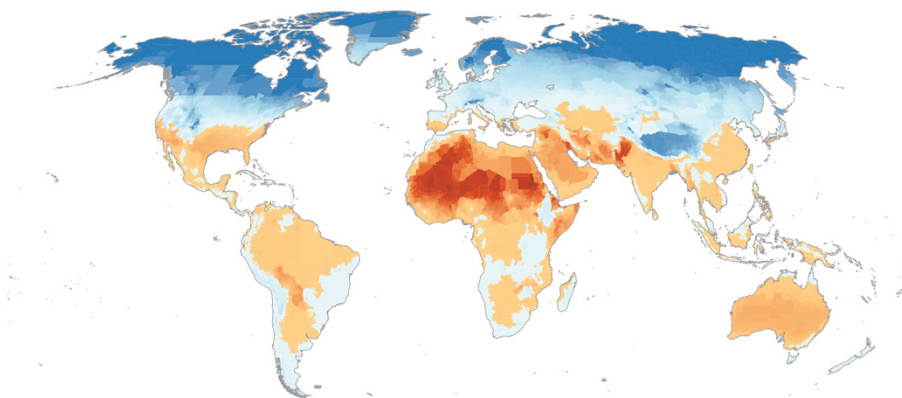
Se calcula que en todo el mundo 26 millones de personas caen en la pobreza cada año debido a eventos meteorológicos extremos, como inundaciones y sequías, y las proyecciones apuntan a que millones más podrían verse empujadas a la pobreza a mediados de siglo debido al cambio climático^{153,161}. Los impactos del cambio climático recaen de forma desproporcionada en países de bajos ingresos y en poblaciones marginadas y subrepresentadas que disponen de menos recursos para adaptarse. La Figura 17.5 muestra los riesgos diferenciales de mortalidad por cambio climático en todo el mundo, lo que se traduce en una distribución desigual del riesgo entre los países y dentro de ellos. Recursos limitados, capacidades de respuesta y restricciones geofísicas y socioeconómicas pueden reducir la viabilidad de la adaptación^{162,163,164,165}. En algunos contextos, los impactos superarán la capacidad de adaptación de las comunidades (Capítulo 31)². Esto plantea problemas de equidad, sobre todo teniendo en cuenta las contribuciones relativamente pequeñas de gases de efecto invernadero de muchas poblaciones con bajos ingresos^{166,167}.

Impacto del cambio climático en las tasas de mortalidad en 2050

a) Intermediate scenario (RCP4.5) 2041–2060 average



b) Very high scenario (RCP8.5) 2041–2060 average



El cambio climático agravará las desigualdades globales en las tasas de mortalidad.

Figura 17.5. Un mundo más cálido interactuará con las capacidades diferenciales existentes, lo cual modificará los patrones de mortalidad. Incluso teniendo en cuenta la futura adaptación y el aumento de los ingresos, la mortalidad aumentará significativamente en el Sur Global. Los mapas muestran los cambios proyectados en la mortalidad debido al cambio climático en 2050 (promedio de 2041-2060) para (a) un escenario intermedio (RCP4.5) y (b) un escenario muy alto (RCP8.5). Adaptado con permiso de Carleton *et al.* 2020¹⁶⁸.

A pesar del aumento del financiamiento para el clima, los flujos financieros mundiales siguen estando por debajo de las metas y las necesidades de mitigación y adaptación^{2,117}. Para evitar los impactos más peligrosos del cambio climático, los flujos anuales de financiamiento internacional para el clima en apoyo de los esfuerzos de adaptación y mitigación deberían aumentar entre 3 y 6 veces respecto a los niveles actuales para 2030². Incluso si se alcanzaran las metas de financiamiento de la mitigación, el financiamiento de la adaptación y el porcentaje resultante del financiamiento climático destinado a la adaptación también tendrían que aumentar¹⁶⁹. Se proyecta que los costos de adaptación solo para los países en desarrollo serán de \$140,000 a \$300,000 millones anuales en 2030 y de \$280,000 a \$500,000 millones en 2050 (no se indica el año del dólar) y algunas estimaciones van más allá y proponen que se dupliquen o tripliquen cada

algunos años¹⁰⁷. Hasta la fecha, la mayoría de las inversiones en adaptación han sido fragmentarias, basadas en proyectos, a pequeña escala, progresivas, sectoriales y más centradas en riesgos y planificación a corto plazo¹⁷⁰. Alcanzar las metas de mitigación y adaptación exige alinear inversiones, prácticas y modelos empresariales nacionales, internacionales, públicos y privados¹¹⁷.

La creciente carga de la deuda que soportan muchos países para gestionar los riesgos climáticos y restablecer las economías y los medios de subsistencia después de los eventos extremos representa un obstáculo cada vez mayor para el desarrollo sostenible^{153,171}. Aunque los grandes desastres acaparan los titulares, en todo el mundo las pérdidas acumuladas por desastres recurrentes a pequeña escala representan una parte mayor de las pérdidas económicas y erosionan la resiliencia de las comunidades². Las inversiones proactivas pueden ayudar a protegerse contra la reestructuración o reasignación de presupuestos a medida que los eventos extremos se hacen más frecuentes. Por ejemplo, las inversiones en sistemas de alerta temprana, modelos de inundación y planes de seguros podrían haber ofrecido protección y limitado el efecto a largo plazo de las recientes inundaciones en Pakistán, donde los fondos para el desarrollo se desviaron a la respuesta a desastres.

Las inversiones en adaptación pueden ser asequibles, con beneficios que superan con creces los costos, no solo en términos de costos y beneficios financieros, sino también de reducción del gasto humanitario, pérdidas de activos evitadas y vidas y medios de subsistencia salvados². Los beneficios netos de invertir en mitigación y adaptación incluyen reducción de pérdidas futuras, resultados económicos positivos y beneficios sociales y medioambientales. Se espera que los beneficios de la mitigación superen los costos, incluso sin una contabilidad exhaustiva de las pérdidas evitadas, la reducción de las necesidades de adaptación y los beneficios colaterales, y se proyecta que el aumento de las inversiones a corto plazo genere ganancias económicas a largo plazo². Los beneficios de invertir en adaptación en una serie de sectores son significativos, y oscilan entre \$2 y \$13 por cada \$1 dólar invertido, y algunos de los rangos más altos se asocian a inversiones en resiliencia de infraestructuras, alerta y respuesta tempranas y gestión del riesgo de desastres^{172,173,174}. Por el contrario, las estimaciones de los costos de la inacción oscilan entre el 7 % y el 14 % de reducción del GDP mundial^{101,175}.

Existe evidencia de opciones efectivas de mitigación y adaptación que son factibles de lograr a escala en contextos específicos². Una respuesta acelerada al cambio climático puede cambiar las vías de desarrollo hacia un aumento de los resultados de desarrollo sostenible a pesar de las trayectorias del cambio climático. Los esfuerzos por lograr un desarrollo resiliente al clima se ven facilitados por respuestas que abarcan la política, la diplomacia, la inversión pública y privada y los ámbitos del desarrollo y la ayuda humanitaria^{2,176,177,178,179}. Las tecnologías de bajas emisiones, cada vez más asequibles y accesibles, apoyan el abandono de los combustibles fósiles para limitar el calentamiento². Las intervenciones políticas a múltiples niveles, especialmente las que involucran ambiciosos objetivos de mitigación a corto plazo por parte de los principales emisores actuales y proyectados, pueden minimizar la posibilidad de superar los 1.5 °C (2.7 °F) de calentamiento². Los esfuerzos de adaptación pueden reducir las alteraciones debido a perturbaciones y factores de estrés y ayudar a los países y a las personas a acelerar soluciones que respondan a las necesidades y oportunidades locales y que conduzcan a resultados sostenibles, especialmente para las poblaciones vulnerables^{2,180}. En el ámbito internacional, el aumento de la coherencia y la coordinación entre la ayuda humanitaria, la consolidación de la paz, el fomento de la resiliencia y el desarrollo puede ayudar a abordar riesgos y oportunidades convergentes¹⁸¹. Se ha demostrado que la participación en los esfuerzos climáticos internacionales y transfronterizos se traduce en acciones de los gobiernos nacionales y subnacionales y de la sociedad civil¹⁶⁹.

Los enfoques integrados de mitigación y adaptación pueden amplificar aún más los beneficios colaterales de las acciones¹⁸². Por ejemplo, la conservación y restauración de manglares, una de las muchas soluciones basadas en la naturaleza con resultados de mitigación y adaptación, puede minimizar el riesgo de inunda-

ciones costeras, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, secuestrar carbono y contribuir a beneficios de desarrollo sostenible más amplios relacionados con la seguridad alimentaria y la nutrición, la prosperidad económica, la protección marina y costera y el hábitat natural y la biodiversidad⁴. Las opciones de respuesta también tienen concesiones mutuas entre sí y con diversas metas de desarrollo sostenible debido a la compleja interconectividad de los riesgos climáticos y no climáticos (Capítulo 31). Una mayor atención a los impactos adversos de las respuestas y a las vías de desarrollo puede ayudar a evitar el bloqueo de las trayectorias de emisiones, la mala adaptación y el agravamiento de las desigualdades². Además, cada vez hay más impulso y evidencia a nivel mundial sobre los enfoques para acelerar las acciones climáticas transformadoras que incorporan el pensamiento sistémico y la innovación para facilitar vías de desarrollo más resilientes^{183,184,185}.

