

# Con el calor y el agua al cuello

Nueve caminos hacia un desarrollo  
resiliente al cambio climático



Hipólito Talbot-Wright  
Adrien Vogt-Schilb





# Con el calor y el agua al cuello

Nueve caminos hacia un desarrollo  
resiliente al cambio climático

Hipólito Talbot-Wright  
Adrien Vogt-Schilb



**Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo**

Talbot-Wright, Hipólito.

Con el calor y el agua al cuello: nueve caminos hacia un desarrollo resiliente al cambio climático / Hipólito Talbot-Wright, Adrien Vogt-Schilb.

p. cm. — (Monografía del BID ; 1136)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Climate change mitigation-Latin America. 2. Climate change mitigation-Caribbean Area. 3. Climatic changes-Social aspects-Latin America. 4. Climatic changes-Social aspects-Caribbean Area. 5. Climatic changes-Economic aspects-Latin America. 6. Climatic changes-Economic aspects-Caribbean Area. I. Vogt-Schilb, Adrien. II. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático. III. Título. IV. Serie.

IDB-MG-1136

**CÓDIGOS JEL**

G28, G32, H23, H84, I15, I38, O13, O44, Q25, Q18, Q28, Q48, Q54, Q56, Q58, R48, R58

**PALABRAS CLAVE**

resilience, preparedness, risk management, sustainability, climate finance, climate policy, extreme weather events

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



**Banco Interamericano de Desarrollo**

1300 New York Avenue, N.W.

Washington, D.C. 20577

[www.iadb.org](http://www.iadb.org)

# Agradecimientos

Este documento ha sido redactado por Hipólito Talbot-Wright y Adrien Vogt-Schilb, de la división de Cambio Climático. Es fruto de la colaboración a lo largo del banco. Cada capítulo cuenta con los siguientes autores adicionales:

**CAPÍTULO 1** Valentina Saavedra Gómez, Cambio climático.

**CAPÍTULO 2** Marion Le Pommellec, Medio ambiente, desarrollo rural y administración del riesgo de desastres.

**CAPÍTULO 3** María Pérez-Urdiales, Agua y saneamiento.

**CAPÍTULO 4** Michelle Hallack, Energía.

**CAPÍTULO 5** Agustina Calatayud and Seonhwa Lee, Transporte.

**CAPÍTULO 6** Nora Libertun de Duren, Desarrollo urbano y vivienda

**CAPÍTULO 7** Mariana Alfonso, Cambio climático e Ignacio Astorga, Salud.

**CAPÍTULO 8** Alexandre Bagolle, Protección social.

**CAPÍTULO 9** Marco Buttazzoni, Gestión fiscal y Giovanni Frisari, Conectividad, mercados y finanzas.

Agradecemos a los numerosos colegas del BID que aportaron comentarios constructivos y contribuciones en diversas fases del proyecto, entre ellos Catalina Aguiar, Roberto Aiello, Pablo Angelelli, Lenin Balza, Juan Barreneche, Maria Julia Bocco, Maria Soledad Bos, Sofía del Castillo, Eduardo Cavallo, Juan Pablo Chauvin, René Cortés, Juan José Durante,

Maricarmen Esquivel, Arturo Galindo, Esperanza González, Alfred Grunwaldt, Diego Herrera, Bridget Hoffmann, Ana María Ibáñez, José Luis Irigoyen, Estefanía Jiménez, Rudy Loo-Kung, Sergio Lacambra, Benoit Lefèvre, Sebastián Miller, Raúl Muñoz, Alejandra París, Daniel Pecina, Claudio Osorio, Andrew Powell, Lina Salazar, Cezar Ramos Santos, Tomas Serebrisky, Ana Ríos, Manuel Rodríguez, Joan Prats, Niels van Eybergen, Alex Vasa, Graham Watkins, Gregory Watson y Hongrui Zhang.

También agradecemos las ideas y sugerencias de Maritza Jadrijevic (Ministerio de Medio Ambiente de Chile), Pilar Moraga (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia), Illan Noy (Universidad Victoria de Wellington), Sussan Roth y Arghya Sinha Roy (Banco Asiático de Desarrollo), Andrés Píca-Téllez (SSG), un revisor anónimo y Marc Estevadeordal.

Edición de Rita Funaro y Steven Ambrus. Traducción al castellano por Adriana Cantor.

Todas las decisiones editoriales y los errores restantes son de los autores.

Diseño por Sergio Moreno, ilustraciones por Daniela Hernández [@danielailustra](https://www.instagram.com/danielailustra).

Este proyecto fue financiado por el programa de Trabajo Económico y Sectorial del BID (RG-E1798)

Cita sugerida: Talbot-Wright, Hipólito, Vogt-Schilb, Adrien, 2023. Con el calor y el agua al cuello: nuevos caminos hacia un desarrollo resiliente al cambio climático. Banco Interamericano de Desarrollo.



# Prólogo



Este año ha sido el más caluroso del que se tenga registro, con temperaturas que por primera vez han rebasado en más de 1,4 °C los promedios preindustriales. Las olas de calor, las sequías, los incendios forestales, los huracanes, las inundaciones, los des-

prendimientos de tierra y las epidemias, por nombrar solo algunos desastres, están teniendo enormes repercusiones. Solo en América Latina y el Caribe, estamos sufriendo las consecuencias en miles de vidas perdidas y retrocesos significativos en el crecimiento económico y la salud fiscal. Los más afectados son los países más pobres, los hogares de más bajos recursos y las comunidades ya marginadas.

Es urgente reducir cuanto antes los gases de efecto invernadero: solo lograremos la estabilidad climática cuando alcancemos las cero emisiones netas. La transición hacia una economía neutra en carbono, lejos de ser un sacrificio, traerá la prosperidad y el crecimiento económico que tanto se necesitan. Pero, independientemente de nuestras acciones, las repercusiones del clima ya están aquí y seguirán empeorando durante décadas. La adaptación es esencial.

La buena noticia es que la evidencia demuestra que la adaptación es posible. A lo largo de los siglos, los asentamientos humanos han prosperado bajo una gran variedad de climas. El desafío para los gobiernos es que deben impulsar cambios estructurales en apenas unas décadas y perseguir un objetivo en movimiento. Al fin y al cabo, es imposible predecir cómo afectarán los cambios globales el clima local.

Este libro pretende facilitar el diseño de la política de adaptación. En él se proporcionan herramientas que permiten a los gobiernos coordinar mejor sus acciones para que cada agencia tenga claro cómo afecta el cambio climático su mandato, cuáles son las soluciones en cada sector y qué puede hacer el gobierno en materia de adaptación, ya sea directamente o potenciando los esfuerzos del sector privado. El libro hace énfasis en que la adaptación requiere que todos adoptemos medidas, desde los hogares y las empresas hasta cada uno de los segmentos y niveles del gobierno.

Hay una amplia gama de soluciones disponibles. Como señalamos en el libro, una de ellas es reducir la exposición de la infraestructura y las comunidades, situándolas o reubicándolas lejos del peligro o protegiéndolas, ya sean con ladrillo y mortero o aprovechando el poder de las soluciones basadas en la naturaleza, como los parques urbanos y los humedales.

Adaptarnos no significa eliminar todos los riesgos. Ninguna inversión puede eliminar completamente el riesgo de un desastre natural. Por el contrario, adaptarnos también quiere decir aumentar la resiliencia. Necesitamos preparar con antelación planes de evacuación y de continuidad de las actividades. Necesitamos almacenar reservas de medicamentos esenciales y materiales de reconstrucción. Necesitamos garantizar diversas fuentes de agua y energía. Necesitamos redundancia en el transporte y las telecomunicaciones para garantizar la disponibilidad de los servicios de infraestructura esenciales. Invertir en sistemas de alerta temprana es la forma más rentable de salvar vidas, ya que permite a los gobiernos anticiparse a los desastres, informar a la población y ayudarla a actuar.

El cambio climático, además de provocar trastornos económicos y sociales generalizados, afectará de manera desproporcionada a las comunidades marginadas. Una adaptación eficaz exige, por tanto, mejorar la inclusión financiera. También requiere programas de protección social más flexibles que puedan responder a los fenómenos meteorológicos extremos. Resulta fundamental dirigir las ayudas específicamente a los hogares excluidos. Por ejemplo, los asentamientos informales se beneficiarían enormemente de un mejor diseño de las viviendas y de materiales más resistentes. Sin embargo, los códigos de construcción no suelen cumplirse en ese tipo de lugares. Los gobiernos deben subsanar estas deficiencias, diseñando planes en consulta con todas las partes interesadas e insistiendo en que se atiendan las necesidades de las personas más desfavorecidas.

Las soluciones dependerán del contexto local. Cada país y cada municipio tiene prioridades y estrategias de desarrollo coherentes con sus compromisos externos. Los planes de adaptación deben partir de un análisis del riesgo y la vulnerabilidad con un enfoque territorial. Nuestra esperanza con este libro es ayudar a diseñar esos planes con base en conocimientos estratégicos actualizados.

**Graham Watkins**

Jefe de la División de Cambio Climático  
Banco Interamericano de Desarrollo

# Autores

## **Hipólito Talbot-Wright**

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## **Adrien Vogt-Schilb**

ECONOMISTA SENIOR DE CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)



## RESUMEN EJECUTIVO

# Con el calor y el agua al cuello: nueve caminos hacia un desarrollo resiliente al cambio climático

Mientras escribimos estas líneas, 2023 va camino de convertirse en el año más cálido jamás registrado, alcanzando por primera vez 1,4°C por encima de los promedios preindustriales. El fuerte fenómeno de El Niño de este año se ha sumado al impacto del calentamiento global para mostrarnos cómo podría ser el futuro. Los incendios forestales han quemado 363.000 hectáreas en Chile, causando en apenas 72 horas cerca de 3.000 millones de dólares en pérdidas y enormes daños. Las fuertes lluvias han destruido 50.000 viviendas en Perú, mientras una ola de calor exacerba la epidemia de dengue, infectando a 150.000 personas y causando la muerte de 400. Los desprendimientos de tierras provocados por las lluvias torrenciales en Haití han perjudicado a una de cada cinco comunidades, matando a 48 personas y provocando la pérdida de 3.000 cabezas de ganado y 30.000 hectáreas de tierras de cultivo, al tiempo que han aumentado los casos de cólera.

No cabe duda de que la adaptación es una prioridad, y este libro muestra cómo puede lograrse. El libro comienza con una observación: aunque existen soluciones técnicas, los conocimientos están dispersos en informes técnicos que se centran cada uno en un tema diferente, como la adaptación del sector eléctrico a las tormentas invernales o la mejora de las prácticas agrícolas ante el aumento de las temperaturas y las sequías. Las publicaciones que ofrecen una visión general sobre la adaptación tienden a ofrecer un marco conceptual o ejemplos de iniciativas dispersas. Nuestro objetivo aquí es explicar de manera sencilla pero sistemática por qué el cambio climático es un problema, qué soluciones pueden aplicarse y qué pueden hacer los gobiernos para ayudar. Intentamos escribir de una forma accesible y atractiva para un amplio público de responsables políticos, analistas y ciudadanos preocupados por el cambio climático.

El libro está organizado en nueve capítulos. Seis de ellos se centran en un sistema específico: los alimentos y la biodiversidad (que están vinculados porque a menudo compiten por la tierra), el agua, la energía, el transporte, las ciudades y la salud. Cada capítulo explica cómo el cambio climático es una amenaza, enumera soluciones de adaptación y sugiere intervenciones gubernamentales para habilitar la transición hacia una economía resiliente al cambio climático. Tres otros capítulos presentan cuestiones que deben tenerse en cuenta en todos los sectores: la gestión del riesgo de desastres y las técnicas de apoyo a la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, las implicaciones sociales del cambio climático y los aspectos fiscales y financieros de la política de adaptación. Hemos dado prioridad a los ejemplos de América Latina y el Caribe, pero esperamos que el libro, y cada capítulo individualmente, sean de interés para un público global.

# Los riesgos climáticos amenazan vidas y prosperidad

Las temperaturas globales seguirán aumentando mientras los países emitan gases de efecto invernadero a la atmósfera. Las proyecciones actuales pintan un panorama sombrío, ya que se prevé que las temperaturas aumenten más de 2°C o incluso 2,5°C a finales de siglo si los países no actúan con más decisión para alcanzar una economía neutra en carbono en 2050.

## Una película a cámara lenta con una banda sonora trepidante

El calentamiento del clima conlleva cambios graduales y choques violentos. Los cambios graduales incluyen impactos que se acumulan con el tiempo, como el aumento de las temperaturas promedio y del nivel del mar, los cambios en los patrones de precipitaciones, la acidificación de los océanos, el deshielo de los glaciares, la migración de especies y la pérdida de biodiversidad. Los choques violentos incluyen fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor, y otros desastres como pandemias, invasiones de plagas, incendios forestales y desprendimientos de tierra.

El cambio climático puede exacerbar los peligros existentes o llevarlos a nuevas zonas. Por ejemplo, los cambios en las precipitaciones y el deshielo de los glaciares pueden traer inseguridad hídrica y un mayor riesgo de sequía a lugares que solían tener agua en abundancia. Algunas zonas costeras que ya están preparadas para las inundaciones pueden sufrir las con más frecuencia y enfrentarse a marejadas ciclónicas más altas.

Una forma útil de analizar los riesgos que conlleva el cambio climático es descomponerlos en peligro, exposición y vulnerabilidad ([Capítulo 1](#)). El peligro es la amenaza climática, la exposición es la condición de estar situado en zonas amenazadas, y la vulnerabilidad determina la gravedad del impacto en los activos y hogares expuestos. Por ejemplo, el aumento del nivel del mar es un peligro, las ciudades costeras están expuestas y la calidad de las infraestructuras determina la vulnerabilidad.