Una gobernanza inclusiva que favorezca las respuestas dirigidas a nivel local y desarrolladas en colaboración puede reforzar el potencial para lograr resultados de desarrollo resilientes al clima efectivos y equitativos a escala^{26,185}. La participación significativa de los grupos afectados (incluidos los históricamente subrepresentados o marginados) y el desarrollo conjunto de información y soluciones crean capacidad y aumentan el apoyo a resultados de respuesta sostenibles y equitativos a largo plazo (KM 31.1, 32.2)^{186,187}. La información relevante para la toma de decisiones y la capacidad de utilizarla de forma novedosa son la base de las respuestas efectivas^{188,189,190}. Esta información puede ser global o local y proceder de diversas fuentes de conocimiento, incluida la comunidad científica y los conocimientos tradicionales. Los procesos de gobernanza y toma de decisiones que integran el clima en los esfuerzos sustanciales de desarrollo y tienen en cuenta los factores mencionados pueden minimizar las concesiones mutuas y los impactos adversos y generar una acción climática que promueva los intereses de Estados Unidos en resultados más amplios de desarrollo sostenible¹⁸⁵.

Cuentas trazables

Descripción del proceso

Este capítulo se centra en las implicaciones de los impactos internacionales del cambio climático para los intereses de Estados Unidos. No aborda ni resume todos los impactos internacionales del cambio climático. Los temas del capítulo —riesgos interdependientes relacionados con el clima; seguridad nacional; economía, inversión y comercio; desarrollo sostenible y servicios climáticos— se seleccionaron porque representan intereses críticos que se están viendo afectados por los impactos climáticos fuera de las fronteras de los EE. UU. Los efectos del clima en estas áreas de interés son específicos de cada contexto y están generalizados en todo el mundo. El capítulo es limitado en cuanto a proporcionar detalles específicos debido principalmente a las limitaciones de espacio y a la escasa literatura que aborda específicamente los impactos climáticos para los intereses de Estados Unidos.

Los autores coinciden en que esto apunta a la falta de una evaluación científica del cambio climático fuera de los EE. UU. suficientemente oportuna, orientada a pólizas y geográficamente detallada. Además, la literatura actual no aborda adecuadamente ni aporta evidencia sobre la amplia gama de opciones de respuesta que podrían adoptarse para mitigar los impactos. Por lo tanto, los responsables políticos y los analistas estadounidenses de seguridad nacional e internacional deben basarse en las evaluaciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), la literatura académica existente, los análisis internos o los estudios contratados *ad hoc*, que no son óptimos o pueden ser inconsistentes.

El liderazgo del capítulo buscaba un equipo de autores que pudiera aportar experiencias, conocimientos y perspectivas diversas. Se procuró que el equipo estuviera formado por profesionales del gobierno, del mundo académico y del sector privado, tanto nóveles como experimentados, procedentes de diversas zonas geográficas y con distintos antecedentes personales. Los autores se seleccionaron de la lista de personas que respondieron al anuncio del Registro Federal o se pusieron en contacto directamente con el Programa de Investigación sobre el Cambio Global de Estados Unidos (US Global Change Research Program, USGCRP) para ofrecerse voluntarios. Se contrataron contribuyentes técnicos para que realizaran una revisión extensa de la literatura que permitiera detectar posibles discrepancias y conciliar los distintos aportes. Los contribuyentes técnicos también apoyaron el diseño y desarrollo de determinadas figuras. El equipo de redacción se puso en contacto por teleconferencia a partir de septiembre de 2021, y las llamadas continuaron con regularidad para debatir sobre el contenido, la redacción y asuntos técnicos y logísticos relacionados con el capítulo. El personal de la Unidad de Apoyo Técnico de la NOAA se unió a algunas de estas conferencias telefónicas regulares. Subgrupos de autores de capítulos también celebraron conferencias telefónicas sobre literatura, contenido y redacción de distintas secciones del capítulo.

Se solicitó la opinión del público mediante anuncios en el Registro Federal y un taller de participación pública. Durante el taller, el USGCRP y los autores del capítulo compartieron información sobre el progreso del capítulo hasta la fecha y solicitaron la opinión de las partes interesadas para contribuir al desarrollo futuro del capítulo, así como para aumentar la concienciación general sobre el proceso y el calendario de la Quinta Evaluación Nacional del Clima (Fifth National Climate Assessment, NCA5).

Mensaje clave 17.1

Los riesgos climáticos interdependientes y sistémicos afectan cada vez más los intereses de Estados Unidos

Descripción de la base de evidencia

La base de literatura sobre el cambio climático y el riesgo sistémico e interdependiente ha crecido significativamente desde la publicación de la Cuarta Evaluación Nacional del Clima (Fourth National Climate Assessment, NCA4) en 2018, que examinó el riesgo climático transfronterizo, es decir, cómo los impactos climáticos en los países vecinos afectan los intereses de Estados Unidos. Sin embargo, la literatura sobre los riesgos sistémicos mundiales aún no puede considerarse expansiva; ha evolucionado a partir de un enfoque centrado en el sector financiero y, más recientemente, ha aumentado, no como consecuencia de las perturbaciones climáticas, sino debido a las recientes interrupciones de la cadena de suministro y a los efectos dominó observados del COVID-19, que pusieron de relieve esa interconectividad. Según Li *et al.* (2021)¹⁹ y Simpson (2021),²⁰ la literatura existente destaca la importancia del cambio climático como impulsor del riesgo sistémico, pero existen brechas de comprensión en cuanto a las interacciones y dinámicas que generan el riesgo, los métodos para apoyar la evaluación del riesgo y el diseño de respuestas de adaptación y mitigación para hacer frente al riesgo complejo. Existe una falta de evidencia en torno a la efectividad de los enfoques emergentes basados en sistemas y escenarios que se están diseñando e implementando para abordar riesgos complejos e interdependientes^{40,46}.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

La literatura está evolucionando desde la evaluación de riesgos predominantemente sectorial (p. ej., seguridad hídrica, seguridad alimentaria) o basada en dominios (p. ej., zonas urbanas) hacia la consideración de sistemas complejos e interdependientes que pueden ocasionar impactos climáticos compuestos y en cascada.

Hay poca literatura disponible que se centre en los impactos amplios y en cascada de los riesgos climáticos interconectados/interdependientes en relación con los efectos compuestos y en cascada sobre múltiples intereses de Estados Unidos. Tampoco existe una base de literatura que evalúe el desempeño de enfoques y medidas para abordar el riesgo sistémico e interdependiente.

Descripción de confianza y probabilidad

Existe *confianza alta* y es *probable* que, en un mundo globalmente conectado, los impactos del cambio climático sobre los intereses de Estados Unidos sean polifacéticos, estén interconectados y, con frecuencia, se vean exacerbados por el malestar social y la degradación medioambiental. Estas interconexiones y sus efectos dominó están bien documentados.

Existe *confianza alta* y es *probable* que aumente la escala y la velocidad de los impactos relacionados con el clima para los intereses de Estados Unidos, debido en parte a las interdependencias subyacentes y a la intensificación proyectada del cambio climático. Es inequívoco que el cambio climático se está intensificando y que provocará mayores impactos en todos los sistemas y cadenas de valor.

Existe *confianza alta* y es *probable* que se estén aplicando enfoques sistémicos y basados en escenarios a la planificación integradora para tener en cuenta interdependencias y prioridades contrapuestas. Aunque estos enfoques se han desarrollado y se están aplicando para identificar riesgos y respuestas, la literatura en torno a su efectividad está menos avanzada.

Mensaje clave 17.2

El cambio climático agrava los riesgos para la seguridad nacional

Descripción de la base de evidencia

La base de literatura sobre el cambio climático y la seguridad nacional ha crecido significativamente desde la NCA4, así como en los aproximadamente 15 años transcurridos desde que se convirtió en un foco de atención más prominente para académicos y profesionales^{48,53}. Dada la gran diversidad de temas y regiones considerados para los vínculos entre cambio climático y seguridad nacional, la literatura está evolucionando y aún no puede considerarse exhaustiva. Algunas preguntas de investigación sobre las que la literatura era limitada y controvertida durante el período de revisión de la NCA4 han experimentado desde entonces importantes adiciones y un mayor acuerdo entre las conclusiones, incluidos los esfuerzos de investigación en colaboración entre grandes grupos de académicos. Un ejemplo de esta convergencia de hallazgos en los años recientes son las preguntas relativas a los vínculos causales entre determinados impactos climáticos y el inicio de conflictos⁵². La literatura sobre otras preguntas de investigación, como los vínculos causales entre las respuestas climáticas y los conflictos, está menos avanzada y es más deductiva, basándose a menudo en respuestas históricas en áreas temáticas relacionadas. El número y la diversidad de las respuestas del Gobierno de Estados Unidos al cambio climático y las acciones de seguridad nacional se han ampliado desde la revisión de la NCA4^{49,50}.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Dada la diversidad de posibles temas de investigación relacionados con el cambio climático y la seguridad nacional, hay una cantidad de ámbitos temáticos y geográficos sobre los que se dispone de escasa literatura que utilice métodos diversos. En algunos casos, los datos siguen siendo limitados en cuanto a escalas y ubicaciones, lo que restringe los tipos de métodos que pueden utilizarse. En otros casos, las respuestas institucionales al cambio climático que pueden tener implicaciones para la seguridad nacional se encuentran en una fase incipiente y, por tanto, no presentan una base de evidencia que pueda generar resultados de investigación con los máximos niveles de confianza.

Descripción de confianza y probabilidad

Existe *confianza alta* y es *probable* que el cambio climático pueda ser un factor que contribuya a la inestabilidad política y social y, en algunos casos, a los conflictos. Existe *confianza alta* y es *muy probable* que el cambio climático impacte cada vez más las operaciones y misiones de las agencias y departamentos de defensa, diplomacia y desarrollo fundamentales para la seguridad nacional de Estados Unidos. Existe *confianza alta* y es *muy probable* que las agencias y departamentos de defensa, diplomacia y desarrollo estén abordando cada vez más los impactos climáticos y las respuestas en todo el gobierno. Estos niveles de confianza se basan en una revisión en profundidad de un sólido conjunto de literatura procedente de numerosas disciplinas, así como de un conjunto cada vez mayor de políticas, programas y evaluaciones del Gobierno de Estados Unidos e internacionales.

Mensaje clave 17.3

El cambio climático presenta riesgos y oportunidades para la economía, el comercio y las inversiones de Estados Unidos

Descripción de la base de evidencia

Existe una importante investigación sobre los impactos globales y regionales de los riesgos agudos y crónicos mediados por el clima². Existe un conjunto emergente de literatura que analiza los impactos económicos de estos riesgos en las economías globales y regionales^{85,86}. Sin embargo, los estudios que sacan conclusiones sobre los impactos económicos del cambio climático a nivel macro (p. ej., Swiss Re 2021¹⁰¹) requieren suposiciones sobre el costo de la incertidumbre que se beneficiaría de una revisión por expertos y de un mayor análisis. Los datos más detallados sobre los costos de los impactos físicos del clima se refieren a riesgos agudos, como los desastres provocados por el clima, y no a riesgos crónicos. Sin embargo, existe un debate entre los académicos sobre el grado en que los efectos económicos de los eventos agudos son atribuibles al cambio climático^{90,91}.

La Figura 17.3 refleja los datos comunicados a EM-DAT, la Base de Datos Internacional de Desastres sobre eventos, tipos y costos relacionados con desastres¹⁹¹. La categorización de los datos en esta base de datos depende de la forma en que se notifiquen los eventos y puede haber algunas discrepancias en la forma en que los notificadores caracterizan los eventos específicos y las pérdidas asociadas. Por ejemplo, EM-DAT capta eventos y cuantifica pérdidas por tormentas (incluye tormentas tropicales, extratropicales y convectivas) e inundaciones (incluye inundaciones costeras, fluviales, repentinas y provocadas por el hielo). Sin embargo, EM-DAT no proporciona orientación a los informadores de datos para distinguir los eventos de inundación de los de tormenta; como consecuencia, los daños de inundaciones causados por eventos de tormenta podrían reflejarse potencialmente tanto en “tormentas” como en “inundaciones”. Sin embargo, el propósito de la figura es mostrar las tendencias generales de los tipos de eventos y daños; las posibles discrepancias en la forma en que estos eventos y los daños asociados se presentan en la base de datos no son fundamentales para la intención general de la figura.

Un conjunto de literatura relativamente escaso pero creciente analiza los efectos económicos del cambio climático en sectores o temas en los que los intereses económicos de Estados Unidos están muy arraigados, como los préstamos soberanos^{98,99}, la agricultura^{100,192,193,194} y la migración¹⁹⁵. Estos estudios ofrecen información a partir de la cual pueden deducirse los impactos económicos previstos sobre la economía, el comercio y la inversión de los EE. UU.; sin embargo, por lo general se quedan cortos al intentar cuantificar los impactos aislados sobre los intereses económicos de Estados Unidos.

Un conjunto de literatura en crecimiento procedente de grupos de reflexión, consultores, organizaciones de múltiples partes interesadas y fuentes institucionales aporta evidencia empírica de tendencias y prácticas relativas a riesgos y oportunidades económicas y a participación de los intereses del sector privado en las respuestas climáticas. La literatura disponible en revistas científicas revisadas por expertos es menos extensa que los informes y estudios disponibles en fuentes no revisadas por expertos, pero va en aumento. La literatura reciente aborda el impacto de la corrupción en las respuestas climáticas. Sin embargo, la evaluación más completa y autorizada de los riesgos de corrupción que plantean las respuestas climáticas procede de un estudio de 2011¹⁵².

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

La literatura que estima los impactos económicos globales y regionales de los riesgos climáticos físicos, así como de las opciones de respuesta de mitigación y adaptación, está evolucionando. Además de un análisis más detallado de estos impactos en las distintas categorías de riesgo, entre las brechas de la literatura

se incluye el análisis de cómo los impactos económicos fuera de los EE. UU. tienen un impacto sobre los intereses económicos, comerciales y de inversión de Estados Unidos. Sería útil estudiar más a fondo cómo los entornos de pólizas, regulatorios, de mercado y financieros mitigan o exacerban los impactos económicos, comerciales y financieros, tanto a escala mundial y regional como para los intereses de Estados Unidos. La interrelación de la corrupción y las respuestas climáticas es un tema de relevancia emergente que se beneficiaría de investigaciones y análisis actualizados.

Descripción de confianza y probabilidad

Existe *confianza alta* y es *muy probable* que los impactos físicos del cambio climático afecten cada vez más el crecimiento económico a escala mundial y regional fuera de Estados Unidos.

Hay menos análisis autorizados sobre cómo estos impactos económicos globales y regionales se traducen en impactos sobre los intereses económicos, comerciales y de inversión de Estados Unidos. Los estudios de áreas específicas de impacto económico en las que los intereses económicos de Estados Unidos están muy arraigados sugieren *probables* implicaciones para los intereses de Estados Unidos, que pueden inferirse con *confianza media*.

Del mismo modo, aunque está claro que las respuestas de los gobiernos y del sector privado al cambio climático afectarán los impactos económicos del cambio climático a escala mundial y en regiones específicas y que se espera que estas respuestas se traduzcan tanto en riesgos como en oportunidades para los intereses económicos, comerciales y de inversión de Estados Unidos, faltan análisis precisos que intenten cuantificar estos efectos. En consecuencia, estos impactos se evalúan como *probables* y con *confianza media*.

Un importante mediador de estos impactos es la calidad y efectividad de los marcos de pólizas, normativos, de mercado y financieros que los gobiernos y las instituciones privadas desarrollan para permitir respuestas de mitigación y adaptación al cambio climático. El impacto de estos entornos favorables sobre los intereses económicos, comerciales y de inversión de Estados Unidos se considera *probable* y con *confianza media*.

Estos niveles de confianza se basan en la observación empírica de las tendencias y la evolución, complementada con análisis académicos y datos significativos relevantes para la práctica empresarial y el sentimiento reflejado en la abundante literatura comercial.

Mensaje clave 17.4

El cambio climático socava el desarrollo sostenible

Descripción de la base de evidencia

La base de literatura sobre cambio climático, desarrollo sostenible y reducción del riesgo de desastres y recuperación ha aumentado desde la NCA4. La base de literatura es amplia, dada la diversidad de temas y sigue evolucionando. Algunas preguntas de investigación sobre las que la literatura era limitada y controvertida durante el período de revisión de la NCA4 han experimentado importantes adiciones y un mayor acuerdo entre las conclusiones. Un ejemplo de esta convergencia puede encontrarse en la mejor comprensión de la importancia de la interconectividad de los impactos climáticos y no climáticos sobre las poblaciones y las posibles opciones de respuesta efectivas¹⁸⁵. Ha aumentado la literatura sobre los impactos sociales y económicos del cambio climático y sobre las implicaciones para la pobreza y el agravamiento de las desigualdades^{153,161}. Del mismo modo, cada vez hay más evidencia que no solo apunta a la creciente necesidad de financiamiento para el clima y de alinear las inversiones tanto para la mitigación como para la adaptación, sino que también reconocen que, aunque el financiamiento para el clima está aumentando, no está a la altura o al ritmo de esta necesidad. La base de evidencia sobre las opciones de respuesta se ha

ampliado enormemente y los autores se han centrado en las tendencias emergentes y los esfuerzos transversales en vez de intentar representar la vasta literatura sobre opciones de respuesta específicas dentro de varios sectores.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Dada la diversidad de posibles temas de investigación relacionados con el cambio climático, el desarrollo sostenible y la reducción del riesgo de desastres y la recuperación, no existe consistencia profunda en la literatura en cuanto a temas de investigación, geografías, niveles (de local a internacional) y sectores. En algunos casos, los datos siguen siendo limitados en cuanto a escalas y ubicaciones, lo que restringe los tipos de métodos que pueden utilizarse. En otros casos, la naturaleza, el alcance y la efectividad de las respuestas relativas a esta sección siguen estando en sus primeras fases y, por tanto, no presentan una base de evidencia que pueda generar resultados de investigación con los mayores niveles de confianza. Además, la base de evidencia sobre los costos y los beneficios de implementar estrategias de adaptación proactivas es amplia, pero fragmentaria y muy dependiente del contexto.

Descripción de confianza y probabilidad

Existe *confianza alta* en que el cambio climático socave la capacidad del mundo para desarrollarse de forma sostenible, revierta los avances en materia de desarrollo y agrave las desigualdades, y es *muy probable* que ocurra. El cambio climático amenaza la consecución de las Metas de Desarrollo Sostenible para 2030 y es *muy probable* que sus impactos recaigan de manera desproporcionada en las poblaciones pobres, marginadas y subrepresentadas y en los países en desarrollo en particular, lo que plantea problemas de equidad dado que estas personas y países son los que menos han contribuido al cambio climático.

Existe *confianza alta* en que el financiamiento de la lucha contra el cambio climático esté aumentando y es *probable* que ocurra, pero los flujos mundiales siguen estando por debajo de las necesidades. Existe una importante base de literatura que respalda las declaraciones de que el financiamiento de la lucha contra el cambio climático está creciendo, pero no al ritmo de las necesidades actuales, y de que las inversiones proactivas son más costo-efectivas que las reactivas.

Hay menos análisis y evidencia sobre los beneficios de las acciones de mitigación y adaptación a gran escala, lo que lleva a una *confianza media* y una evaluación de *probable* de que el despliegue acelerado de acciones de adaptación y mitigación a escala puede generar beneficios sustanciales para el desarrollo sostenible.

Existe *confianza media* en que la acción climática sea más efectiva cuando se desarrolla conjuntamente y se basa en la equidad, la apropiación local y la gobernanza inclusiva, y es *probable* que ocurra.