## Predecir es muy difícil, especialmente si es sobre el futuro

El cambio climático también conlleva una profunda *incertidumbre*, una situación que se genera cuando los responsables de la toma de decisiones y las partes interesadas no saben o no pueden ponerse de acuerdo sobre la probabilidad de los distintos escenarios. En nuestro caso, la incertidumbre profunda surge porque los impactos locales del cambio climático son imposibles de predecir ([Capítulo 1](#)). La misma dinámica atmosférica que nos hace imposible predecir el clima con una semana de antelación en nuestra ciudad natal, nos hace imposible predecir cuánta lluvia cabe esperar en Valparaíso en 2040, cuál será la duración de la temporada del cultivo de frijoles en Colombia en 2045 o qué incidencia tendrán las olas de calor en Ciudad de México en 2050.

El registro histórico ya no es una buena imagen del peligro actual y futuro. En la mayoría de los lugares, los modelos climáticos ni siquiera se ponen de acuerdo sobre si lloverá más o menos dentro de 30 años. Solo lo sabremos con certeza después de los hechos. Además, el cambio climático en sí no es el único factor incierto. Las tendencias tecnológicas, sociales y económicas son igualmente inciertas y desempeñan un papel clave en la configuración de la exposición y la vulnerabilidad a los impactos climáticos. Por lo tanto, la adaptación debe tener en cuenta muchos futuros climáticos posibles y dar prioridad a opciones flexibles y poco arriesgadas que funcionen en todos ellos.

## Pérdidas económicas y sociales

El cambio climático provoca pérdidas económicas al destruir activos, interrumpir la prestación de servicios y reducir la productividad. Por ejemplo, el clima desfavorable y la migración de especies destruyen los ecosistemas y disminuyen la productividad de la agricultura. En Sudamérica, la duración promedio de la temporada de cultivo de alimentos básicos clave como el trigo y el maíz ya ha disminuido entre un 1,6% y un 2,5% ([Capítulo 2](#)). El aumento del nivel del mar engulle destinos turísticos como hoteles y playas. En el Caribe, la afluencia de turistas se reduce en un tercio tras los huracanes ([Capítulo 2](#)).

Los fenómenos meteorológicos extremos interrumpen o disminuyen la productividad de los servicios esenciales de infraestructura. En Lima, Perú, las fuertes lluvias y los consiguientes desprendimientos de tierra en 2017 llenaron los ríos de lodo, obligando a cerrar la principal planta de tratamiento de agua y cortando el suministro de agua a la ciudad ([Capítulo 3](#)). En toda América Latina y el Caribe, las sequías amenazan con secar los embalses de las centrales hidroeléctricas y obligan a apagar las centrales de gas natural que no pueden refrigerarse. Los incendios forestales cortan las líneas eléctricas, mientras que las olas de calor aumentan la demanda de aire acondicionado ([Capítulo 4](#)).

Cuando las infraestructuras resultan dañadas, el mayor problema es la pérdida del servicio. En la República Dominicana, los huracanes, las crecidas de los ríos, los terremotos y los tsunamis causan alrededor de un millón de dólares al año en daños a la red, pero las pérdidas para los usuarios, medidas valorando el tiempo perdido por las interrupciones, son casi tres veces mayores ([capítulo 5](#)). Una preocupación clave surge cuando las condiciones meteorológicas obstruyen el acceso a infraestructuras esenciales, como los puertos utilizados para exportar mercancías o importar materiales de reconstrucción.

La mayor parte de los impactos del cambio climático se dejarán sentir en las ciudades ([Capítulo 6](#)). La mayoría de la población de América Latina y el Caribe vive en ciudades, y es en las ciudades donde se concentra la riqueza de la región. El rápido éxodo rural que han experimentado la mayoría de los países de la región significa que la población urbana ha pasado del 50% de la población total en 1960 al 81% en 2020. Por desgracia, gran parte de esta migración rural ha sido absorbida por asentamientos informales,

situados en colinas escarpadas, riberas de ríos o zonas costeras propensas a desprendimientos de tierras e inundaciones; que contienen viviendas mal diseñadas y construidas con materiales de calidad inferior que no pueden resistir los huracanes; y con escaso acceso a servicios públicos como la recogida de basuras y la extinción de incendios, lo que expone a sus habitantes al peligro de conflagraciones.

El cambio climático también tiene repercusiones sobre la salud ([Capítulo 7](#)). En una Sudamérica que envejece y se calienta, las víctimas relacionadas con el calor aumentaron un 160% entre 2000 y 2021. El estrés térmico también reduce la productividad y ya ha provocado una epidemia de enfermedades renales en América Central. La pérdida de cosechas y las sequías acarrearán malnutrición y enfermedades. Entre 2030 y 2050, 95.000 niños podrían morir anualmente de desnutrición inducida por el cambio climático. La migración de insectos también es un problema: la idoneidad climática del dengue en Sudamérica aumentó un 35% entre 1951 y 2021.

Por último, el cambio climático agrava la desigualdad y la pobreza ([Capítulo 8](#)). Los hogares pobres tienden a tener viviendas más endeblas, viven en zonas de mayor riesgo y, cuando se les niega el acceso a cuentas bancarias, invierten la mayor parte de sus ahorros en activos vulnerables a los impactos al cambio climático, como el ganado. Cuando el huracán Mitch azotó Honduras, la quinta parte más pobre de los hogares perdió el 18% de sus activos, frente a solo el 3% del quintil más alto. Los hogares más pobres también tienen menos capacidad para hacer frente a las pérdidas; al tener pocos gastos suntuarios que recortar, pueden verse empujados a abandonar el sistema educativo, posponer tratamientos médicos o reducir la ingesta de alimentos.

## Igual, pero diferente: soluciones comunes de adaptación

Es necesario actuar de inmediato para evitar consecuencias devastadoras y garantizar que todos, independientemente de su estatus socioeconómico, puedan adaptarse y prosperar en un mundo cambiante. Aunque cada sector económico y cada lugar son diferentes, nuestra revisión revela tipos de soluciones comunes en todos los sectores.

### Identificar los peligros y reducir la exposición

La primera solución común es reducir la exposición a los impactos del cambio climático, ya que algunas zonas se verán más afectadas que otras. Por ejemplo, las regiones costeras o las zonas cercanas a ríos y lagos son más propensas a las inundaciones que las zonas alejadas de esos lugares. Adaptarse significa evitar estas zonas expuestas o trasladarse a otras más seguras.

Identificar los peligros (o amenazas) es un requisito previo esencial. Aunque los impactos climáticos no pueden predecirse con certeza, las simulaciones numéricas y las deliberaciones con las partes interesadas locales son clave para anticipar qué zonas podrían verse expuestas a los elementos.

### Protección de zonas valiosas

Retirarse de las zonas de riesgo no siempre es posible o deseable. Las zonas expuestas pueden tener bienes importantes o ser de interés cultural, y el traslado a través de migraciones masivas conlleva otros retos. Proteger las zonas expuestas es, por tanto, crucial. La construcción de infraestructuras grises es una forma de hacerlo, por ejemplo, mediante diques y malecones. Las soluciones basadas en la naturaleza, también conocidas como infraestructuras verdes, a menudo son alternativas rentables: los manglares pueden romper las olas, los parques pueden proporcionar amortiguadores contra las inundaciones y los desprendimientos de tierra, y los árboles urbanos reducen sustancialmente las temperaturas durante las olas de calor, todo ello a la vez que proporcionan servicios culturales y promueven la biodiversidad. Las soluciones grises y verdes funcionan mejor juntas: en

Asunción (Paraguay), los humedales restaurados y las infraestructuras de drenaje mejoradas protegen 1.500 viviendas contra las inundaciones ([Capítulo 6](#)).

### Llame al ingeniero: reforzar las estructuras y mejorar la eficacia

La reubicación y la protección no eliminarán el riesgo. Diseñar estructuras más fuertes e inteligentes es clave para reducir los daños cuando los impactos se materialicen. Por ejemplo, se pueden seguir normas más estrictas para la construcción de carreteras, utilizar materiales más resistentes, incluir más alcantarillas y contar con una pendiente más pronunciada que las proteja de las crecientes lluvias y de los riesgos de desprendimientos de tierra ([Capítulo 5](#)). En el sector alimentario, las soluciones técnicas para preservar los rendimientos incluyen el cambio a cultivos resistentes al calor, la mejora de los sistemas de riego y la construcción de embalses ([Capítulo 2](#)).

Mejorar la eficiencia también es vital. Las opciones de diseño que utilizan menos agua, tierra o energía moderan la presión que el cambio climático ejerce sobre estos recursos. Por ejemplo, las casas mejor aisladas necesitan menos aire acondicionado durante las olas de calor, lo que ayuda al sistema energético a hacer frente a la situación ([Capítulo 6](#)). En el sistema alimentario, reducir los residuos y las pérdidas, que actualmente afectan hasta al 30% de la producción alimentaria mundial, es una forma de mejorar la eficiencia.

### Diversificación, redundancia y descentralización

La adaptación es más eficaz a nivel del sistema. Los conceptos clave aquí son la diversificación, la descentralización y la redundancia. Diversificación significa establecer fuentes alternativas de bienes y servicios, como abastecerse de agua a partir de una cartera de soluciones que incluya embalses, aguas subterráneas, plantas desalinizadoras, humedales restaurados o mantenidos y aguas grises recicladas ([Capítulo 3](#)). Del mismo modo, las granjas que producen múltiples alimentos y aprovechan

las propiedades repelentes de algunas plantas son menos vulnerables que los monocultivos a la devastación por plagas. En Colombia, Nicaragua y Honduras se podría mejorar la seguridad alimentaria al complementar cultivos tradicionales como la soja, el trigo y el maíz con la mandioca y el ñame ([Capítulo 2](#)).

La descentralización significa distribuir geográficamente las infraestructuras y los servicios críticos, reduciendo en el proceso los fallos de un solo punto. Por ejemplo, los paneles solares y las turbinas eólicas diseminados por un territorio tienen menos probabilidades de inundarse todos al mismo tiempo que una sola central eléctrica de carbón ([Capítulo 4](#)). Con las redundancias, múltiples partes del sistema sirven para fines similares y proporcionan soluciones de respaldo, por ejemplo, cuando se dispone de múltiples rutas y medios de transporte para conectar los barrios residenciales con los puestos de trabajo, los centros de salud y el ocio ([Capítulo 5](#)).

### **Estar prevenido vale por dos: fomentar la resiliencia**

No todos los riesgos son evitables. Adaptarse también significa prepararse para los desastres antes de

que se produzcan y aumentar la resiliencia, que es la capacidad de hacer frente a los acontecimientos adversos y recuperarse de ellos ([Capítulo 1](#)). Gracias a los planes de vigilancia, alerta temprana y respuesta, los hogares, las empresas y las autoridades pueden alejar los objetos de valor de las zonas inundables. Pueden reforzar ventanas y puertas antes de un huracán, preparar rutas alternativas para adquirir insumos o suministrar productos, o evacuar antes de que se acerque un incendio forestal. La vigilancia de las tendencias climáticas también permite a los profesionales de la salud identificar y responder a nuevas enfermedades para la salud y a los agricultores elegir mejores cultivos para plantar ([Capítulo 7](#)).

Prepararse para la reconstrucción es clave. Ahorrar a través de instituciones financieras y contratar seguros permite a los hogares y a las empresas financiar las reparaciones tras un desastre ([Capítulo 9](#)). Mantener reservas de piezas críticas, medicinas y materiales de reconstrucción es importante en algunas industrias. Y proporcionar a los hogares protección social, como transferencias de efectivo, y acceso a servicios de salud y saneamiento significa que dispondrán de una red de seguridad si se ven afectados por los impactos del cambio climático ([Capítulo 8](#)).

## **El papel del gobierno**

Para hacer frente a los retos que plantea el cambio climático, los gobiernos necesitan utilizar una serie de instrumentos políticos. De hecho, mientras que muchas adaptaciones técnicas pueden ser aplicadas directamente por un gobierno, muchas otras requieren la implicación del sector privado, quien actúa de acuerdo con la política gubernamental.

### **Zonificación y normas**

La zonificación desempeña un papel crucial en la reducción de la exposición a los impactos del cambio climático. En Barbados, no se pueden construir edificios a menos de 30 metros de la marca de pleamar, evitando así las zonas expuestas a la erosión y las inundaciones ([Capítulo 6](#)). La zonificación también sirve para proteger la naturaleza, salvaguardar las

funciones ecológicas críticas y promover soluciones basadas en la naturaleza ([Capítulo 2](#)). Un ejemplo es la restauración de manglares en las zonas costeras tropicales, lo que reduce los riesgos de inundación para las nuevas urbanizaciones. En Medellín, el gobierno plantó parques urbanos en las laderas de las montañas para evitar los asentamientos informales, reducir el riesgo de desprendimientos de tierra y proporcionar ocio local.

Las normas pueden utilizarse para exigir el uso de adaptaciones esenciales. Los códigos de construcción suelen exigir que las estructuras puedan soportar determinados vientos, temperaturas o lluvias extremas. Las normativas del ministerio de energía pueden dictar la construcción de refuerzos alrededor de las centrales eléctricas para soportar las inundaciones ([Capítulo 4](#)). Imponer auditorías periódicas

puede ayudar a garantizar un mantenimiento adecuado de las carreteras y puentes ([Capítulo 5](#)). La normativa laboral es clave para adaptarse a las condiciones laborales, por ejemplo, prohibiendo el trabajo al aire libre durante las horas de más calor o haciendo obligatoria la ropa especial, la protección solar y el acceso al agua potable ([Capítulo 7](#)).