Referencias

1. IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2391 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
2. IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, and B. Rama, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
3. IPCC, 2018: *Global Warming of 1.5°C. an IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts To Eradicate Poverty*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1017/9781009157940>
4. GCA, 2019: *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*. Global Commission on Adaptation. https://gca.org/wp-content/uploads/2019/09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf
5. Pulwarty, R., L. Hiebert-Girardet, R.M. Speck, E. Allis, C. Honoré, and J. Stander, 2022: Risk to resilience: Climate change, disasters and the WMO-UNDRR Centre of Excellence. *Bulletin n°*, **71** (1). <https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/risk-resilience-climate-change-disasters-and-wmo-undrr-centre-of-excellence>
6. UNDRR, 2020: *The Human Cost of Disasters: An Overview of the Last 20 Years (2000–2019)*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>
7. GAO, 2015: *Climate Information: A National System Could Help Federal, State, Local, and Private Sector Decision Makers Use Climate Information*. GAO-16-37. U.S. Government Accountability Office, Washington, DC. <https://www.gao.gov/assets/gao-16-37.pdf>
8. Hewitt, C.D., E. Allis, S.J. Mason, M. Muth, R. Pulwarty, J. Shumake-Guillemot, A. Bucher, M. Brunet, A.M. Fischer, A.M. Hama, R.K. Kolli, F. Lucio, O. Ndiaye, and B. Tapia, 2020: Making society climate resilient: International progress under the global framework for climate services. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **101** (2), E237–E252. <https://doi.org/10.1175/bams-d-18-0211.1>
9. OSTP, 2023: *A Federal Framework and Action Plan for Climate Services*. White House Office of Science and Technology Policy. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/ftac_report_03222023_508.pdf
10. IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 582 pp. <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>
11. IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pachauri, R.K. and L.A. Meyer, Eds. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, 151 pp. <http://ipcc.ch/report/ar5/syr/>
12. WMO, 2014: *Climate Services for Supporting Climate Change Adaptation*. WMO-No. 1170. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7936
13. Dinku, T., 2019: Ch. 7. Challenges with availability and quality of climate data in Africa. In: *Extreme Hydrology and Climate Variability*. Melesse, A.M., W. Abtew, and G. Senay, Eds. Elsevier, 71–80. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815998-9.00007-5>
14. Grossi, A. and T. Dinku, 2022: Enhancing national climate services: How systems thinking can accelerate locally led adaptation. *One Earth*, **5** (1), 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.12.007>

15. Pulwarty, R.S. and M.V.K. Sivakumar, 2014: Information systems in a changing climate: Early warnings and drought risk management. *Weather and Climate Extremes*, **3**, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.03.005>
16. UNDRR, 2021: *GAR Special Report on Drought 2021*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland. https://droughtmanagement.info/literature/UN-GAR_Special_Report_on_Drought_2021.pdf
17. Vogel, C., A. Steynor, and A. Manyuchi, 2019: Climate services in Africa: Re-imagining an inclusive, robust and sustainable service. *Climate Services*, **15**, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2019.100107>
18. WMO, 2020: 2020 State of Climate Services: Risk Information and Early Warning Systems. WMO-No. 1252. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. <https://public.wmo.int/en/resources/library/2020-state-of-climate-services-report>
19. Li, H.-M., X.-C. Wang, X.-F. Zhao, and Y. Qi, 2021: Understanding systemic risk induced by climate change. *Advances in Climate Change Research*, **12** (3), 384–394. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2021.05.006>
20. Simpson, N.P., K.J. Mach, A. Constable, J. Hess, R. Hogarth, M. Howden, J. Lawrence, R.J. Lempert, V. Muccione, B. Mackey, M.G. New, B. O'Neill, F.E. Otto, H.-O. Pörtner, A. Reisinger, D. Roberts, D.N. Schmidt, S. Seneviratne, and C.H. Trisos, 2021: A framework for complex climate change risk assessment. *One Earth*, **4** (4), 489–501. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.03.005>
21. Gaupp, F., J. Hall, S. Hochrainer-Stigler, and S. Dadson, 2020: Changing risks of simultaneous global breadbasket failure. *Nature Climate Change*, **10** (1), 54–57. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0600-z>
22. UNDRR, 2019: Ch. 2. Systemic risks, the Sendai Framework and the 2030 agenda. In: *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland, 35–73. <https://gar.undrr.org/report-2019.html>
23. Armstrong McKay, D.I., A. Staal, J.F. Abrams, R. Winkelmann, B. Sakschewski, S. Loriani, I. Fetzer, S.E. Cornell, J. Rockström, and T.M. Lenton, 2022: Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, **377** (6611), 7950. <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>
24. UNDRR, 2022: *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland. <https://www.undrr.org/gar/gar2022-our-world-risk-gar>
25. Hurlbert, M., J. Krishnaswamy, E. Davin, F.X. Johnson, C.F. Mena, J. Morton, S. Myeong, D. Viner, K. Warner, A. Wreford, S. Zakieldeen, and Z. Zommers, 2019: Ch. 7. Risk management and decision making in relation to sustainable development. In: *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Shukla, P.R., J. Skea, E.C. Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J.P. Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, and J. Malley, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 673–800. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.009>
26. UN Inter-agency Task Force on Financing for Development, 2021: *Financing for Sustainable Development Report 2021*. United Nations, New York. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2022/03/2021-Report.pdf>
27. Cheatham, A. and D. Roy, 2022: Central America's Turbulent Northern Triangle. Council on Foreign Relations. <https://www.cfr.org/background/central-americas-turbulent-northern-triangle>
28. Shultz, J.M., R.C. Berg, J.P. Kossin, F. Burkle Jr, A. Maggioni, V.A. Pinilla Escobar, M.N. Castillo, Z. Espinel, and S. Galea, 2021: Convergence of climate-driven hurricanes and COVID-19: The impact of 2020 hurricanes Eta and Iota on Nicaragua. *The Journal of Climate Change and Health*, **3**, 100019. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100019>
29. Sigelmann, L., 2019: The Hidden Driver: Climate Change and Migration in Central America's Northern Triangle. American Security Project, 23 pp. <http://www.jstor.org/stable/resrep19824>
30. Spencer, N. and M.-A. Urquhart, 2018: Hurricane strikes and migration: Evidence from storms in Central America and the Caribbean. *Weather, Climate, and Society*, **10** (3), 569–577. <https://doi.org/10.1175/wcas-d-17-0057.1>
31. The White House, 2021: *Report on the Impact Of Climate Change on Migration*. The White House, Washington, DC, 37 pp. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/10/report-on-the-impact-of-climate-change-on-migration.pdf>

32. Castellanos, E., M.F. Lemos, L. Astigarraga, N. Chacón, N. Cuvi, C. Huggel, L. Miranda, M.M. Vale, J.P. Ometto, P.L. Peri, J.C. Postigo, L. Ramajo, L. Roco, and M. Rusticucci, 2022: Ch. 12. Central and South America. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, and B. Rama, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, 1689–1816. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.014>
33. Mann, M.E., S. Rahmstorf, K. Kornhuber, B.A. Steinman, S.K. Miller, S. Petri, and D. Coumou, 2018: Projected changes in persistent extreme summer weather events: The role of quasi-resonant amplification. *Science Advances*, **4** (10), 3272. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat3272>
34. Mbow, C., C. Rosenzweig, L.G. Barioni, T.G. Benton, M. Herrero, M. Krishnapillai, E. Liwenga, P. Pradhan, M.G. Rivera-Ferre, T. Sapkota, F.N. Tubiello, and Y. Xu, 2019: Ch. 5. Food security. In: *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Shukla, P.R., J. Skea, E.C. Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, and J. Malley, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 437–550. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.007>
35. Brown, M.E., J.M. Antle, P. Backlund, E.R. Carr, W.E. Easterling, M.K. Walsh, C. Ammann, W. Attavanich, C.B. Barrett, M.F. Bellemare, V. Dancheck, C. Funk, K. Grace, J.S.I. Ingram, H. Jiang, H. Maletta, T. Mata, A. Murray, M. Ngugi, D. Ojima, B. O'Neill, and C. Tebaldi, 2015: Climate Change, Global Food Security, and the U.S. Food System. U.S. Department of Agriculture, 146 pp. <https://doi.org/10.7930/j0862dc7>
36. Hallegatte, S., M. Fay, and E.B. Barbier, 2018: Poverty and climate change: Introduction. *Environment and Development Economics*, **23** (3), 217–233. <https://doi.org/10.1017/s1355770x18000141>
37. Osendarp, S., G. Verburg, Z. Bhutta, R.E. Black, S.d. Pee, C. Fabrizio, D. Headey, R. Heidkamp, D. Laborde, and M.T. Ruel, 2022: Act now before Ukraine war plunges millions into malnutrition. *Nature*, **604**, 620–624. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-01076-5>
38. Smith, V.H. and J.W. Glauber, 2020: Trade, policy, and food security. *Agricultural Economics*, **51** (1), 159–171. <https://doi.org/10.1111/agec.12547>
39. Lenton, T.M., S. Benson, T. Smith, T. Ewer, V. Lanel, E. Petykowski, T.W.R. Powell, J.F. Abrams, F. Blomsma, and S. Sharpe, 2022: Operationalising positive tipping points towards global sustainability. *Global Sustainability*, **5**, e1. <https://doi.org/10.1017/sus.2021.30>
40. Liu, J., H. Mooney, V. Hull, S.J. Davis, J. Gaskell, T. Hertel, J. Lubchenco, K.C. Seto, P. Gleick, C. Kremen, and S. Li, 2015: Sustainability. Systems integration for global sustainability. *Science*, **347** (6225), 1258832. <https://doi.org/10.1126/science.1258832>
41. Hill, A., D. Mason, J.R. Potter, M. Hellmuth, B. Ayyub, and J.W. Baker, 2019: Ready for Tomorrow: Seven Strategies for Climate-Resilient Infrastructure. Hoover Institution. <https://www.hoover.org/research/ready-tomorrow-seven-strategies-climate-resilient-infrastructure>
42. Morchain, D., 2021: Progress and Challenges in Achieving Vertical Integration in Adaptation Processes. NAP Global Network. <https://napglobalnetwork.org/wp-content/uploads/2021/09/napgn-en-2021-vertical-integration-in-adaptation-processes.pdf>
43. Scarlett, L. and M. McKinney, 2016: Connecting people and places: The emerging role of network governance in large landscape conservation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **14** (3), 116–125. <https://doi.org/10.1002/fee.1247>
44. Shames, S. and S.J. Scherr, 2019: Achieving Climate Change Adaptation Through Integrated Landscape Management. Global Commission on Adaptation, Rotterdam, Netherlands and Washington, DC, USA. <https://gca.org/reports/achieving-climate-change-adaptation-through-integrated-landscape-management/>
45. Ziervogel, G., P. Satyal, R. Basu, A. Mensah, C. Singh, S. Hegga, and T.Z. Abu, 2019: Vertical integration for climate change adaptation in the water sector: Lessons from decentralisation in Africa and India. *Regional Environmental Change*, **19** (8), 2729–2743. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01571-y>

46. Garcia, C.A., S. Savilaakso, R.W. Verburg, N. Stoudmann, P. Fernbach, S.A. Sloman, G.D. Peterson, M.B. Araújo, J.-F. Bastin, J. Blaser, L. Boutinot, T.W. Crowther, H. Dessard, A. Dray, S. Francisco, J. Ghazoul, L. Feintrenie, E. Hainzelin, F. Kleinschroth, B. Naimi, I.P. Novotny, J. Oszwald, S.A. Pietsch, F. Quétier, B.E. Robinson, M. Sassen, P. Sist, T. Sunderland, C. Vermeulen, L. Wilmé, S.J. Wilson, F. Zorondo-Rodríguez, and P.O. Waeber, 2022: Strategy games to improve environmental policymaking. *Nature Sustainability*, **5** (6), 464–471. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00881-0>
47. Ringsmuth, A.K., I.M. Otto, B. van den Hurk, G. Lahn, C.P.O. Reyer, T.R. Carter, P. Magnuszewski, I. Monasterolo, J.C.J.H. Aerts, M. Benzie, E. Campiglio, S. Fronzek, F. Gaupp, L. Jarzabek, R.J.T. Klein, H. Knaepen, R. Mechler, J. Mysiak, J. Sillmann, D. Stuparu, and C. West, 2022: Lessons from COVID-19 for managing transboundary climate risks and building resilience. *Climate Risk Management*, **35**, 100395. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100395>
48. Busby, J.W., 2022: The politics of climate change. In: *States and Nature: The Effects of Climate Change on Security*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. <https://doi.org/10.1017/9781108957922>
49. DOD, 2021: Department of Defense Climate Risk Analysis. Report Submitted to National Security Council. U.S. Department of Defense, Office of the Undersecretary for Policy, 18 pp. <https://media.defense.gov/2021/oct/21/2002877353/-1/-1/0/dod-climate-risk-analysis-final.pdf>
50. NIC, 2021: Climate Change and International Responses Increasing Challenges to US National Security Through 2040. NIC-NIE-2021-10030-A. National Intelligence Council. https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/assessments/NIE_Climate_Change_and_National_Security.pdf
51. Abel, G.J., M. Brottrager, J. Crespo Cuaresma, and R. Muttarak, 2019: Climate, conflict and forced migration. *Global Environmental Change*, **54**, 239–249. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.12.003>
52. Mach, K.J., C.M. Kraan, W.N. Adger, H. Buhaug, M. Burke, J.D. Fearon, C.B. Field, C.S. Hendrix, J.-F. Maystadt, J. O'Loughlin, P. Roessler, J. Scheffran, K.A. Schultz, and N. von Uexkull, 2019: Climate as a risk factor for armed conflict. *Nature*, **571** (7664), 193–197. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1300-6>
53. von Uexkull, N. and H. Buhaug, 2021: Security implications of climate change: A decade of scientific progress. *Journal of Peace Research*, **58** (1), 3–17. <https://doi.org/10.1177/0022343320984210>
54. Daoudy, M., J. Sowers, and E. Weinthal, 2022: What is climate security? Framing risks around water, food, and migration in the Middle East and North Africa. *WIREs Water*, **9** (3), e1582. <https://doi.org/10.1002/wat2.1582>
55. Dumaine, C., 2022: Adapting to new security realities in a climate-disrupted world. *The Journal of Intelligence, Conflict, and Warfare*, **4** (3), 98–104. <https://doi.org/10.21810/jicw.v4i3.4155>
56. UNDP, 2022: Special Report: New Threats to Human Security in the Anthropocene: Demanding Greater Solidarity. United Nations Development Programme, New York, NY. <https://hs.hdr.undp.org/pdf/sr/hs2022.pdf>
57. Sitati, A., E. Joe, B. Pentz, C. Grayson, C. Jaime, E. Gilmore, E. Galappaththi, A. Hudson, G.N. Alverio, K.J. Mach, M. van Aalst, N. Simpson, P.N. Schwerdtle, S. Templeman, Z. Zommers, I. Ajibade, L.S.S. Chalkasra, P. Umunay, I. Togola, A. Khouzam, G. Scarpa, E.C. de Perez, and Global Adaptation Mapping Initiative Team, 2021: Climate change adaptation in conflict-affected countries: A systematic assessment of evidence. *Discover Sustainability*, **2** (1), 42. <https://doi.org/10.1007/s43621-021-00052-9>
58. Asaka, J.O., 2021: Climate change-terrorism nexus? A preliminary review/analysis of the literature. *Perspectives on Terrorism*, **15** (1), 81–92. <https://www.jstor.org/stable/26984799>
59. Erickson, C., 2020: The climate-corruption connection. *Harvard Political Review*. <https://harvardpolitics.com/the-climate-corruption-connection/>
60. Nest, M., S. Mullard, and C. Wathne, 2020: Corruption and Climate Finance: Implications for Climate Change Interventions. U4 Brief 2020:14. U4 Anti-Corruption Resource Centre, Chr. Michelsen Institute. <https://www.u4.no/publications/corruption-and-climate-finance>
61. NIC, 2021: Global Trends 2040: A More Contested World. NIC 2021-02339. National Intelligence Council. https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/assessments/GlobalTrends_2040.pdf
62. Busby, J.W., 2021: Beyond internal conflict: The emergent practice of climate security. *Journal of Peace Research*, **58** (1), 186–194. <https://doi.org/10.1177/0022343320971019>

63. Hermans, K. and R. McLeman, 2021: Climate change, drought, land degradation and migration: Exploring the linkages. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **50**, 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.04.013>
64. UNGA, 2018: Global Compact for Safe, Orderly and Regular Migration: Intergovernmentally Negotiated and Agreed Outcome. United Nations General Assembly, 34 pp. https://refugeesmigrants.un.org/sites/default/files/180713_agreed_outcome_global_compact_for_migration.pdf
65. OSTP, 2023: Congressionally-mandated report on solar radiation modification. White House Office of Science and Technology Policy, Washington, DC, June 30, 2023. <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/06/30/congressionally-mandated-report-on-solar-radiation-modification/>
66. Biermann, F., J. Oomen, A. Gupta, S.H. Ali, K. Conca, M.A. Hajer, P. Kashwan, L.J. Kotzé, M. Leach, D. Messner, C. Okereke, Å. Persson, J. Potočník, D. Schlosberg, M. Scobie, and S.D. VanDeveer, 2022: Solar geoengineering: The case for an international non-use agreement. *WIREs Climate Change*, **13** (3), e754. <https://doi.org/10.1002/wcc.754>
67. Reynolds, J.L., 2019: Solar geoengineering to reduce climate change: A review of governance proposals. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, **475** (2229), 20190255. <https://doi.org/10.1098/rspa.2019.0255>
68. Abrahams, D. and E.R. Carr, 2017: Understanding the connections between climate change and conflict: Contributions from geography and political ecology. *Current Climate Change Reports*, **3** (4), 233–242. <https://doi.org/10.1007/s40641-017-0080-z>
69. Krampe, F., E.S. Smith, and M.D. Hamidi, 2021: Security implications of climate development in conflict-affected states: Implications of local-level effects of rural hydropower development on farmers in Herat. *Political Geography*, **90**, 102454. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102454>
70. Dabelko, G.D., A. Barnhoorn, N. Bell, D. Bell-Moran, E. Broek, A. Eberlein, A. Gadnert, E. Remling, J. Staudenmann, C. Bogner, K. Eklöv, B. Horn, and K. Kim, 2022: Navigating a Just and Peaceful Transition: Environment of Peace (Part 3). SIPRI, Stockholm, Sweden. <https://doi.org/10.55163/bhyr7656>
71. Scholten, D., M. Bazilian, I. Overland, and K. Westphal, 2020: The geopolitics of renewables: New board, new game. *Energy Policy*, **138**, 111059. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111059>
72. The White House, 2021: Executive Order on America's Supply Chains. The White House, Washington, DC. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/02/24/executive-order-on-americas-supply-chains/>
73. Church, C. and A. Crawford, 2020: Ch. 12. Minerals and the metals for the energy transition: Exploring the conflict implications for mineral-rich, fragile states. In: *The Geopolitics of the Global Energy Transition*. Hafner, M. and S. Tagliapietra, Eds. Springer, Cham, Switzerland, 279–304. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39066-2_12
74. USGS, 2022: Mineral Commodity Summaries 2022. U.S. Geological Survey, 202 pp. <https://doi.org/10.3133/mcs2022>
75. Humphries, M., 2019: Critical Minerals and U.S. Public Policy. CRS Report R45810. Congressional Research Service. <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/r/r45810>
76. DHS, 2021: DHS Strategic Framework for Addressing Climate Change. U.S. Department of Homeland Security. <https://www.dhs.gov/publication/dhs-strategic-framework-addressing-climate-change>
77. DOD, 2021: Department of Defense Climate Adaptation Plan. Report Submitted to National Climate Task Force and Federal Chief Sustainability Officer. U.S. Department of Defense, Office of the Undersecretary of Defense. <https://www.sustainability.gov/pdfs/dod-2021-cap.pdf>
78. DOS, 2021: Climate Adaptation and Resilience Plan. U.S. Department of State, 19 pp. <https://www.sustainability.gov/pdfs/state-2021-cap.pdf>
79. USAID, 2022: Climate Strategy 2022–2030. U.S. Agency for International Development. <https://www.usaid.gov/policy/climate-strategy>
80. Pinson, A.O., K.D. White, S.A. Moore, S.D. Samuelson, B.A. Thames, P.S. O'Brien, C.A. Hiemstra, P.M. Loechl, and E.E. Ritchie, 2020: Army Climate Resilience Handbook. U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC. https://www.asaie.army.mil/public/es/doc/army_climate_resilience_handbook_change_1.pdf