### **El palo y la zanahoria: instrumentos económicos**

Los gobiernos también disponen de instrumentos económicos para promover la adaptación. Entre ellos se encuentran los subsidios, los impuestos, las tarifas y las subvenciones. Por ejemplo, las tarifas del agua pueden diseñarse para promover la conservación y financiar a las empresas de servicios públicos ([Capítulo 3](#)). Las subvenciones gubernamentales pueden proporcionar financiación directa para que las empresas eléctricas refuercen la red o inviertan en baterías para evitar apagones cuando se produzcan fenómenos meteorológicos extremos ([Capítulo 4](#)). Los impuestos por congestión en los centros urbanos pueden utilizarse para promover ciudades densas y más adaptables ([Capítulo 5](#)).

También es esencial reformar los subsidios a la agricultura y la energía. Los gobiernos gastan casi 540.000 millones de dólares al año en todo el mundo para apoyar la agricultura, y se ha descubierto que el 87% de esas ayudas son ineficaces y poco equitativas. Además, este apoyo genera riesgos para la salud relacionados con el impacto de la agricultura en el medio ambiente e incentiva dietas poco saludables ([Capítulo 2](#)). En 2020, los países de América Latina y el Caribe gastaron 60.000 millones de dólares, es decir, el 1,3% del PIB, en subsidios a los combustibles fósiles. Más allá de su impacto como incentivos, estos suponen una carga para las finanzas públicas; reformarlos al tiempo que se protege a los hogares pobres y a las empresas vulnerables debería ser una prioridad ([Capítulo 9](#)).

### **El valor de los datos y la capacitación**

Recopilar y publicar datos y previsiones en tiempo real es crucial para ayudar a los tomadores de decisiones a prepararse para los fenómenos meteorológicos extremos. Los sistemas de alerta temprana que dan instrucciones accionables directamente a la población (como los mensajes de texto que indican a la gente que abandone urgentemente una zona de inundación repentina) son una de las formas más eficaces de salvar vidas. Los gobiernos deberían invertir en la tecnología y las habilidades necesarias para proporcionar este servicio esencial. Las previsiones meteorológicas a largo plazo también son importantes, por ejemplo, para ayudar a los agricultores a ajustar sus cultivos estacionales si se prevé una sequía.

Los gobiernos también deben realizar y publicar evaluaciones del impacto y la vulnerabilidad al cambio climático que anticipen cómo este último afectará las actividades económicas o el medio ambiente a nivel local. Y deben establecer programas de educación y formación específicos para cada sector y lugar con el fin de desarrollar la capacidad de adaptación de sus agencias, gobiernos subnacionales y sector privado.

Los organismos gubernamentales y el sector privado tienen que hacer frente a una gran incertidumbre en su toma de decisiones. Para ello, pueden explorar diferentes escenarios, buscar opciones “sin arrepentimiento” que funcionen bien en múltiples condiciones y generar planes que incorporen la capacidad de ajustar el rumbo a medida que se disponga de nueva información ([Capítulo 1](#)). Formar a los responsables de la toma de decisiones, a los funcionarios y al mundo académico para que utilicen estas herramientas es una parte importante de la combinación de políticas de adaptación del gobierno.

# Reunir a las partes interesadas

El cambio climático se manifiesta de forma diferente en cada lugar y afecta al mismo tiempo a todos los sectores económicos con implicaciones sociales y financieras. Por ello, las estrategias de adaptación deben crearse aunando las perspectivas de todos los actores afectados a nivel territorial.

## El enfoque territorial

La fragmentación institucional es un reto importante a la hora de diseñar una política de adaptación. La acción coordinada es compleja porque la experiencia, las responsabilidades y el poder de decisión están distribuidos entre varios actores privados y públicos y entre agencias que dependen de más de un ministerio. Por ejemplo, la respuesta del gobierno a una sequía grave puede depender de las políticas de agua, agricultura, salud y medio ambiente.

Los planes de adaptación deben promover la coordinación entre los actores y clarificar la responsabilidad en cuanto a quién debe actuar sobre qué. Los principales instrumentos de planificación para la adaptación son las leyes sobre el cambio climático y los planes de adaptación. En Chile, la Ley Marco de Cambio Climático delega la responsabilidad de actuar frente al cambio climático en los ministerios competentes, exigiéndoles que desarrollen planes de adaptación para sus respectivos sectores. Los planes de adaptación deben diagnosticar los riesgos, identificar las soluciones y responsabilizar a los organismos gubernamentales para que actúen. Los gobiernos también deben esforzarse por integrar la planificación de la adaptación en otros instrumentos de planificación, como los planes de desarrollo sectorial y las contribuciones determinadas a nivel nacional que comunican a la ONU en el marco del Acuerdo de París.

Los gobiernos también deben considerar el cambio climático a nivel territorial. Un enfoque territorial garantiza que se tengan en cuenta las realidades locales y que las políticas sectoriales se adapten a las necesidades específicas de cada lugar. Esto significa capacitar a los gobiernos y administraciones locales para que identifiquen sus propias necesidades y definan sus políticas de adaptación. Es crucial promover la participación ciudadana, consultar con

las comunidades locales e implicar a todas las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones para garantizar que los grupos marginados y vulnerables tengan voz.

## Adaptar las finanzas para financiar la adaptación

Las políticas fiscales bien diseñadas también tienen un papel que desempeñar en la adaptación ([Capítulo 9](#)). Las intervenciones gubernamentales dependen de la asignación de recursos presupuestarios para financiar infraestructuras públicas y ofrecer incentivos financieros, como subvenciones o recortes fiscales. Al mismo tiempo, los propios presupuestos públicos son vulnerables al cambio climático. Los desastres naturales y las operaciones de socorro cuestan dinero. En la región, sufrir al menos un fenómeno meteorológico extremo al año aumenta el déficit fiscal entre un 0,8% y un 0,9% del PIB. La mayoría de los fondos públicos procederán del presupuesto general, pero los gobiernos también pueden utilizar créditos contingentes, bonos verdes y reformas fiscales verdes para gestionar el riesgo climático y financiar la adaptación.

El sistema financiero y bancario también es vulnerable. El cambio climático puede crear activos varados (o abandonados), por ejemplo, si el nivel del mar sube lo suficiente como para engullir un costoso complejo turístico ([Capítulo 9](#)). Los activos varados podrían provocar pérdidas en cascada que se transmiten y amplifican por todo el sistema financiero. Proporcionar evaluaciones definitivas de la preparación climática del sistema es un reto debido a la opacidad de la exposición al riesgo de las instituciones financieras, las complejas conexiones dentro del sistema financiero, las dificultades para predecir los impactos climáticos y las reacciones del mercado, así como la limitada disponibilidad de datos. Los gobiernos deberían ordenar evaluaciones de los riesgos relacionados con el clima. Deberían exigir la divulgación de información financiera relacionada con el clima y hacer cumplir las prácticas de precaución para reducir el riesgo.

## El prisma social

Los hogares más pobres suelen ser los más afectados por los fenómenos meteorológicos extremos (Capítulo 8). Los gobiernos deberían identificar a los hogares en riesgo y establecer formas de apoyarlos con programas de protección social responsivos a choques. Los esfuerzos de recuperación deberían centrarse en reconstruir mejor las comunidades. Esto significa reconstruir los hogares en lugares más seguros, reforzar las estructuras e invertir en medidas como el aislamiento térmico y la ventilación para aumentar la resiliencia de las comunidades ante futuros desafíos relacionados con el clima.

La inclusión financiera reduce la necesidad de ayuda e inversión gubernamental. Las cuentas bancarias y los activos financieros ayudan a mantener los ahorros a salvo cuando se produce un desastre. Y aunque los seguros, los ahorros y los préstamos ayudan a los hogares a recuperarse, su acceso es limitado. Los gobiernos pueden promover la inclusión financiera para aumentar la resiliencia. Esto incluye eliminar barreras, como la distancia a las sucursales bancarias, o los requisitos mínimos para acceder a cuentas bancarias y seguros. Por ejemplo, los seguros indexados a las condiciones meteorológicas, que indemnizan

en función de variables fácilmente observables como las precipitaciones, tienen menores costos de administración y pueden reducir el riesgo de manera asequible para las explotaciones más pequeñas y pobres (Capítulo 9).

Por último, una buena gobernanza debe garantizar que nadie se quede atrás. Los gobiernos deben prestar atención a cómo se distribuyen los beneficios y costos de la política de adaptación en la sociedad, evitando desigualdades en el acceso a la protección, el socorro y los servicios básicos. Las regulaciones de zonificación y el desplazamiento de los asentamientos informales pueden afectar negativamente al acceso a la salud y la educación de los habitantes de los asentamientos, independientemente del riesgo. Al mismo tiempo, el cambio climático impulsará más migraciones, ya que la gente abandonará las zonas afectadas por los impactos climáticos y se trasladará a otras con mejores oportunidades, usualmente dentro de las mismas fronteras nacionales. La mejor manera de garantizar que la política climática sea equitativa es dar voz a todas las partes interesadas, incluidos los segmentos pobres y marginados de la sociedad.



# Índice

---

## RESUMEN EJECUTIVO / I

---

### CAPÍTULO 1. Toma de decisiones para un futuro impredecible / 1

#### Que será, será: riesgos climáticos y toma de decisiones / 4

Cómo entender peligro, exposición, vulnerabilidad, resiliencia y capacidad de adaptación / 4

Gestión de riesgos de desastres para mejorar vidas / 4

Incorporar la incertidumbre a la toma de decisiones / 5

#### Una mejor respuesta a un gran problema / 8

Transparencia y rendición de cuentas / 9

Solidaridad en tiempos de crisis / 9

Financiamiento del riesgo de desastres / 9

Referencias / 10

---

### CAPÍTULO 2. Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación / 11

#### Un asalto a la biodiversidad y a la seguridad alimentaria / 14

Mordiéndole la mano que nos da de comer / 14

Amenazas a los ecosistemas terrestres y acuáticos / 15

Menores rendimientos, mayores problemas / 15

#### Una vida mejor con la naturaleza: opciones de adaptación / 17

Salvaguardar la tierra y los océanos / 17

Aumentar la resiliencia a los fenómenos meteorológicos extremos / 19

Fuerza y diversidad / 19

Mejores dietas y menos desperdicio / 20

#### Maridaje: política alimentaria y conservación de la biodiversidad / 21

Un festín regulatorio / 21

Sembrando el cambio: información y comunicación / 21

Gastos que dan fruto / 22

Referencias / 24

---

### CAPÍTULO 3. Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento / 29

#### Efectos del cambio climático sobre la seguridad hídrica / 32

Una amenaza para la disponibilidad del agua / 32

El impacto sobre la calidad del agua / 33

#### Un torrente de adaptaciones / 33

Más eficiencia, menos estrés / 33

Reutilizar y reciclar / 34

La diversificación es clave / 34

La naturaleza provee / 34

#### Cómo las intervenciones de los gobiernos pueden revertir la tendencia / 36

Aludiendo la buena gobernanza / 36

Hacer fluir la información / 36

Informar la toma de decisiones con mejores datos y mejores métodos / 37

Crear y hacer cumplir las regulaciones / 37

Instrumentos económicos / 37

Referencias / 39

---

## CAPÍTULO 4. Poniendo en marcha la adaptación del sector eléctrico / 43

### Una amenaza a la infraestructura y a la seguridad energética / 46

La generación de energía es vulnerable en múltiples frentes / 46

Las redes eléctricas sienten el calor / 46

Demanda: en alza / 47

### Opciones de adaptación: cómo ayudar al sector energético a afrontar el futuro / 49

Encontrando la fuerza en los números y en la diversidad / 49

Soluciones creativas para proteger la infraestructura / 50

El poder de la preparación / 50

### Intervenciones del gobierno para catalizar la adaptación / 52

### Referencias / 54

---

## CAPÍTULO 5. Impulsando la adaptación en el sector del transporte / 55

### A punto de colisionar: el cambio climático y los sistemas de transporte / 58

Vulnerabilidad de la infraestructura / 58

Una amenaza económica y social / 59

### Opciones de adaptación para mantener a los países en movimiento / 59

Resguardar la infraestructura crítica / 59

Centrarse en el mantenimiento / 60

Resistencia bajo estrés / 60

Sistemas de apoyo al proceso decisorio / 61

Estar preparados / 62

### El gobierno retoma el control / 63

Trazando el camino hacia la adaptación / 63

Incentivar las inversiones / 63

Acceso a la información / 64

### Referencias / 65

---

## CAPÍTULO 6. Ciudades resilientes / 67

### El cambio climático amenaza las ciudades / 70

Problemas en el hogar / 70

Riesgo de incendios urbanos / 70

La vulnerabilidad de los activos urbanos / 71

Echando leña al fuego: Informalidad y rápido crecimiento / 71

### Construyendo mejores ciudades / 72

La ubicación importa / 72

Píntelo gris / 72

O píntelo verde / 72

Ciudades frescas / 73

Soluciones de diseño / 74

### El papel del gobierno / 75

Planificación urbana / 75

Saber es poder / 75

El valor de la regulación / 76

Superando la informalidad y la desigualdad / 76

Financiamiento para las ciudades / 77

### Referencias / 78

---

## CAPÍTULO 7. Chequeo médico: cambio climático y salud / 81

### El cambio climático amenaza la salud humana y los sistemas de salud / 84

Caldo de cultivo para la enfermedad / 84

Un peligro para la alimentación / 85

Cuando la naturaleza es desastrosa para la salud / 85

Estragos en el sistema de salud / 85

### Adaptaciones para fortalecer el sistema de salud / 86

Adaptar el diagnóstico, la prevención y el tratamiento / 86

Garantizar la capacidad estructural / 86

Intercambio de conocimientos y mejora de la comunicación / 87

### Intervenciones de los gobiernos: una tabla de salvación para la adaptación / 88

Una postura preventiva / 88

Un enfoque de equipo en materia de gobernanza / 89

Política reguladora / 89

Política fiscal y seguro de salud / 90

### Referencias / 91

---

## CAPÍTULO 8. Lluvia sobre mojado: el riesgo económico y ambiental para los pobres / 93

### Los desastres nunca vienen solos para los más pobres / 96

Vulnerabilidad de los activos / 96

Viviendo al borde de la pobreza / 97

Empleo y salarios / 97

### Bajos ingresos = Baja resiliencia / 98

Una lección difícil: repercusiones a largo plazo en la educación y la salud / 98

Se necesita un colchón financiero más grande / 99

La migración: ¿una bendición o una maldición? / 99

### Sincronizando la adaptación y el desarrollo / 101

Reducción de la exposición / 101

Fortaleciendo la salud y la educación / 101

Adaptando la protección social para capear con éxito el cambio climático / 102

### Referencias / 104

---

## CAPÍTULO 9. Adaptar las finanzas públicas y privadas para el financiamiento de la adaptación / 107

### El cambio climático conlleva riesgos físicos y de transición / 110

### Política fiscal para gestionar el riesgo climático / 110

Financiamiento de los costos de los eventos meteorológicos extremos / 110

Financiamiento de la adaptación / 112

¿Se ofrece recompensa? Bonos verdes y bonos vinculados a la sostenibilidad / 113

### Promover un sector financiero resiliente / 114

Sorpresas y reacciones en cadena / 114

Diagnóstico del riesgo financiero / 115

Evaluar, gestionar y divulgar los riesgos / 115

### Se avecina una tormenta: necesidades de capacitación, planificación y coordinación / 117

Clasificar las actividades económicas y el gasto público / 117

Planificación y coordinación de la política climática / 117

### Referencias / 119



CAPÍTULO 1.

# Toma de decisiones para un futuro impredecible



# Autores

## Hipólito Talbot-Wright

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## Valentina Saavedra Gómez

ESPECIALISTA CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[valentinasa@iadb.org](mailto:valentinasa@iadb.org)

## Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SENIOR DE CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Saavedra Gómez, V., Vogt-Schilb, A., 2023. Toma de decisiones para un futuro impredecible, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.

# Toma de decisiones para un futuro impredecible

El cambio climático provoca fenómenos de evolución lenta, como el aumento de las temperaturas y del nivel del mar, y fenómenos meteorológicos extremos, como inundaciones, sequías y huracanes. La gestión de riesgos de desastres es una herramienta vital para la adaptación al cambio climático. Consiste en identificar posibles fenómenos meteorológicos extremos (peligros), limitar la población y los activos afectados cuando se producen desastres naturales (exposición), reducir las consecuencias inmediatas para las personas y empresas afectadas (vulnerabilidad) y mejorar la capacidad de hacerles frente y recuperarse (resiliencia). Pero los planteamientos de gestión de riesgos deben tener en cuenta la incertidumbre profunda, es decir, los casos en que los datos son escasos o cuando los expertos discrepan sobre los posibles riesgos y resultados. De hecho, el cambio climático provoca cambios inciertos en la frecuencia, intensidad y distribución geográfica de los fenómenos meteorológicos extremos. El registro histórico ya no es una base sólida para predecir el peligro. La herramienta de "Toma de Decisiones bajo Incertidumbre Profunda" (DMDU, por sus siglas en inglés) tiene en cuenta diversos escenarios, busca opciones suficientemente buenas y "sin arrepentimientos" que funcionen bien en todos los futuros posibles e incorpora flexibilidad al proceso de planificación para que los responsables de la toma de decisiones puedan adaptar el curso de acción a medida que dispongan de información. Los enfoques de gestión de riesgos de desastres y DMDU pueden utilizarse para la adaptación tanto a los fenómenos meteorológicos extremos inciertos como a los de evolución lenta. Los gobiernos deben realizar evaluaciones de peligros y vulnerabilidades; diseñar estrategias de gestión de riesgos que definan responsabilidades claras entre los ministerios, los niveles subnacionales de gobierno y el sector privado; prohibir las zonas y actividades de mayor riesgo; y establecer normas para la infraestructura y planes de continuidad. También deben promover el acceso a sistemas de alerta temprana y planificar formas ex ante de proporcionar ayuda directa tras grandes catástrofes, sobre todo a los hogares pobres. Por último, deben promover la inclusión financiera y los seguros, asignar amplios presupuestos a la preparación ante desastres y establecer normas presupuestarias especiales para canalizar los fondos de ayuda.

# Que será, será: riesgos climáticos y toma de decisiones

Los riesgos climáticos proceden de dos tipos de fenómenos: los fenómenos meteorológicos extremos, como inundaciones y huracanes, y los fenómenos de evolución lenta, como el aumento del nivel del mar y la disminución de las precipitaciones anuales. A fin de reducir el impacto del cambio climático sobre la vida y la prosperidad, los países deben adaptarse a ambos tipos de fenómenos.

## Cómo entender peligro, exposición, vulnerabilidad, resiliencia y capacidad de adaptación

Una buena lente para ver los riesgos del cambio climático y la forma de adaptarse es identificar los peligros, la exposición y la vulnerabilidad (Hallegatte et al., 2017). Los *peligros o amenazas* son fenómenos meteorológicos extremos como tormentas, inundaciones y sequías, así como fenómenos de evolución lenta como el aumento de las temperaturas y del nivel del mar.

La *exposición* es la presencia de poblaciones, ecosistemas y activos económicos en zonas afectadas por uno o varios peligros. El cambio climático expone a las comunidades a peligros a los que antes no estaban expuestas. Por ejemplo, a medida que sube el nivel del mar, las zonas situadas más al interior quedan expuestas a inundaciones, sobre todo en las regiones costeras bajas, como los deltas de los ríos.

La exposición por sí misma no implica el riesgo de un peligro. El grado en que los peligros afectan a las poblaciones, los ecosistemas y los sistemas humanos depende de lo *vulnerables* que sean a estos. Por ejemplo, una ola de calor afectará más a un hogar situado en un barrio sin arbolado, alejado de masas de agua, sin una buena ventilación y con un aislamiento inadecuado que a un hogar rodeado de árboles, cerca del agua y con buena ventilación, aislamiento y acceso a aire acondicionado.

Existen dos elementos fundamentales para reducir los efectos duraderos de los peligros cuando hay exposición y vulnerabilidad a los impactos del

cambio climático: *resiliencia* y *capacidad de adaptación*. La resiliencia es la capacidad de hacer frente a acontecimientos adversos y recuperarse de ellos. La capacidad de adaptación es la habilidad para reducir la exposición y la vulnerabilidad a los peligros. Un hogar resiliente tiene acceso a ahorros y seguros para reparar o reconstruir sus bienes tras un fenómeno meteorológico extremo. El mismo hogar tiene capacidad de adaptación si dispone de la información y los recursos financieros que necesita para alejarse de la zona expuesta.

Los hogares pobres y excluidos suelen ser los más expuestos, los más vulnerables y los menos resilientes. También tienen la menor capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático (Hallegatte et al., 2017). A menudo, los más pobres carecen de medios para evitar la exposición a los fenómenos, por ejemplo, desplazándose de las llanuras aluviales bajas. Suelen residir en estructuras más débiles, como viviendas construidas por ellos mismos en asentamientos informales.<sup>1</sup> Además, con frecuencia no gozan de acceso a medidas de gestión de riesgos, como planes de seguros. Tras los fenómenos meteorológicos extremos, las pérdidas de activos de los hogares más pobres supondrán una pequeña fracción de los daños globales, pero una proporción mayor de sus activos totales. Además, los efectos menores sobre los activos, cuando se miden en valor financiero, suelen afectar enormemente el bienestar de los pobres, que se ven obligados a recortar gastos en educación, nutrición y atención médica.<sup>2</sup>

## Gestión de riesgos de desastres para mejorar vidas

La *gestión de riesgos de desastres* es una herramienta para que gobiernos, empresas y particulares identifiquen los riesgos de los fenómenos meteorológicos extremos y los reduzcan a niveles aceptables. Una estrategia de gestión de riesgos de desastres tiene como objetivo identificar los peligros y desarrollar instrumentos de preparación ante emergencias, estrategias de respuesta y socorro, y planes de

<sup>1</sup> Capítulo 6: Ciudades resilientes

<sup>2</sup> Capítulo 7: Chequeo médico: cambio climático y salud



recuperación tras los desastres. Los formuladores de políticas públicas también pueden utilizar los principios de gestión de riesgos de desastres para planificar una respuesta a acontecimientos de evolución lenta, como el aumento del nivel del mar y la desertificación (Hallegatte et al., 2017; UNDRR, 2021).

La reducción del riesgo se consigue disminuyendo la exposición (p. ej., alejando a las personas de las costas o restaurando los manglares para brindar protección contra las inundaciones y la subida del nivel del mar) o limitando la vulnerabilidad (p. ej., reforzando las edificaciones). Aquellos riesgos que no se cubren mediante la reducción de la exposición o la vulnerabilidad se denominan riesgos residuales. Dado que el riesgo residual no puede evitarse, la gestión de riesgos de desastres también debe fomentar la resiliencia. Los instrumentos financieros son una forma clave de hacerlo: ayudan a mitigar los impactos de riesgos inevitables. Los seguros distribuyen parte del costo de los fenómenos meteorológicos extremos entre el conjunto de sus titulares, en lugar de dejar que sean los directamente afectados quienes paguen la factura. Del mismo modo, las ayudas públicas transfieren parte de los costos del cambio climático a un amplio grupo de contribuyentes (IPCC, 2022). A fin de minimizar el riesgo residual, es esencial diseñar planes de respuesta ante emergencias, de manera anticipada, por ejemplo, para establecer rutinas de evacuación, rescate o rehabilitación.

Los sistemas de alerta temprana son un medio fundamental para reducir el riesgo, salvar vidas y salvaguardar la propiedad (IPCC, 2022). Las alertas dan tiempo a los hogares y a las empresas para prepararse ante fenómenos meteorológicos extremos: evacuar, alejar los objetos de valor de las zonas inundables o reforzar puertas y ventanas. Tener tiempo suficiente para preparar una casa antes de un huracán, por ejemplo, reduce los daños hasta un 50% (Williams, 2002). La emisión de avisos 48 horas antes de las inundaciones permite reducir los daños de forma similar (Carsell, Pingel, and Ford 2004). Una encuesta del BID llamada *Riskmonitor* reveló que al menos 16 países de América Latina y el Caribe utilizan sistemas de alerta temprana (Lacambra et al., 2014; IDB, 2023). Un ejemplo típico es la Ley de Gestión de Emergencias de Barbados, que en 2017 estableció un Sistema Nacional de Alerta que permite al Gobierno emitir anuncios de emergencia directamente al público utilizando líneas móviles y fijas, fax, SMS, televisión o anuncios por correo electrónico.

El cambio climático y la gestión de riesgos tienen implicaciones para el bienestar. Los efectos del cambio climático en el patrimonio no son los mismos que en el bienestar (Hallegatte et al., 2017). Un enfoque de adaptación que pretenda reducir el impacto del cambio climático sobre los activos corre el riesgo de excluir a los pobres. Un enfoque alternativo consiste en tratar de reducir el riesgo para el bienestar en lugar del riesgo para los activos. Por ejemplo, una ciudad puede decidir gastar dinero en un costoso malecón que proteja un barrio pobre en vez de uno rico, aunque el valor financiero de los bienes protegidos sea menor en la zona pobre. Pero podría decidir hacerlo dado que la destrucción de la propiedad de los pobres tendría un mayor impacto en su bienestar.

### **Incorporar la incertidumbre a la toma de decisiones**

El planteamiento tradicional de la gestión de riesgos se basa en identificar los peligros, su probabilidad y sus posibles consecuencias y sopesar los beneficios y costos de las medidas para reducir esos riesgos o sus consecuencias. Por ejemplo, muchos países utilizan registros históricos para determinar la probabilidad de que cualquier zona pueda inundarse, lo que habitualmente se expresa como periodo de retorno. Si el periodo de retorno de una inundación de un metro es de 100 años, eso significa que cada año hay un 1% de posibilidades de que se produzca una inundación de un metro o más en esa zona. Los países pueden entonces establecer una norma de seguridad. Podrían, por ejemplo, prohibir el desarrollo en zonas donde se esperan inundaciones al menos cada 20 años y exigir que las estructuras sean capaces de resistir fenómenos de una fuerza determinada. Ocho países de la región cuentan con una regulación que define los niveles de riesgo aceptables para al menos dos desastres naturales (Lacambra et al., 2014; IDB, 2023). Por ejemplo, el Código de Construcción de Bahamas establece que las instalaciones deben cumplir las normas impuestas por la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles y las edificaciones situadas en zonas costeras deben cumplir normas más estrictas que aquellas situadas más al interior.

El cambio climático, sin embargo, induce cambios en la frecuencia, intensidad, área de influencia y duración de los peligros (IPCC, 2022). El registro histórico ya no ofrece una buena imagen del peligro futuro. En las Bahamas, los huracanes de categoría 5, como

Dorian, que en 2019 dejó sin hogar a 70.000 personas y causó daños por valor de más de USD\$ 5.000 millones, solían producirse una vez cada 50 o 100 años. Con el cambio climático, ahora pueden ocurrir una vez cada 25 años (IDB, 2020). La evaluación de los peligros futuros requiere ahora el uso de modelos de simulación.