81. Burnett, M. and K.J. Mach, 2021: A “precariously unprepared” Pentagon? Climate security beliefs and decision-making in the U.S. military. *Global Environmental Change*, **70**, 102345. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102345>
82. Garfin, G., D.A. Falk, C.D. O’Connor, K. Jacobs, R.D. Sagarin, A.C. Haverland, A. Haworth, A. Baglee, J. Weiss, J. Overpeck, and A.A. Zuñiga-Terán, 2021: A new mission: Mainstreaming climate adaptation in the US Department of Defense. *Climate Services*, **22**, 100230. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2021.100230>
83. Samaras, C., W.J. Nuttall, and M. Bazilian, 2019: Energy and the military: Convergence of security, economic, and environmental decision-making. *Energy Strategy Reviews*, **26**, 100409. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100409>
84. DOD, 2019: Report to Congress: Department of Defense Arctic Strategy. U.S. Department of Defense, Office of the Under Secretary of Defense for Policy. <https://media.defense.gov/2019/jun/06/2002141657/-1/-1/1/2019-dod-arctic-strategy.pdf>
85. Burke, M., S.M. Hsiang, and E. Miguel, 2015: Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, **527** (7577), 235–239. <https://doi.org/10.1038/nature15725>
86. Diffenbaugh, N.S. and M. Burke, 2019: Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **116** (20), 9808–9813. <https://doi.org/10.1073/pnas.1816020116>
87. AON, 2021: 2021 Weather, Climate and Catastrophe Insight. AON. <https://www.aon.com/getmedia/1b516e4d-c5fa-4086-9393-5e6afb0eeded/20220125-2021-weather-climate-catastrophe-insight.pdf.aspx>
88. Bevere, L. and F. Remondi, 2022: Natural Catastrophes in 2021: The Floodgates are Open. Swiss Re Institute, Zurich, Switzerland. <https://www.swissre.com/institute/research/sigma-research/sigma-2022-01.html>
89. WMO, 2021: WMO Atlas of Mortality and Economic Losses From Weather, Climate and Water Extremes (1970–2019). WMO-No. 1267. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21930#.y437p-zmjqp
90. Botzen, W.J.W., F. Estrada, and R.S.J. Tol, 2021: Methodological issues in natural disaster loss normalisation studies. *Environmental Hazards*, **20** (2), 112–115. <https://doi.org/10.1080/17477891.2020.1830744>
91. Pielke, R., 2021: Economic ‘normalisation’ of disaster losses 1998–2020: A literature review and assessment. *Environmental Hazards*, **20** (2), 93–111. <https://doi.org/10.1080/17477891.2020.1800440>
92. Basel Committee on Banking Supervision, 2021: Climate-Related Risk Drivers and Their Transmission Channels. Bank for International Settlements. <https://www.bis.org/bcbs/publ/d517.pdf>
93. IMPAX Asset Management, 2020: Physical Climate Risks: Designing a Resilient Response to the Inevitable Impact of Climate Change. IMPAX Asset Management Group, 18 pp. https://impaxam.com/wp-content/uploads/2020/09/20200924_physical_climate_risk.pdf
94. Schinko, T., L. Drouet, Z. Vrontisi, A. Hof, J. Hinkel, J. Mochizuki, V. Bosetti, K. Fragkiadakis, D. van Vuuren, and D. Lincke, 2020: Economy-wide effects of coastal flooding due to sea level rise: A multi-model simultaneous treatment of mitigation, adaptation, and residual impacts. *Environmental Research Communications*, **2** (1), 015002. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab6368>
95. Statista, 2023: Foreign Direct Investment Position of the United States Abroad from 2000 to 2022. Statista. <https://www.statista.com/statistics/188571/united-states-direct-investments-abroad-since-2000/>
96. U.S. Census Bureau, 2023: Annual 2022 Press Highlights. U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau. <https://www.census.gov/foreign-trade/statistics/highlights/AnnualPressHighlights.pdf>
97. BEA, 2023: Table 1. U.S. International Trade in Goods and Services: Exports, Imports, and Balances. U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis. <https://www.bea.gov/sites/default/files/2023-09/trad-time-series-0723.xlsx>
98. Mallucci, E., 2020: Natural Disasters, Climate Change, and Sovereign Risk. International Finance Discussion Papers 1291r1. Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, DC. <https://doi.org/10.17016/ifdp.2020.1291r1>
99. Phan, T. and F.F. Schwartzman, 2023: Climate Defaults and Financial Adaptation. Working Paper No. 23–06. Federal Reserve Bank of Richmond. <https://doi.org/10.21144/wp23-06>

100. Liefert, W.M., L. Mitchell, and R. Seeley, 2021: Economic Crises in Foreign Markets Reduce U.S. Agricultural Exports. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2021/april/economic-crises-in-foreign-markets-reduce-us-agricultural-exports/>
101. Swiss Re, 2021: The Economics of Climate Change: No Action Not an Option. Swiss Re Institute. <https://www.swissre.com/dam/jcr:e73ee7c3-7f83-4c17-a2b8-8ef23a8d3312/swiss-re-institute-expertise-publication-economics-of-climate-change.pdf>
102. Cruz, J.-L. and E. Rossi-Hansberg, 2021: The Economic Geography of Global Warming. NBER Working Paper No. 28466. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w28466>
103. Semieniuk, G., E. Campiglio, J.-F. Mercure, U. Volz, and N.R. Edwards, 2021: Low-carbon transition risks for finance. *WIREs Climate Change*, **12** (1), e678. <https://doi.org/10.1002/wcc.678>
104. OECD, 2018: Climate-Resilient Infrastructure. OECD Environment Policy Paper No. 14. Organisation for Economic Co-Operation and Development. <https://www.oecd.org/environment/cc/policy-perspectives-climate-resilient-infrastructure.pdf>
105. Bland, R., A. Granskog, and T. Nauc ler, 2022: Accelerating Toward Net Zero: The Green Business Building Opportunity. McKinsey Sustainability, 8 pp. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/accelerating-toward-net-zero-the-green-business-building-opportunity>
106. OECD, 2022: *Aggregate Trends of Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries in 2013–2020. Climate Finance and the USD 100 Billion Goal*. OECD Publishing, Paris, France, 25 pp. <https://doi.org/10.1787/d28f963c-en>
107. UNEP, 2021: Public-Private Partnerships Could Play Key Role in Combatting Deforestation. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/public-private-partnerships-could-play-key-role-combatting-deforestation>
108. IFC, 2016: Climate Investment Opportunities in Emerging Markets: An IFC Analysis. International Finance Corporation, Washington, DC. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/602971510740408248/pdf/121277-WP-IFC-Climate-Investment-Opportunity-Report-Dec-PUBLIC.pdf>
109. GEF, 2019: Advances in Blended Finance: GEF’s Solutions to Protect the Global Environment. Global Environment Facility, 24 pp. <https://www.thegef.org/publications/advances-blended-finance-gefs-solutions-protect-global-environment>
110. Rode, J., A. Pinzon, M.C.C. Stabile, J. Pirker, S. Bauch, A. Iribarrem, P. Sammon, C.A. Llerena, L. Muniz Alves, C.E. Orihuela, and H. Wittmer, 2019: Why ‘blended finance’ could help transitions to sustainable landscapes: Lessons from the Unlocking Forest Finance project. *Ecosystem Services*, **37**, 100917. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100917>
111. TFA, 2022: Forest-Positive Collective Action for Deforestation-Free Commodities Supply Chains. Tropical Forest Alliance, accessed September 8, 2022. <https://www.tropicalforestalliance.org/>
112. BASE, 2022: The Next-Leap On-Climate: Creating an Enabling Environment for Youth Led Action. BASE. <https://energy-base.org/news/the-next-leap-on-climate-creating-an-enabling-environment-for-youth-led-action/>
113. Makower, J., 2022: State of Green Business 2022. GreenBiz Group, 51 pp. <https://www.greenbiz.com/article/state-green-business-2022>
114. Crick, F., K.E. Gannon, M. Diop, and M. Sow, 2018: Enabling private sector adaptation to climate change in sub-Saharan Africa. *WIREs Climate Change*, **9** (2), e505. <https://doi.org/10.1002/wcc.505>
115. Stenek, V., J.C. Amado, and D. Greenall, 2013: Enabling Environment for Private Sector Adaptation: An Index Assessment Framework. International Finance Corporation, Climate Business Department, Washington, DC. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/climate+business/resources/enabling+environment+for+private+sector+adaptation
116. Tall, A., S. Lynagh, C.B. Vecchi, P. Bardouille, F.M. Pino, E. Shabahat, V. Stenek, F. Stewart, S. Power, C. Paladines, P. Neves, and L. Kerr, 2021: Enabling Private Investment in Climate Adaptation & Resilience. World Bank Group and Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/6219bf23-87e1-5f30-aaf9-30e0cd793ce3>

117. Buchner, B., B. Naran, P. Fernandes, R. Padmanabhi, P. Rosane, M. Solomon, S. Stout, C. Strinati, R. Tolentino, G. Wakaba, Y. Zhu, C. Meattle, and S. Guzmán, 2021: Global Landscape of Climate Finance 2021. Climate Policy Initiative. <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2021/>
118. Naran, B., J. Connolly, P. Rosane, D. Wignarajah, E. Wakaba, and B. Buchner, 2022: Global Landscape of Climate Finance: A Decade of Data 2011–2020. Climate Policy Initiative. <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2022/10/Global-Landscape-of-Climate-Finance-A-Decade-of-Data.pdf>
119. European Commission, n.d.: Carbon Border Adjustment Mechanism [Webpage], accessed May 5, 2023. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en
120. Kuusi, T., M. Björklund, V. Kaitila, K. Kokko, M. Lehmus, M. Mehling, T. Oikarinen, J. Pohjola, S. Soimakallio, and M. Wang, 2020: Carbon Border Adjustment Mechanisms and Their Economic Impact on Finland and the EU. Prime Minister's Office, Helsinki, Finland. <http://urn.fi/urn:isbn:978-952-287-922-6>
121. Climate Action 100+, n.d.: The Business Case [Webpage]. <https://www.climateaction100.org/business-case>
122. KPMG, 2020: The Business Case for Climate Action. KPMG Sustainable Futures, 28 pp. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ie/pdf/2020/01/ie-the-business-case-for-climate-action.pdf>
123. PPG, 2021: The Business Case for Climate Action. Partners in Project Green. https://partnersinprojectgreen.com/resources/the-business-case-for-climate-action/#the_business_case_for_climate_action
124. GFANZ, 2021: The Glasgow Financial Alliance for Net Zero: Our Progress and Plan Towards a Net-Zero Global Economy. Glasgow Financial Alliance for Net Zero. <https://assets.bbhub.io/company/sites/63/2021/11/GFANZ-Progress-Report.pdf>
125. Tiseo, I., 2023: Global Carbon Market Size 2018–2021. Statista. <https://www.statista.com/statistics/1334848/global-carbon-market-size-value/>
126. ADB, 2020: Decoding Article 6 of the Paris Agreement, Version II. Asian Development Bank. <https://doi.org/10.22617/tcs200411-2>
127. Di Leva, C.E. and S. Vaughan, 2021: The Paris Agreement's New Article 6 Rules: The Promise and Challenge of Carbon Market and Non-market Approaches. International Institute for Sustainable Development. <https://www.iisd.org/articles/paris-agreement-article-6-rules>
128. IETA, 2023: The Evolving Carbon Credit Market. International Emissions Trading Association. <https://www.ieta.org/resources/reports/the-evolving-voluntary-carbon-market-paper/>
129. Blaufelder, C., C. Levy, P. Mannion, and D. Pinner, 2021: A Blueprint for Scaling Voluntary Carbon Markets to Meet the Climate Challenge. McKinsey Sustainability, 7 pp. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/a-blueprint-for-scaling-voluntary-carbon-markets-to-meet-the-climate-challenge>
130. EDF and ENGIE Impact, 2021: Trends in the Voluntary Carbon Markets: Where We Are and What's Next. Environmental Defense Fund and ENGIE Impact, 5 pp. <https://www.edf.org/content/trends-voluntary-carbon-market-where-we-are-and-whats-next>
131. Trove Research, 2021: Future Size of the Voluntary Carbon Market. Trove Research, Harpenden, UK, 10 pp. <https://trove-research.com/report/future-size-of-the-voluntary-carbon-market/>
132. TSVC, 2021: Final Report. Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets. https://www.iif.com/portals/1/files/tsvc_report.pdf
133. Carton, W., J.F. Lund, and K. Dooley, 2021: Undoing equivalence: Rethinking carbon accounting for just carbon removal. *Frontiers in Climate*, **3**, 664130. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.664130>
134. Smith, S.M., 2021: A case for transparent net-zero carbon targets. *Communications Earth & Environment*, **2** (1), 24. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00095-w>
135. TCFD, 2022: Support the TCFD: TCFD Supporters Around the World. Task Force on Climate-Related Financial Disclosures. <https://www.fsb-tcfd.org/support-tcfd/>
136. FSOC, 2021: Report on Climate-Related Financial Risk. Financial Stability Oversight Council, Washington, DC. <https://home.treasury.gov/system/files/261/FSOC-Climate-Report.pdf>

137. G7, 2021: Climate and environment ministers' meeting communiqué. *G7 Ministers for Climate and Environment Virtual Meeting*, London, UK, 20–21 May 2021, 27 pp. <http://www.g7.utoronto.ca/environment/2021-g7-climate-environment-communique.pdf>
138. NGFS, 2021: Guide on Climate-Related Disclosure for Central Banks. Network for Greening the Financial System, 38 pp. <https://www.ngfs.net/en/guide-climate-related-disclosure-central-banks>
139. SEC, 2022: The Enhancement and Standardization of Climate-Related Disclosures for Investors. Securities and Exchange Commission, 490 pp. <https://www.sec.gov/rules/proposed/2022/33-11042.pdf>
140. TCFD, 2021: 2021 Status Report. Task Force on Climate-Related Financial Disclosures. https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2021/07/2021-TCFD-Status_Report.pdf
141. Binger, J.A., M. Kraus, M. Leippold, and N. Webersinke, 2022: Cheap talk and cherry-picking: What ClimateBERT has to say on corporate climate risk disclosures. *Finance Research Letters*, **47**, 102776. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102776>
142. Mattison, R., B. Longevialle, B. Bastit, L. Hall, L. Ly, P. Munday, and B. Thomson, 2022: Key Trends That Will Drive the ESG Agenda in 2022. S&P Global. <https://www.spglobal.com/esg/insights/featured/special-editorial/key-esg-trends-in-2022>
143. SBTi, 2022: Science-Based Net-Zero: Scaling Urgent Corporate Climate Action Worldwide. Science Based Targets Initiative. <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTiProgressReport2021.pdf>
144. The Economist, 2022: A broken system needs urgent repairs. *The Economist*, July 21 2022. <https://www.economist.com/special-report/2022/07/21/a-broken-system-needs-urgent-repairs>
145. Kinywamaghana, A.B., 2022: Are SMEs ready for ESG reporting? Opportunities and challenges. *Frankfurt School Blog*. Frankfurt School of Finance and Management. <https://blog.frankfurt-school.de/are-smes-ready-for-esg-reporting-opportunities-and-challenges/>
146. Klusak, P., M. Agarwala, M. Burke, M. Kraemer, and K. Mohaddes, 2021: Rising Temperatures, Falling Ratings: The Effect of Climate Change on Sovereign Creditworthiness. Bennett Institute Working Paper. University of Cambridge, Bennett Institute for Public Policy. <https://www.bennettinstitute.cam.ac.uk/publications/rising-temperatures-falling-ratings/>
147. IIGCC, 2022: Working Towards a Climate Resilience Investment Framework. Institutional Investors Group on Climate Change, London, UK. <https://www.iigcc.org/resources/working-towards-a-climate-resilience-investment-framework>
148. Trabacchi, C., J. Koh, S. Shi, and T. Guelig, 2020: Adaptation Solutions Taxonomy. Cabrera, M.M., Ed. Inter-American Development Bank, 69 pp. <https://doi.org/10.18235/0002556>
149. The Lightsmith Group, 2022: Lightsmith Group Closes Inaugural \$186 Million Growth Equity Climate Fund, the First to Focus on Climate Resilience and Adaptation. The Lightsmith Group, New York, NY. <https://lightsmithgp.com/news-posts/lightsmith-group-closes-inaugural-186-million-growth-equity-climate-fund-the-first-to-focus-on-climate-resilience-and-adaptation/>
150. Anderson, J., 2021: To tackle climate change, take on corruption. *World Bank Blogs*. World Bank Group. <https://blogs.worldbank.org/climatechange/tackle-climate-change-take-corruption>
151. Sperling, L.I., 2021: Whistleblower protection in a systems approach to sustainable development. *Whistleblower Network News*, December 21, 2021. <https://whistleblowersblog.org/opinion/whistleblower-protection-in-a-systems-approach-to-sustainable-development/>
152. Sweeney, G., R. Dobson, K. Despota, and D. Zinnbauer, Eds., 2011: *Global Corruption Report: Climate Change*. Transparency International, London, UK and Washington, DC, 400 pp. https://images.transparencycdn.org/images/2011_GCRclimatechange_EN.pdf
153. Birkmann, J., E. Liwenga, R. Pandey, E. Boyd, R. Djalante, F. Gemenne, W.L. Filho, P.F. Pinho, L. Stringer, and D. Wrathall, 2022: Ch. 8. Poverty, livelihoods and sustainable development. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, and B. Rama, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, 1171–1274. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.010>