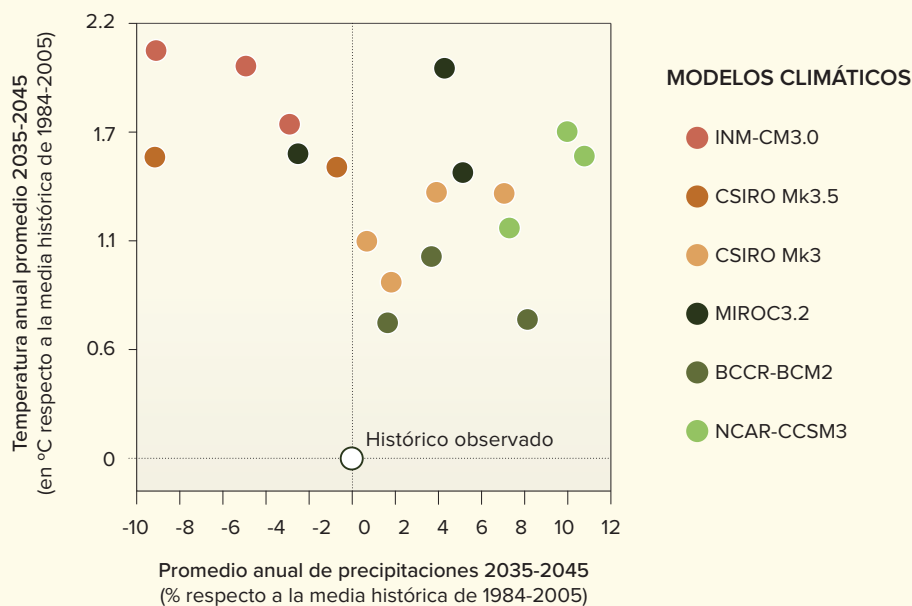
Para complicar las cosas, los riesgos inducidos por el cambio climático son *profundamente inciertos*. La *incertidumbre profunda* se refiere a situaciones, a menudo asociadas con sistemas complejos y horizontes a largo plazo, en las que la escasez de datos y el desacuerdo entre los expertos hacen imposible cuantificar con precisión los posibles riesgos y resultados (Marchau et al., 2019). Una de las principales incertidumbres es la magnitud del cambio climático global. Sabemos que el cambio climático empeorará, pero no cuánto ni qué tan rápido. Dependiendo tanto de la voluntad de los países de todo el mundo de frenar las emisiones de gases de efecto invernadero a fin de alcanzar las cero emisiones netas hacia 2050 (Fazekas et al., 2022), como de la eficacia de sus esfuerzos y de la respuesta del complejo sistema climático, es probable que el calentamiento global en 2081-2100 se situará entre 1,4 °C y 2,7 °C (IPCC, 2023). Esto afectará directamente tanto a los fenómenos meteorológicos extremos como a los de

evolución lenta. Por ejemplo, sabemos que en 2050 el nivel del mar será más alto, pero no sabemos con exactitud cuánto: ya que podría subir entre 15 y 30 cm por encima del nivel actual.

La segunda incertidumbre se refiere a cómo se ven afectados los climas locales por el calentamiento global. Las ecuaciones que rigen el comportamiento de la atmósfera son notoriamente *caóticas*: se dice que una mariposa que bate sus alas en Europa puede cambiar la trayectoria de un huracán días después en el Caribe (“Efecto Mariposa”, 2023). Esto significa que ningún modelo puede predecir con exactitud cómo cambiarán la temperatura, las precipitaciones o la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos en una zona determinada. A menudo, ni siquiera podemos predecir la dirección de los cambios, como la precipitación media anual (Hallegatte et al., 2012).

El gráfico 1.1 ilustra los efectos profundamente inciertos del cambio climático. Muestra simulaciones de los cambios de temperatura y precipitaciones en Maryland (EE. UU.) en 2045, según seis modelos climáticos diferentes calibrados con tres vías distintas de emisiones de gases de efecto invernadero (Fischbach et al., 2015). Las temperaturas podrían aumentar algo menos de 1 °C o algo más de 2 °C, mientras que las precipitaciones podrían reducirse más de un 8% o aumentar más de un 10%. Aunque

**GRÁFICO 1.1:**  
Simulaciones de cambios de temperatura y precipitaciones en Maryland para 2045 en tres escenarios climáticos y según seis modelos climáticos.



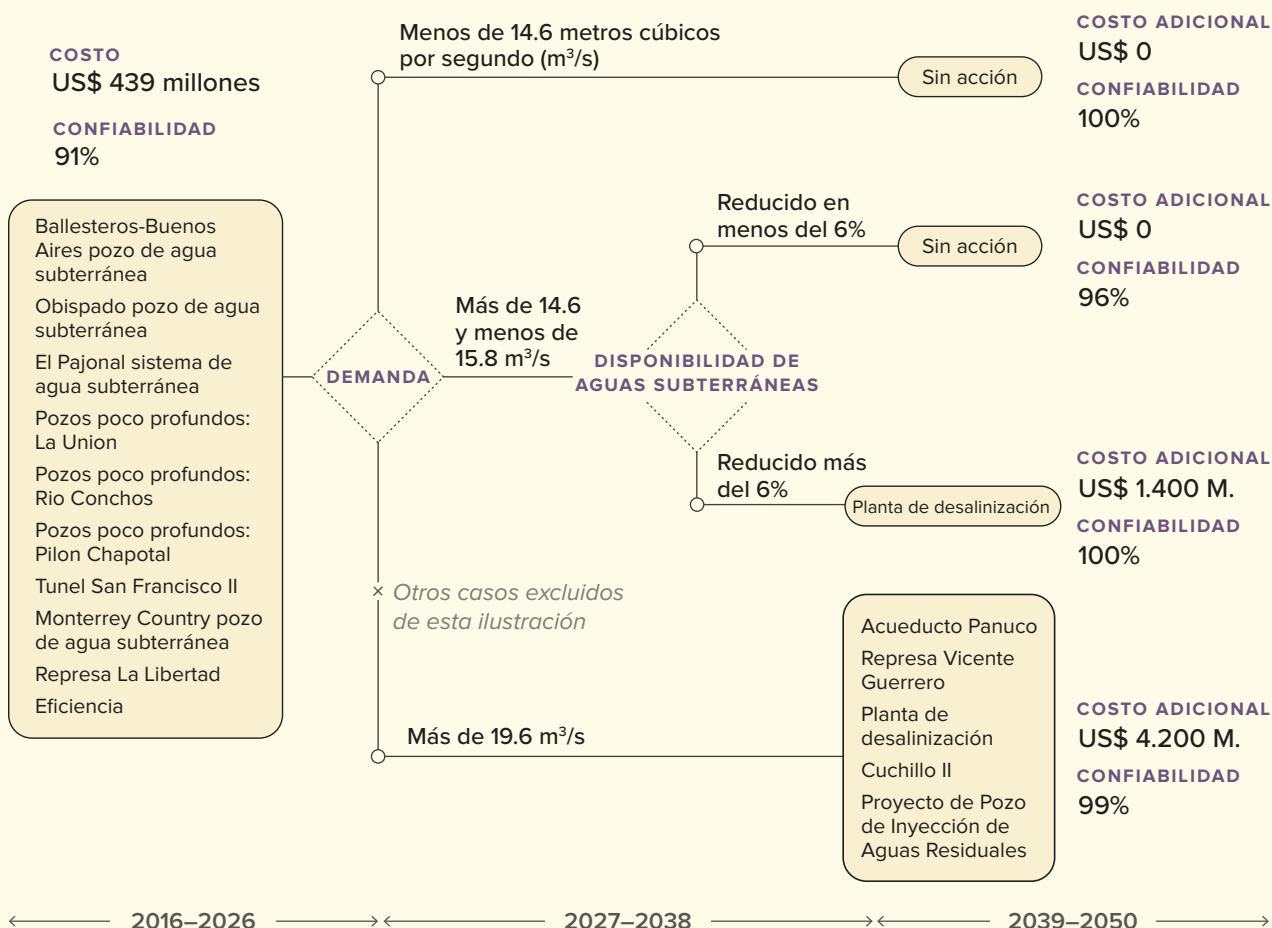
Fuente: adaptado de Fischbach et al. (2015).

puede resultar tentador elegir el “mejor modelo”, por ejemplo, el que mejor reproduce el clima de Maryland cuando se calibra a partir de datos históricos, sería un error hacerlo, ya que en lo que respecta a la modelización del clima, los resultados pasados no garantizan los resultados futuros (Halle-gatte et al., 2012).

En estas condiciones, la llamada herramienta de “Toma de Decisiones bajo Incertidumbre Profunda” (DMDU, por sus siglas en inglés) ayuda a los responsables de la toma de decisiones a diseñar planes resilientes generando muchos escenarios diferentes, comparando enfoques, utilizando márgenes de seguridad, encontrando opciones “de bajo arrepentimiento” o “sin arrepentimiento”, haciendo hincapié en estrategias reversibles y elaborando planes contingentes que puedan ajustarse con el tiempo a medida que se disponga de nueva información (Hallegatte, 2009; Marchau et al., 2019).

Tras analizar las implicaciones de varios escenarios de precipitaciones y demanda de agua, un estudio de DMDU reveló que antes de 2026 la ciudad mexicana de Monterrey debe realizar inversiones en medidas de ahorro de agua, un embalse y varios proyectos de aguas subterráneas (Molina-Pérez et al., 2019). Estas opciones “sin arrepentimiento” son útiles en prácticamente todos los escenarios y garantizan la seguridad hídrica en el 91% de los escenarios analizados por menos de USD\$ 500 millones. El estudio también propone un plan de contingencia que garantice que haya agua suficiente en caso de que uno del 9% de los escenarios restantes resulte ser cierto (gráfico 1.2). Si la demanda de agua supera un umbral determinado (en torno a 15 metros cúbicos por segundo), el siguiente paso a dar depende del estado de los niveles de agua subterránea: con niveles altos, bastaría con los pozos existentes y no sería necesaria ninguna medida adicional. Pero con niveles bajos, se necesitaría una planta desalinizadora para 2039,

**GRÁFICO 1.2**  
Inversiones “sin arrepentimiento” y un plan de contingencia para garantizar la seguridad hídrica en Monterrey, México



Fuente: Extracto simplificado, adaptado de Molina-Pérez et al. (2019).

por un costo adicional de USD\$ 1.500 millones. Para los niveles de demanda aún mayores (en torno a 20 metros cúbicos por segundo), la inversión en la planta desalinizadora tiene sentido independientemente de los niveles de agua subterránea, y también serían necesarias presas y acueductos adicionales, lo que elevaría el costo a más de USD\$ 4.000 millones.

Una toma de decisiones eficaz en materia de cambio climático, más allá de los conocimientos científicos y técnicos, requiere el compromiso de las partes interesadas y la consideración de valores sociales y éticos (Kalra et al., 2014). Al incorporar las preocupaciones y los conocimientos de un grupo de interés más amplio, la participación de las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones puede contribuir a (i) garantizar que se tengan en cuenta diversas perspectivas y preocupaciones, lo que es especialmente importante para los pueblos indígenas y las comunidades locales más vulnerables a los efectos del cambio climático; (ii) generar confianza y legitimidad en torno al proceso, lo que contribuye a una aplicación más eficaz; y (iii) fomentar la innovación y la creatividad.

El estudio de Monterrey mencionado anteriormente ayudó a crear consenso entre las partes locales interesadas (Molina-Pérez et al., 2019). Las cuales, al principio, tuvieron dificultades para trabajar juntas, debido a que discrepaban en cuanto a qué proyectos priorizar: mientras que unos preferían la conservación, los otros preferían las grandes infraestructuras. El análisis comenzó reuniendo a las partes interesadas para ponerse de acuerdo sobre los objetivos (fiabilidad y costo) y mostró cómo los proyectos de conservación y desarrollo de infraestructura podían funcionar como una cartera hacia estos objetivos. Por ejemplo, como la conservación siempre es útil, debería fomentarse. Pero no es suficiente para garantizar la seguridad hídrica. Por otro lado, las inversiones más grandes serían muy eficaces, pero son costosas, y los proyectos más pequeños son adecuados en la mayoría de los escenarios. Las inversiones de mayor envergadura pueden retrasarse de manera segura hasta que (y si) más información establezca que son indispensables.

## Una mejor respuesta a un gran problema

El cambio climático plantea enormes desafíos, y los gobiernos deben estar a la altura. Promover un marco de gobernanza alineado con los riesgos del cambio climático es su primer paso para mejorar la toma de decisiones y aumentar la resiliencia.

Una acción clave es diseñar estrategias de gestión de riesgos de desastres. Las Naciones Unidas aprobaron en Sendai un Marco para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2015). Dicho marco esboza siete objetivos para 2030: por un lado, pretende reducir el número de víctimas de los desastres, el porcentaje de personas afectadas por estos, los costos de los desastres como fracción del PIB, los daños a infraestructuras críticas y la interrupción de servicios básicos. Por otro lado, pide a los países desarrollar estrategias nacionales y locales de gestión de riesgos de desastres, cooperar a escala internacional y fomentar sistemas de alerta temprana disponibles y accesibles. Todos los países de la región han adoptado el marco e informan sus progresos periódicamente.

Las estrategias de gestión de riesgos deben fijar objetivos viables, fomentar la realización de evaluaciones de amenazas y vulnerabilidades, teniendo en cuenta cómo puede afectar el cambio climático los peligros futuros e integrar las consideraciones de gestión de riesgos de desastres en la planificación del uso del suelo, el desarrollo de infraestructuras y los marcos políticos. Por ejemplo, el plan de gestión de riesgos de Colombia pretende reducir el número de víctimas mortales a 3,5 por cada 100.000 habitantes y tener menos de 6.215 personas afectadas por cada 100.000 habitantes en 2030 (UNGRD, 2022). Alude a los planes de desarrollo territorial existentes como un instrumento para prohibir la construcción en zonas de riesgo, y subraya la importancia de tener en cuenta el cambio climático a la hora de evaluar el riesgo de desastres.

## Transparencia y rendición de cuentas

Los gobiernos deben definir claramente las responsabilidades y el alcance de la protección para responder eficazmente a los riesgos del cambio climático y orientar la toma de decisiones de los entes privados (Hallegatte et al., 2020). Las intervenciones para definir responsabilidades claras incluyen leyes y mandatos, zonificación del uso del suelo y códigos de construcción. En los Países Bajos, el gobierno está legalmente obligado a proporcionar cierto nivel de protección contra inundaciones a la población, lo que permite a los particulares y a las empresas tomar decisiones informadas sobre dónde vivir e invertir y en qué medidas adicionales de gestión de inundaciones pueden necesitar invertir.

Los gobiernos deben crear organizaciones, comisiones interministeriales o grupos de trabajo que faciliten la puesta en marcha de respuestas rápidas y acciones coordinadas contra los desastres (Lacambra et al., 2014). También pueden ayudar a las empresas a elaborar planes de continuidad de las actividades. Las autoridades nacionales deben supervisar, auditar y evaluar los procesos de gestión de riesgos de desastres ex post y ex ante, con el objetivo de mejorarlos continuamente y actualizarlos cuando dispongan de más información sobre el riesgo o la eficacia de las medidas de mitigación. También pueden establecer un enfoque territorial de la gestión de riesgos de desastres para hacer frente a riesgos localizados utilizando la planificación territorial, la toma de decisiones descentralizada y la participación ciudadana.

En última instancia, gran parte de la gestión de riesgos de desastres deberá realizarse a nivel sectorial y subnacional. Para reducir la exposición y la vulnerabilidad, los gobiernos deben, por ejemplo, establecer incentivos a favor de prácticas agrícolas que tengan en cuenta el riesgo; construir diques, restaurar manglares o utilizar regulaciones de zonificación para alejar el desarrollo urbano de las zonas inundables; o establecer normas de seguridad y buenas prácticas en el sector de la generación de energía. Los capítulos 2 al 7 profundizan en lo que significan la gestión de riesgos y la adaptación al cambio climático para los distintos sectores del gobierno y la economía.

## Solidaridad en tiempos de crisis

Ningún tipo de preparación puede reducir el riesgo a cero, y siempre ocurrirán sucesos de gran magnitud pero muy poco frecuentes. Cuanto más importante y

destrutivo sea el fenómeno meteorológico extremo, menor será el número de hogares y empresas con suficiente riqueza y acceso a los instrumentos financieros necesarios para recuperarse. Se espera que los gobiernos ayuden en caso de fuerza mayor.

Tras las catástrofes, los gobiernos pueden ayudar a las empresas a recuperarse prestándoles apoyo directo, por ejemplo sustituyendo equipos caros si han quedado destruidos (Hallegatte et al., 2020). Deberían ayudar especialmente a los hogares más pobres y vulnerables. El diseño de programas de protección social que respondan a las crisis es una de las opciones más costo-efectivas para lograrlo (Hallegatte et al., 2017; Costella et al., 2023). El capítulo 8 analiza la cuestión de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación a través del prisma de la inclusión y la reducción de la pobreza.

El apoyo durante las catástrofes debe alinearse siempre con los objetivos de adaptación a largo plazo y promover la migración y las actividades económicas alternativas cuando éstas sean las mejores opciones. Por ejemplo, la ayuda a los hogares afectados por inundaciones debería incentivar el traslado a zonas menos expuestas, siempre que sea posible, para evitar que las familias afectadas queden atrapadas en zonas propensas a las inundaciones (Hallegatte et al., 2020).

## Financiamiento del riesgo de desastres

Por último, los instrumentos financieros son herramientas importantes para mejorar la resiliencia y la capacidad de adaptación de empresas y hogares. Los gobiernos deben promover el acceso al ahorro, al crédito y a los seguros (Hallegatte et al., 2020). Pueden promover la inclusión de los hogares pobres y vulnerables en los mercados financieros subvencionando o actuando como garantes de los mercados de seguros o de la elegibilidad de los créditos.

La preparación ante los desastres también exige que los gobiernos dispongan de recursos inmediatos con los que actuar (Lacambra et al., 2014). Deben establecer amplios márgenes presupuestarios, decidir sobre líneas de crédito contingentes y contratar seguros con instituciones financieras internacionales para financiar el socorro y las reparaciones. También deben diseñar normas especiales que les permitan asignar y gastar rápidamente los recursos inmediatamente después de que se produzcan los desastres. En el capítulo 9 se trata con más detalle el financiamiento de riesgos.

# Referencias

- Carsell, K. M., N. D. Pingel, and D. T. Ford. 2004. "Quantifying the Benefit of a Flood Warning System." *Natural Hazards Review* 5: 131–40.
- Costella, C., Diez, A., Beazley, R., Alfonso, M., 2023. Shock-responsive social protection and climate shocks in Latin America and the Caribbean: Lessons from COVID-19. Inter-American Development Bank
- Efecto mariposa (2023, Julio 1). En *Wikipedia*. Link permanente: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Efecto\\_mariposa&oldid=154503678](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Efecto_mariposa&oldid=154503678)
- Fazekas, Andreas, Christopher Bataille, y Adrien Vogt-Schilb. "Prosperidad libre de carbono Cómo los gobiernos pueden habilitar 15 transformaciones esenciales." (2022). Banco Interamericano de desarrollo
- Fischbach, J.R., Lempert, R.J., Molina-Perez, E., Tariq, A.A., Finucane, M.L., Hoss, F., 2015. Managing Water Quality in the Face of Uncertainty: A Robust Decision Making Demonstration for EPA's National Water Program. RAND Corporation.
- Groves, D., Miro, M., Syme, J., Becerra-Ornelas, A. U., Molina-Perez, E., Gómez, V. S., & Vogt-Schilb, A. (2021). Planificación de infraestructura hídrica para el futuro incierto en América Latina: un enfoque eficiente en costos y tiempo para tomar decisiones robustas de infraestructura, con un estudio de caso en Mendoza, Argentina. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Hallegatte, S., 2009. Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global environmental change*, 19(2), pp.240-247.
- Hallegatte, S., Shah, A., Brown, C., Lempert, R., & Gill, S. (2012). Investment decision making under deep uncertainty--application to climate change. *World Bank Policy Research Working Paper*, (6193).
- Hallegatte, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Bangalore, Mook; Rozenberg, Julie. 2017. *Unbreakable : Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. Climate Change and Development. World Bank.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2020. *Adaptation Principles : A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience*. World Bank.
- IDB, 2020. *Disaster Risk Profile for The Bahamas*. Inter-American Development Bank.
- IDB, 2023. IDB 2023. Riskmonitor. <https://riskmonitor.iadb.org/es/home> Accedido en junio de 2023. Banco Interamericano de Desarrollo.
- 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* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press.
- IPCC, 2023: *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)].
- Kalra, N., Gill, S., Hallegatte, S., Brown, C., Fozzard, A., Lempert, R., Shah, A., 2014. Agreeing on robust decisions: new processes for decision making under deep uncertainty. *The World Bank*.
- Lacambra, Sergio; Suarez, Ginés; Hori, Tsuneki; Rogers, Cassandra; Salazar, Lina; Esquivel, Maricarmen; Narváez, Lizardo; Cardona, Omar Darío; Durán, Rolando; Torres, Ana María; Sanahuja, Haris; Osorio, Claudio; Calvo, Jorge; Romero, Gilberto; Visconti, Ernesto. 2014. *iGOPP: Índice de Gobernabilidad y de Políticas Públicas en Gestión de Riesgo de Desastre*. Documento Técnico Principal. Nota técnica N° DB-TN-720. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Marchau, V. A., Walker, W. E., Bloemen, P. J., & Popper, S. W. (2019). Decision making under deep uncertainty: from theory to practice (p. 405). Springer Nature.
- Molina-Perez, Edmundo, et al. *Developing a Robust Water Strategy for Monterrey, Mexico: Diversification and adaptation for coping with climate, economic, and technological uncertainties*. Rand, 2019.
- UNDRR, 2015. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- UNGRD, 2022. *Plan nacional de gestión del riesgo de desastres: Una estrategia de Desarrollo 2015—2030. Primera actualización*. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastre. Government of Colombia.
- Williams, B. A. (2002). *Fran, Floyd and mitigation policy*.

CAPÍTULO 2.

# Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación



# Autores

## Hipólito Talbot-Wright

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolipot@iadb.org](mailto:hipolipot@iadb.org)

## Marion Le Pommellec

ESPECIALISTA PRINCIPAL, MEDIO AMBIENTE,  
DESARROLLO RURAL Y ADMINISTRACIÓN  
DEL RIESGO DE DESASTRES  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[marionlp@iadb.org](mailto:marionlp@iadb.org)

## Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SENIOR DE CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Le Pommellec, M., Vogt-Schilb, A., 2023. Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.



# Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación

La biodiversidad es de importancia fundamental tanto para la salud humana como para la salud de nuestro planeta. Proporciona servicios ecosistémicos gratuitos como alimentos, polinización, reciclaje de nutrientes, formación del suelo, control de plagas, protección contra la erosión y caudales constantes de agua limpia. La pérdida de estos servicios dificulta el cultivo de plantas para obtener alimentos y materiales, la cría de ganado y la cría o captura de peces. La producción de alimentos es la causa principal de la pérdida de biodiversidad. Pero el cambio climático crea un peligro adicional: afecta tanto los ecosistemas como la producción de alimentos. Los cambios en los patrones climáticos, las olas de calor, la sequía y otros fenómenos meteorológicos extremos destruyen los ecosistemas, causan daños a los cultivos y al ganado e interrumpen las líneas de suministro y la cadena de frío. Los resultados son menores ingresos para los agricultores y amenazas para la seguridad alimentaria. La adaptación significa mejorar la eficiencia del uso de suelos y océanos, ampliar los esfuerzos de conservación y restauración, cambiar las dietas y ajustar las prácticas agrícolas, incluyendo la diversificación de la producción, la mejora de la gestión del agua y la promoción de variedades de ciertos cultivos resistentes a la sequía. Los gobiernos deben gestionar la tierra y el agua de forma más integrada, considerando conjuntamente los objetivos de producción, conservación y recreación. El ordenamiento territorial, la zonificación y la titulación de tierras son instrumentos clave, al igual que el establecimiento de áreas protegidas con planes de gestión sólidos y financiamiento sostenible. Promover el acceso a los seguros reduce la vulnerabilidad de los agricultores a los fenómenos meteorológicos extremos. Las regulaciones que prohíben prácticas no sostenibles, como la pesca de arrastre, ayudan a proteger los recursos naturales. Las reformas de las subvenciones agrícolas pueden incentivar la elección de cultivos y prácticas agrícolas que contaminen menos y dejen más espacio a los recursos naturales. Por último, el financiamiento público de la investigación y el desarrollo, la generación de capacidades y las campañas de comunicación ayudan a los actores locales a implementar las adaptaciones necesarias.

## Un asalto a la biodiversidad y a la seguridad alimentaria

La tierra, los océanos y el aire limpio son fundamentales tanto para la producción de alimentos como para la conservación de la biodiversidad. La mitad de la actividad económica mundial depende de los ecosistemas terrestres y marinos que proporcionan los alimentos, el agua, el aire limpio y los materiales necesarios para la vida cotidiana. Tres cuartas partes de los cultivos alimentarios del mundo dependen, al menos en parte, de la polinización. Además, el volumen de producción agrícola que depende de la polinización animal ha aumentado un 300% en los últimos 50 años (IPBES, 2016). El suelo alberga decenas de miles de especies subterráneas de invertebrados, bacterias y hongos necesarios para filtrar el agua, reciclar los nutrientes que permiten el crecimiento de las plantas y regular las enfermedades del suelo. También crean humus y capturan carbono (Gunstone et al., 2021).

América Latina y el Caribe es una superpotencia en biodiversidad. Representa el 16% de la superficie de la Tierra, pero alberga el 40% de la biodiversidad mundial. Posee la mitad de los bosques tropicales, es la mayor reserva de agua dulce y alberga el 12% de los manglares del mundo (UNEP-WCMC, IUCN, y NGS, 2018).

### Mordiéndole la mano que nos da de comer

Sin embargo, la actividad humana amenaza la capacidad de la naturaleza para seguir prestando estos servicios ecosistémicos. América Latina y el Caribe está a la vanguardia de la actual sexta extinción masiva. En 50 años ha perdido el 94% de su población de vertebrados y alberga el mayor número de mamíferos, plantas, peces y aves amenazados del mundo (IDB, 2019a, WWF, 2020).

El sistema alimentario es el principal factor de pérdida de biodiversidad. La agricultura es la principal amenaza para más del 85% de las 28.000 especies en peligro de extinción en el mundo (Benton et al., 2021). Los principales factores de pérdida de hábitat han sido la transformación de ecosistemas naturales en tierras de cultivo y, en particular, la deforestación para la producción ganadera (IPBES, 2019). En América Latina y el Caribe, la carne de res es responsable

de casi dos tercios de la deforestación, mientras que solo aporta el 12% de la ingesta proteica de la región (Dumas et al., 2022).

La fragmentación del hábitat debilita aún más los ecosistemas. La fragmentación y pérdida del hábitat impide a las especies migrar a lugares con condiciones más adecuadas o regenerarse tras las pérdidas provocadas por incendios forestales, sequías u otros fenómenos meteorológicos extremos (Parmesan et al., 2022). En las dos últimas décadas, la Amazonia ha sufrido una de las fragmentaciones forestales más graves del mundo (Ma et al., 2023). Los manglares amenazados por el aumento del nivel del mar están especialmente en riesgo, ya que los terrenos adyacentes suelen ocuparse para actividades como la agricultura, lo que complica su reasentamiento.

El monocultivo puede ser un problema. Históricamente, se han cultivado 6.000 especies vegetales para la alimentación. Pero hoy solo nueve de ellas representan el 66% de la producción total de cultivos del planeta (FAO, 2019). En América Latina y el Caribe, el 75% de las calorías que consume la población de la región proceden de solo 12 cultivos y cinco animales. La agricultura, sin el escudo natural que proporciona la diversidad genética, es menos resistente a peligros como las enfermedades, las plagas, las condiciones meteorológicas extremas y el cambio climático.