154. Obersteiner, M., B. Walsh, S. Frank, P. Havlík, M. Cantele, J. Liu, A. Palazzo, M. Herrero, Y. Lu, A. Mosnier, H. Valin, K. Riahi, F. Kraxner, S. Fritz, and D. van Vuuren, 2016: Assessing the land resource–food price nexus of the Sustainable Development Goals. *Science Advances*, **2** (9), e1501499. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501499>
155. Scobie, M., 2016: Policy coherence in climate governance in Caribbean small island developing states. *Environmental Science & Policy*, **58**, 16–28. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.12.008>
156. Smith, M.R. and S.S. Myers, 2018: Impact of anthropogenic CO₂ emissions on global human nutrition. *Nature Climate Change*, **8** (9), 834–839. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0253-3>
157. Wheeler, T. and J. von Braun, 2013: Climate change impacts on global food security. *Science*, **341** (6145), 508–13. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>
158. Ermolina, M., A. Matveevskaya, and M. Baranuk, 2021: Ch. 20. Climate change and the UN 2030 agenda for sustainable development. In: *Proceedings of Topical Issues in International Political Geography*. Springer, Cham, Switzerland, 226–237. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78690-8_20
159. Fuso Nerini, F., B. Sovacool, N. Hughes, L. Cozzi, E. Cosgrave, M. Howells, M. Tavoni, J. Tomei, H. Zerriffi, and B. Milligan, 2019: Connecting climate action with other Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, **2** (8), 674–680. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0334-y>
160. Sachs, J., C. Kroll, G. Lafortune, G. Fuller, and F. Woelm, 2022: *Sustainable Development Report 2022*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. <https://doi.org/10.1017/9781009210058>
161. Hallegatte, S. and J. Rozenberg, 2017: Climate change through a poverty lens. *Nature Climate Change*, **7** (4), 250–256. <https://doi.org/10.1038/nclimate3253>
162. Atela, J.O., C.H. Quinn, A.A. Arhin, L. Duguma, and K.L. Mbeva, 2017: Exploring the agency of Africa in climate change negotiations: The case of REDD+. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, **17** (4), 463–482. <https://doi.org/10.1007/s10784-016-9329-6>
163. Gereke, M. and T. Brühl, 2019: Unpacking the unequal representation of Northern and Southern NGOs in international climate change politics. *Third World Quarterly*, **40** (5), 870–889. <https://doi.org/10.1080/01436597.2019.1596023>
164. Roger, C. and S. Belliethathan, 2016: Africa in the global climate change negotiations. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, **16** (1), 91–108. <https://doi.org/10.1007/s10784-014-9244-7>
165. Wunder, S., F. Noack, and A. Angelsen, 2018: Climate, crops, and forests: A pan-tropical analysis of household income generation. *Environment and Development Economics*, **23** (3), 279–297. <https://doi.org/10.1017/s1355770x18000116>
166. Dooley, K., C. Holz, S. Kartha, S. Klinsky, J.T. Roberts, H. Shue, H. Winkler, T. Athanasiou, S. Caney, E. Cripps, N.K. Dubash, G. Hall, P.G. Harris, B. Lahn, D. Moellendorf, B. Müller, A. Sagar, and P. Singer, 2021: Ethical choices behind quantifications of fair contributions under the Paris Agreement. *Nature Climate Change*, **11** (4), 300–305. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01015-8>
167. Mattar, S.D., T. Jafry, P. Schröder, and Z. Ahmad, 2021: Climate justice: Priorities for equitable recovery from the pandemic. *Climate Policy*, **21** (10), 1307–1317. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1976095>
168. Carleton, T.A., A. Jina, M.T. Delgado, M. Greenstone, T. Houser, S.M. Hsiang, A. Hultgren, R.E. Kopp, K.E. McCusker, I.B. Nath, J. Rising, A. Rode, H.K. Seo, A. Viaene, J. Yuan, and A.T. Zhang, 2020: Valuing the Global Mortality Consequences of Climate Change Accounting for Adaptation Costs and Benefits. Working Paper 27599. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w27599>
169. IPCC, 2023: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Lee, H. and J. Romero, Eds. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, 184 pp. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
170. O'Neill, B., M. van Aalst, Z. Zaiton Ibrahim, L. Berrang Ford, S. Bhadwal, H. Buhaug, D. Diaz, K. Frieler, M. Garschagen, A. Magnan, G. Midgley, A. Mirzabaev, A. Thomas, and R. Warren, 2022: Ch. 16. Key risks across sectors and regions. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, and B. Rama, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2411–2538. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.025>

171. CFA, 2020: Understanding the Role of Climate Risk Transparency on Capital Pricing for Developing Countries. Findings Report. Climate Finance Advisors, Benefit LLC, Washington, DC. https://climatefinanceadvisors.com/wp-content/uploads/2020/10/FCDO-Report_Findings-Report_11.25.2020.pdf
172. Kornejew, M., J. Rentschler, and S. Hallegatte, 2019: Well Spent: How Governance Determines the Effectiveness of Infrastructure Investments. Policy Research Working Paper 8894. World Bank Group, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31914?locale-attribute=en>
173. Richmond, M., J. Choi, P. Rosane, M. Solomon, B. Tonkonogy, D. Molloy, F. Larrain, and J.J. Rae, 2021: Adaptation Finance in the Context of COVID-19. Global Center on Adaptation and Climate Policy Initiative, 64 pp. <https://gca.org/wp-content/uploads/2021/01/GCA-Adaption-in-Finance-Report.pdf>
174. Williams, S., M. Nitschke, B.Y. Wondmagegn, M. Tong, J. Xiang, A. Hansen, J. Nairn, J. Karnon, and P. Bi, 2022: Evaluating cost benefits from a heat health warning system in Adelaide, South Australia. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, **46** (2), 149–154. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.13194>
175. Philip, P., C. Ibrahim, and C. Hodges, 2022: The Turning Point: A Global Summary. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/gx-global-turning-point-report.pdf>
176. Barakat, S. and S. Milton, 2020: Localisation across the humanitarian-development-peace nexus. *Journal of Peacebuilding & Development*, **15** (2), 147–163. <https://doi.org/10.1177/1542316620922805>
177. Berrang-Ford, L., A.R. Siders, A. Lesnikowski, A.P. Fischer, M.W. Callaghan, et al., 2021: A systematic global stocktake of evidence on human adaptation to climate change. *Nature Climate Change*, **11** (11), 989–1000. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01170-y>
178. Peters, K., L. Langston, T. Tanner, and A. Bahadur, 2016: Resilience Across the Post-2015 Frameworks: Towards Coherence. Overseas Development Institute. <https://odi.org/en/publications/resilience-across-the-post-2015-frameworks-towards-coherence/>
179. Tompkins, E.L., K. Vincent, R.J. Nicholls, and N. Suckall, 2018: Documenting the state of adaptation for the global stocktake of the Paris Agreement. *WIREs Climate Change*, **9** (5), e545. <https://doi.org/10.1002/wcc.545>
180. Werners, S.E., E. Sparkes, E. Totin, N. Abel, S. Bhadwal, J.R.A. Butler, S. Douxchamps, H. James, N. Methner, J. Siebeneck, L.C. Stringer, K. Vincent, R.M. Wise, and M.G.L. Tebboth, 2021: Advancing climate resilient development pathways since the IPCC's Fifth Assessment Report. *Environmental Science & Policy*, **126**, 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.09.017>
181. de Carvalho, G., C. de Coning, and L. Connolly, 2014: Creating an Enabling Peacebuilding Environment: How Can External Actors Contribute to Resilience? The African Centre for the Constructive Resolution of Disputes, 9 pp. <https://www.accord.org.za/publication/creating-an-enabling-peacebuilding-environment/>
182. Spencer, B., J. Lawler, C. Lowe, L. Thompson, T. Hinckley, S.-H. Kim, S. Bolton, S. Meschke, J.D. Olden, and J. Voss, 2017: Case studies in co-benefits approaches to climate change mitigation and adaptation. *Journal of Environmental Planning and Management*, **60** (4), 647–667. <https://doi.org/10.1080/09640568.2016.1168287>
183. Pelling, M., K. O'Brien, and D. Matyas, 2015: Adaptation and transformation. *Climatic Change*, **133** (1), 113–127. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1303-0>
184. Saxena, A., K. Qui, and S.-a. Robinson, 2018: Knowledge, attitudes and practices of climate adaptation actors towards resilience and transformation in a 1.5°C world. *Environmental Science & Policy*, **80**, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.001>
185. Schipper, E.L.F., A. Revi, B.L. Preston, E.R. Carr, S.H. Eriksen, L.R. Fernandez-Carril, B.C. Glavovic, N.J.M. Hilmi, D. Ley, R. Mukerji, M.S.M. de Araujo, R. Perez, S.K. Rose, and P.K. Singh, 2022: Ch. 18. Climate resilient development pathways. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem, and B. Rama, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2655–2807. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.027>
186. Leitch, A.M., J.P. Palutikof, D. Rissik, S.L. Boulter, F.N. Tonmoy, S. Webb, A.C.P. Vidaurre, and M.C. Campbell, 2019: Co-development of a climate change decision support framework through engagement with stakeholders. *Climatic Change*, **153** (4), 587–605. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02401-0>

187. Woodall, L.C., S. Talma, O. Steeds, P. Stefanoudis, M.-M. Jeremie-Muzungaile, and A. de Comarmond, 2021: Co-development, co-production and co-dissemination of scientific research: A case study to demonstrate mutual benefits. *Biology Letters*, **17** (4), 20200699. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0699>
188. Vincent, K., M. Daly, C. Scannell, and B. Leathes, 2018: What can climate services learn from theory and practice of co-production? *Climate Services*, **12**, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2018.11.001>
189. New, M., D. Reckien, D. Viner, C. Adler, S.-M. Cheong, C. Conde, A. Constable, E.C.d. Perez, A. Lammel, R. Mechler, B. Orlove, and W. Solecki, 2022: Ch. 17. Decision-making options for managing risk. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, and B. Rama, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2539–2654. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.026>
190. Singh, C., S. Iyer, M.G. New, R. Few, B. Kuchimanchi, A.C. Segnon, and D. Morchain, 2022: Interrogating ‘effectiveness’ in climate change adaptation: 11 guiding principles for adaptation research and practice. *Climate and Development*, **14** (7), 650–664. <https://doi.org/10.1080/17565529.2021.1964937>
191. CRED, 2009: EM-DAT: The International Disaster Database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, accessed May 5, 2023. <https://www.emdat.be/>
192. Costinot, A., D. Donaldson, and C. Smith, 2016: Evolving comparative advantage and the impact of climate change in agricultural markets: Evidence from 1.7 million fields around the world. *Journal of Political Economy*, **124** (1), 205–248. <https://doi.org/10.1086/684719>
193. Gouel, C. and D. Laborde, 2021: The crucial role of domestic and international market-mediated adaptation to climate change. *Journal of Environmental Economics and Management*, **106**, 102408. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102408>
194. Nath, I., 2021: Climate Change, the Food Problem, and the Challenge of Adaptation through Sectoral Reallocation. Working Paper No. CES-21-29. U.S. Census Bureau, Center for Economic Studies. <https://www.census.gov/library/working-papers/2021/adrm/CES-WP-21-29.html>
195. Alsina-Pujols, M., 2022: Warming with Borders: Climate Refugees and Carbon Pricing. University of Oslo, Department of Economics. <https://www.sv.uio.no/econ/english/research/news-and-events/events/guest-lectures-seminars/job-market/2022/2022-01-25-alsina-pujols.html>