El uso masivo de pesticidas para la producción de alimentos también genera graves problemas tanto para la naturaleza como para las personas (UNEP, 2022). América Central utiliza un promedio de 5,5 kilogramos de pesticidas por hectárea de cultivo, frente al promedio mundial de solo 1,8 kg/ha. Costa Rica y Belice se encuentran entre los mayores consumidores, con 34 y 11 kg/ha respectivamente. Los pesticidas son responsables en gran medida de la desaparición masiva de aves e insectos (Sánchez-Bayo and Wyckhuys, 2019; Rigal et al., 2023). También se acumulan en el suelo, matan la vida subterránea, contaminan el agua y provocan enfermedades crónicas y agudas, envenenando accidentalmente a 12 millones de personas cada año en América Latina y el Caribe (Boedeker et al., 2020; Pathak et al., 2022).

El uso del agua para la agricultura, la energía, la industria y el consumo humano aumenta aún más la presión sobre los ecosistemas. El aumento de la demanda de agua para el consumo humano reduce la cantidad que queda para preservar los caudales ecológicos (IPCC, 2019). Actualmente, más del 70% de todas las extracciones de agua dulce se destinan a la agricultura y la ganadería. La carne de res es el mayor consumidor de agua, con un 21% del consumo promedio en Brasil (Da Silva et al., 2016). Al mismo tiempo, el cambio climático está aumentando la variabilidad del ciclo del agua y provocando fenómenos meteorológicos extremos, como la sequía.<sup>1</sup>

La sobrepesca aumenta la presión sobre los ecosistemas marinos. En 2019, el 35% de las poblaciones pesqueras mundiales estaban por debajo de los niveles de sostenibilidad biológica (FAO, 2022). En el Pacífico Sudoriental, el 67% de las poblaciones de peces se pescan de manera no sostenible, en parte debido a la sobrepesca de flotas no regionales alrededor o incluso dentro de las zonas económicas exclusivas de los países costeros de la región (Kadie, 2018). Por ejemplo, en Chile cerca del 60% de las pesquerías están sobreexplotadas y el 28% de ellas se clasifican como agotadas (Subpesca, 2023).

## Amenazas a los ecosistemas terrestres y acuáticos

El cambio climático pone aún más en peligro los ecosistemas. Los fenómenos meteorológicos extremos, como las olas de calor, la sequía y los incendios forestales, pueden provocar una mortalidad masiva. Los cambios meteorológicos y pluviométricos afectan la floración y la aparición de insectos. Las plantas y los animales están cada vez más expuestos a brotes de plagas, lo que los expone a nuevos riesgos y a la mortalidad. A medida que el cambio climático sigue afectando los ecosistemas, también se ven afectadas algunas de sus funciones, como la polinización.

El aumento del nivel del mar amenaza los ecosistemas costeros, incluidos los manglares y los marismas. Son hábitats ricos en peces, moluscos, reptiles, anfibios, aves y mamíferos. Proporcionan servicios ecosistémicos esenciales como la regulación del agua, que incluye el control de las inundaciones y la purificación del agua (Leal & Spalding 2022). A medida que los océanos se calientan, pierden oxígeno,

se vuelven más ácidos y suben de nivel. Entre los ecosistemas oceánicos más vulnerables están los arrecifes de coral. Sus esqueletos se debilitan con la acidificación de los océanos y se blanquean durante las olas de calor. El aumento del nivel del mar incrementa la sedimentación y los asfixia.

Las condiciones más calurosas aumentan la mortalidad de los árboles y hacen que los incendios forestales sean más frecuentes y extensos. En la selva amazónica, un aumento de la temperatura de 1,2°C puede incrementar la mortalidad de los árboles en casi un 40% (Parmesan et al., 2022). En Chile, el verano 2016-2017 fue el más caluroso en casi 40 años y trajo consigo incendios forestales que afectaron a 14 veces más terrenos que el promedio de años anteriores (Bowman et al., 2019). Los incendios forestales pueden multiplicar por siete o más la mortalidad de los árboles en comparación con las zonas no quemadas, y la mayor mortalidad persiste hasta una década después del incendio (Silva et al., 2018).

El deshielo de los glaciares y los cambios en el régimen de precipitaciones convierten a las regiones árticas y montañosas en los ecosistemas más expuestos (Parmesan et al., 2022). En Perú, glaciares en la Cordillera Blanca han perdido hasta un 64% de su masa desde 1970 (Taylor et al., 2022). El deshielo aumenta la escorrentía a corto plazo. Pero a largo plazo, los arroyos alimentados por glaciares en la Cordillera Blanca disminuirán hasta un 30% (Baraer et al., 2012).

Estos procesos reducen la idoneidad del hábitat natural para muchas especies y afectan así su abundancia, distribución y actividad estacional. En los Andes tropicales, las especies deben desplazarse medio kilómetro al año hacia el polo para seguir el ritmo del cambio climático. Muchas zonas protegidas solo tienen unas decenas de kilómetros de ancho y están rodeadas de tierras de cultivo o plantaciones, lo que atrapa a las especies en zonas estrechas (Fuentes-Castillo et al., 2020).

## Menores rendimientos, mayores problemas

Al igual que el clima afecta a los animales y plantas silvestres, también afecta al rendimiento de los cultivos, el ganado, la pesca de piscifactoría y de captura, la fibra y la madera.<sup>2</sup> En América del Sur, la duración promedio del periodo vegetativo del trigo

<sup>1</sup> Ver el [Capítulo 3: Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento](#).

<sup>2</sup> En general, se espera que la productividad agrícola disminuya como consecuencia del cambio climático, aunque el efecto directo de las temperaturas más cálidas y las mayores concentraciones de dióxido de carbono en el aire pueden aumentar la productividad de algunas especies en algunas regiones, especialmente en el caso de los cultivos de riego (Bezner Kerr et al., 2022; Prager et al., 2022). El efecto neto del cambio climático depende de muchos otros factores que se analizan a continuación.

de primavera, el trigo de invierno, el maíz, la soja y el arroz ya ha disminuido un 2,5%, un 2,2%, un 1,6%, un 1,3% y un 0,4%, respectivamente, en comparación con el periodo de referencia 1981-2010. Esto ha traído consigo efectos proporcionales en los rendimientos (Hartinger et al., 2023). Las proyecciones climáticas indican que, en promedio, el rendimiento y la producción agrícolas de la región podrían seguir disminuyendo 7,5 y 5,2 puntos porcentuales, respectivamente, en 2050 (Prager et al., 2022). El precio promedio de productos básicos como la soja, el maíz, los frijoles, el arroz y el trigo podría subir un 15%.

El aumento de las temperaturas también afecta la productividad de los trabajadores agrícolas: en 2030 podrían perderse en América Latina y el Caribe 2,5 millones de puestos de trabajo equivalentes a jornada completa a causa de las olas de calor, la mayoría de ellos en el sector agrícola (Saget et al., 2020). Según una proyección climática para 2050, los efectos combinados del cambio climático sobre los rendimientos y la productividad de los agricultores podrían costar alrededor del 0,5% del PIB de la producción agrícola de un país típico de la región (Banerjee et al., 2021).

El aumento de las temperaturas desplaza las zonas aptas para los cultivos hacia el polo y a mayores altitudes, lo que repercute en la producción de alimentos, fibra y madera. En Nicaragua, la altitud óptima para el cultivo del café aumentará 400 metros, hasta los 1.200-1.600 metros sobre el nivel del mar en 2050 (Laderach et al., 2009). En El Salvador, el 30% de las actuales zonas de producción de café dejarán de ser aptas para el café arábica en 2050 (Fernandez-Kolb, 2019). Algunas zonas serán inundadas por el océano, otras se convertirán en desiertos. Hasta un 30% de las zonas explotadas en el mundo dejarán de ser aptas para la producción de alimentos o materiales en 2030 (Bezner Kerr et al., 2022).<sup>3</sup>

Las olas de calor, la sequía, las lluvias excesivas, las inundaciones y el retraso en el inicio de la temporada de lluvias provocan la pérdida de cosechas y de alimentos (alimentos cosechados que se echan a perder antes de ser vendidos al consumidor final) (Bezner Kerr et al., 2022). El cambio climático aumenta el riesgo de malas cosechas simultáneas en varias de las principales regiones productoras de cultivos (Hasegawa et al., 2022). Fallos simultáneos en varias de las principales regiones de producción agrícola pueden reducir la producción mundial hasta en un 20%.

Los efectos en la alimentación también repercuten en la pobreza y el hambre (Hartinger et al., 2023). Casi la mitad de los hogares rurales de América Latina y el Caribe son pobres y sus ingresos suelen depender de la agricultura, la pesca o la silvicultura (IDB, 2021). La desnutrición afectó al 6,5% de la población rural y urbana de la región en 2022, incluido casi el 20% de la población total en Bolivia, Honduras, Nicaragua y Venezuela, y hasta el 45% en Haití (FAO, 2023).

La alimentación no es la única actividad económica que depende de la naturaleza. El aumento del nivel del mar y la degradación del medio ambiente repercutirán en el sector turístico, ya que afectan los paisajes, las playas, los arrecifes de coral y los puntos de observación de animales. El Caribe es especialmente vulnerable en este sentido, debido a que los ingresos procedentes del turismo internacional representan el 33% de sus ingresos de exportación, y hasta el 80% en las Bahamas (WDI, 2023). Por ejemplo, tras los huracanes la llegada de turistas cae un 30%. Aunque la mayor parte de esta reducción procede de la destrucción de las infraestructuras de transporte y hostelería, el capital natural también se ve afectado (Rozenberg et al., 2021).

<sup>3</sup> Mientras que otras regiones pueden volverse más aptas para la producción de alimentos, estas tienden a estar lejos de los asentamientos humanos, como en el norte de Canadá o en Siberia, y tienden a estar en latitudes más altas, donde no hay mucha tierra en América del Sur.

# Una vida mejor con la naturaleza: opciones de adaptación

## Salvaguardar la tierra y los océanos

Proteger las zonas terrestres y oceánicas es crucial para mejorar la capacidad de los ecosistemas de soportar los impactos climáticos. En la 15ª Conferencia de las Naciones Unidas sobre Biodiversidad, los países acordaron proteger el 30% de las tierras, aguas interiores, zonas costeras y océanos del mundo para 2030. Se trata de objetivos ambiciosos: solo el 17% de las zonas terrestres y el 10% de las zonas marinas estaban bajo protección en 2022 (Convention on Biological Diversity, 2022). Las zonas protegidas en América Latina y el Caribe cubren el 19% y el 24% de los océanos y las tierras, respectivamente, aunque muchos carecen aún de financiamiento y de planes de gestión (Álvarez Malvido et al., 2021). Mantener los ecosistemas existentes y la cobertura de bosque mediante la creación de zonas protegidas y la reorientación del crecimiento de las ciudades y las tierras de cultivo lejos de los ecosistemas autóctonos es un primer paso. La rehabilitación de tierras degradadas es el segundo paso, y se consigue restaurando dunas, marismas, riberas, praderas y bosques.

También es importante crear corredores que conecten las zonas protegidas y permitan la dispersión y migración de las especies (Costello et al., 2022). En Ecuador, la recientemente creada “Reserva Marina Hermandad” protege 60.000 kilómetros y establece un corredor transnacional entre la salida a la Reserva Marina Galápagos y la frontera marítima de Costa Rica (IDB, 2023). Las autopistas y carreteras son un factor clave en la fragmentación, ya que las plantas y los animales quedan aislados unos de otros. En Costa Rica, los pasos subterráneos para la fauna silvestre permiten a varias especies autóctonas, como ocelotes, armadillos y tacuacines, cruzar la autopista que atraviesa el Refugio Nacional de Vida Silvestre Hacienda Barú, lo que reduce significativamente la mortalidad por colisión (Villalobos-Hoffman et al., 2022). En Quintana Roo, México, los pasos

subterráneos y las alcantarillas ayudan a los jaguares y a otras 12 especies a cruzar con seguridad la autopista que atraviesa dos Unidades de Conservación del Jaguar (González-Gallina et al., 2018).

Es fundamental evitar las prácticas con un impacto medioambiental especialmente negativo y fomentar otras más sostenibles en todas las actividades económicas. Esto significa, por ejemplo, prohibir la pesca de arrastre y el dragado y controlar la sobrepesca para permitir la recuperación de los ecosistemas marinos (FAO, 2022). Las adaptaciones a menor escala también pueden ayudar. En Perú, la aplicación de la norma de utilizar redes hexagonales en lugar de cuadradas reduce en gran medida las capturas accesorias no sostenibles en la pesca de la anchoa (IDB, 2019b). En tierra, las prácticas medioambientales en las actividades agrícolas e industriales, como el control del uso de pesticidas, contribuyen a reducir la contaminación. Por el contrario, los cultivos destinados a la producción de biocombustibles corren el riesgo de empeorar la degradación de los ecosistemas y la seguridad alimentaria (la solar y la eólica son fuentes de energía mucho mejores) (Ver el recuadro 2.1). Del mismo modo, debe evaluarse cuidadosamente el impacto de la tala de bosques para producir leña (para calefacción y cocina) y materiales de construcción (Peng et al., 2023). La tierra es limitada; la prioridad debe ser utilizarla para la producción de alimentos y la conservación de la biodiversidad (Sear-chinger et al., 2023).

Las soluciones basadas en la naturaleza para adaptarse al cambio climático en distintos sectores económicos también ayudan a restaurar los ecosistemas. Por ejemplo, aumentar la cubierta arbórea urbana fomenta la biodiversidad al tiempo que reduce la vulnerabilidad a las olas de calor. Restaurar los manglares a lo largo de las costas también favorece la biodiversidad y brinda protección contra las inundaciones (Hallegatte et al., 2016; IPCC, 2019; Parmesan et al., 2022).

## RECUADRO 2.1:

### El peligro de los biocombustibles

Los biocombustibles se proponen a menudo como una forma de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del transporte. Pero los análisis rigurosos de sus resultados económicos y medioambientales demuestran que los biocombustibles empeoran la seguridad alimentaria y destruyen los ecosistemas.

De hecho, aunque existen muchas tecnologías de biocombustibles, las únicas comercialmente maduras, hasta la fecha, son el bioetanol producido a partir de la fermentación de cultivos de azúcar o almidón, el biodiésel a partir de cultivos oleaginosos y aceites usados, y el biometano a partir de residuos (Jaramillo et al., 2021). La mayor parte del biocombustible utilizado en el transporte procede de cultivos, como la caña de azúcar, el maíz y la soja (IEA, 2022). Los biocombustibles basados en residuos utilizan aceite de cocina o grasas animales como materia prima, pero solo representaban el 8% de los biocombustibles en 2021 debido a la escasa disponibilidad de tecnología y materia prima (IEA, 2022).

Los biocombustibles no son más baratos que los combustibles fósiles ni están menos sujetos a las variaciones de precios del mercado internacional. El biodiésel y el bioetanol producidos en Estados Unidos y Brasil costaban 80 y 60 centavos de dólar por litro, respectivamente, en 2017, frente a los entre 40 y 60 centavos del diésel y los entre 50 y 60 centavos de la gasolina (IEA, 2017). Tras la pandemia de COVID-19 y la invasión rusa de Ucrania, los shocks de los precios agrícolas provocaron un aumento de los precios de los biocombustibles de entre el 70% y el 150%, mientras que el crudo solo aumentó un 40% (IEA, 2021). Sin embargo, países como Brasil, Canadá, India e Indonesia subvencionan u obligan al uso de biocombustibles (IEA, 2022). En la Unión Europea, la mezcla obligatoria de biocombustibles cuesta a los contribuyentes 17.000 millones de euros al año (Marahrens, 2022).

Los analistas suelen considerar que los biocombustibles son neutros en carbono, ya que suponen erróneamente que las emisiones de la combustión se compensan con el carbono capturado por las plantas durante su crecimiento. Sin embargo, la quema de biocombustibles genera emisiones de metano y carbono negro procedentes de una combustión imperfecta,

con un impacto mucho mayor en el calentamiento global que el dióxido de carbono capturado por el cultivo de biomasa. Los cultivos para biocombustibles también emiten óxido nitroso procedente de los fertilizantes sintéticos. El desmonte de tierras para su cultivo provoca deforestación.

Teniendo en cuenta la deforestación y el uso de fertilizantes, los biocombustibles producen entre un 35% y un 230% más emisiones que el diésel y la gasolina (Searchinger et al., 2018). Y lo que es más importante, aunque no se produzcan en tierras recientemente despojadas de vegetación autóctona, los cultivos para biocombustibles desplazan los cultivos alimentarios. Como consecuencia, aumentan el precio de los alimentos, promueven la expansión de la agricultura y provocan la deforestación en otro lugar. La cuestión no es dónde se cultivan los biocombustibles, sino cuánta tierra utilizan.

En cambio, el uso de la tierra para instalar paneles solares y cargar vehículos eléctricos genera un 91% menos emisiones que el uso de combustibles fósiles (Searchinger et al., 2018). Los paneles solares y la infraestructura de transmisión tienen un impacto insignificante en el uso del suelo y la deforestación. Los vehículos eléctricos, a diferencia de los biocombustibles, tampoco emiten contaminación atmosférica local derivada de la combustión. Además, las baterías se están abaratando rápidamente y son capaces de mantener autonomías más largas, mientras que el costo de los biocombustibles sigue siendo decepcionantemente alto (Witcover and Williams, 2020). Esto ha contribuido a que la cuota de mercado de los vehículos eléctricos haya alcanzado el 14% de los vehículos nuevos de carretera vendidos en todo el mundo en 2022, frente a solo el 9% en 2021 (IEA, 2022).

La electricidad producida a partir de energía eólica o solar es, por tanto, el combustible favorito para descarbonizar el transporte por carretera de corta y media distancia. Las nuevas tecnologías propuestas podrían utilizar materias primas no alimentarias para producir biocombustibles o combustibles sintéticos para el transporte de larga distancia en el futuro, incluidos los denominados combustibles de aviación sostenibles, pero requieren una investigación y un desarrollo considerables para llegar a su punto de maduración (NREL 2022).

## Aumentar la resiliencia a los fenómenos meteorológicos extremos

La intervención más obvia para reducir la vulnerabilidad de la producción alimentaria a la sequía y a la variabilidad de las precipitaciones son aumentar la eficiencia de la gestión del agua. En un ejemplo extremo, el rendimiento del frijol de temporal podría disminuir más de un 30% en Bolivia bajo la influencia del cambio climático, mientras que el rendimiento del frijol de riego disminuiría menos de un 5% (Prager et al., 2022). Es importante señalar que la construcción de embalses y la mejora del riego tradicional no son suficientes si el cambio climático reduce las precipitaciones totales, si aumenta la demanda de otros usos del agua o si los suelos están demasiado degradados para retener el agua. Las inversiones solo deben hacerse después de considerar todos los usos del agua, las fuentes y las técnicas grises y verdes para mejorar la salud del suelo y la eficiencia hídrica (IDB, 2019a).<sup>4</sup> Las tecnologías para mejorar la gestión del agua incluyen el riego por goteo, el cultivo en terrazas y la recogida de agua lluvia (Sova et al., 2018).

Los servicios de salud agrícola pueden potenciar la resistencia a las plagas y a las enfermedades animales y vegetales. Entre las opciones para mejorar dichos servicios se incluyen la implementación de medidas de vigilancia sanitaria y fitosanitaria, y, en caso de fallos en la prevención (y en otras medidas como la diversificación de los sistemas agrícolas), el uso de medidas de control que minimicen los impactos en el ecosistema (FAO, 2021).

Reforzar la infraestructura de transporte también aumenta la resiliencia del sistema alimentario en caso de pérdidas en las cosechas (Hallegatte et al., 2016). Las redundancias en la red de transporte ayudan a evitar interrupciones y garantizan la entrega puntual de los alimentos o, en caso de pérdidas importantes de alimentos, el rápido desvío de las rutas de abastecimiento para compensarlas.<sup>5</sup>

## Fuerza y diversidad

Para crear un sistema alimentario sostenible al tiempo que se preservan los ecosistemas, una estrategia clave es aumentar el rendimiento de la agricultura, medido en términos de producción de alimentos o valor añadido creado por unidad de tierra. Para una determinada demanda de alimentos, un mayor

rendimiento significa más tierra disponible para los ecosistemas (Searchinger et al., 2019). Uno de los pasos consiste en adaptar los cultivos a los cambios climáticos locales, un proceso que implica la reubicación o el cambio de cultivos (IPCC, 2019). En Colombia, Nicaragua y Honduras, complementar cultivos tradicionales como la soja, el trigo y el maíz con la yuca y el ñame podría mejorar la seguridad alimentaria ante el cambio climático (Prager et al., 2022).

Aumentar la diversidad en la granja es bueno para la naturaleza y para los rendimientos (Snapp et al., 2021; Dittmer et al., 2023; Ewer et al., 2023). Los sistemas de producción mixtos, como el doble cultivo o la agrosilvicultura, la rotación de cultivos y el uso de setos, pueden aumentar la productividad de la tierra, mejorar la eficiencia hídrica, capturar carbono y albergar una biodiversidad más rica y abundante que los sistemas más sencillos (Estrada-Carmona et al., 2022). La diversidad vegetal también ayuda a regular las plagas de los cultivos, como los hongos patógenos, las malas hierbas y los insectos dañinos, al tiempo que reduce o elimina los pesticidas (IPCC, 2019; INRAE, 2022). También está demostrado que los grandes bloques de hábitats naturales, rodeados de sistemas agrícolas diversificados tanto a escala de campo como de paisaje, son los que mejor sustentan la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el rendimiento de los cultivos (Kremen y Geladi, 2023).

Los principios de la agroecología también pueden ayudar a combatir la desertificación y a aumentar la resiliencia frente a los efectos del cambio climático. Su objetivo es promover la biodiversidad y suelos sanos en las explotaciones agrícolas, así como hacer hincapié en la creación conjunta y el intercambio de conocimientos con agricultores locales (Leippert et al., 2020). La agrosilvicultura, por ejemplo, es la práctica de combinar árboles con otros cultivos. Se utiliza habitualmente en la región para los cafetales y el cacao. Las técnicas de control de la erosión —por ejemplo, adaptar las variedades de cultivo a los tipos de tierra y suelo y seleccionar cultivos de raíces profundas que ayuden a reducir la descomposición y el deslizamiento del suelo— también contribuyen a minimizar la pérdida de rendimiento (IPCC, 2019; Bioversity International, 2017).

Los sistemas silvopastoriles, en el caso del ganado vacuno, pueden promover una producción de alimentos resiliente y la conservación de la

<sup>4</sup> Ver el Capítulo 3: Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento.

<sup>5</sup> Ver el Capítulo 5: Impulsando la adaptación en el sector del transporte.

biodiversidad (Peri et al., 2016; Chará et al., 2019). Dicho sistema consiste en plantar árboles y arbustos en las tierras de pastoreo o integrar los pastos en los bosques o huertos existentes. Los árboles y arbustos estabilizan la disponibilidad de forraje durante todo el año. Lo hacen directamente al producir alimento para el ganado e indirectamente al promover la retención del suelo y el agua, favoreciendo a su vez la producción de forraje. En Colombia, México y Argentina, la conversión a sistemas silvopastoriles aumentó la producción de forraje y mejoró los rendimientos cárnicos y lácteos, al tiempo que contribuyó a la conservación de los bosques, la restauración de zonas degradadas y la mejora de la biodiversidad (Chará et al., 2019). Una muestra de una explotación agrícola en Colombia ha registrado aumentos del 300% en aves, del 60% en hormigas y del 100% en escarabajos peloteros. Los sistemas silvopastoriles también proporcionan sombra que limita el estrés térmico del ganado, aumentando la productividad. Otras opciones para aumentar la resiliencia del ganado son suministrar suplementos alimenticios, aplicar el pastoreo rotativo para permitir una recuperación suficiente de los pastizales y utilizar variedades mejoradas de forraje (Sova et al., 2018).

### Mejores dietas y menos desperdicio

Cambiar lo que la gente come es esencial para reducir la presión sobre los ecosistemas y adaptarse al cambio climático. En América Latina y el Caribe, los patrones de consumo de carne de res son heterogéneos. Los países del Cono Sur son los campeones mundiales en consumo de carne de res, tres veces más que los europeos y un 50% más que los norteamericanos (Dumas et al., 2022). Pero mucho de algo

sabroso<sup>6</sup> a veces puede ser demasiado: solo en 2018 el consumo excesivo de carne roja causó la muerte de 66.000 personas en Argentina, Brasil y Colombia (Romanello et al., 2021). Entretanto, en América Central y el Caribe muchos hogares siguen padeciendo niveles inadecuados de ingesta de proteínas animales (IDB, 2019a).

Las dietas que dependen menos de la carne de res y de los productos lácteos pueden ser más sanas, reducir drásticamente la presión sobre el uso de la tierra y el agua y fomentar la diversificación del sistema alimentario. Dumas et al. (2022) señalan que la ingesta regional de carne de res podría reducirse a la mitad para 2050, al tiempo que mejorarían los resultados nutricionales en todos los países. En el escenario que proponen, el consumo de carne de res aumenta en los países más pobres de la región, especialmente en América Central y el Caribe, pero se reduce entre un 45% y un 85% entre los mayores consumidores en América del Sur. El resultado es que se detiene la deforestación en la región y la producción de alimentos deja espacio para una reforestación masiva.

Por último, reducir el desperdicio y las pérdidas de alimentos aumenta la eficiencia del sistema alimentario. Hasta el 30% de los alimentos producidos en el mundo se pierden antes de llegar a los mercados o son desperdiciados por los consumidores finales (IPCC, 2019). Algunas opciones para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos incluyen la mejora de las técnicas de recolección y del almacenamiento en las explotaciones, las inversiones en la cadena de frío, las infraestructuras de transporte, el envasado, la venta al por menor y la educación (IPCC, 2019).

<sup>6</sup> Dos de los autores confiesan que disfrutan comer asados.



# Maridaje: política alimentaria y conservación de la biodiversidad

La producción de alimentos y la conservación de los recursos naturales están estrechamente relacionadas. A fin de fomentar ambos objetivos, los gobiernos deben reducir la fragmentación institucional y distribuir mejor las responsabilidades y decisiones entre los actores públicos y privados. Lograr la participación de las partes interesadas, incluidas las comunidades locales e indígenas, en las decisiones y procesos de planificación en torno a la biodiversidad y la producción de alimentos mejora su desarrollo y ejecución (IPCC, 2019).

## Un festín regulatorio

Las regulaciones de zonificación pueden fomentar la conservación y contribuir a hacer frente a los efectos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar (Hallegatte et al., 2016; IPCC, 2019). En Belice, cualquier intervención en los manglares requiere la autorización previa del Departamento Forestal y el pago de una tarifa (WWF, 2021). Esta reciente norma pretende apoyar la conservación de los 742 kilómetros cuadrados de manglares del país, amenazados por la construcción, sobre todo en terrenos de propiedad extranjera dedicados al turismo. Del mismo modo, parte de la solución para que la acuicultura sea más sostenible consiste en evitar las zonas ecológicamente vulnerables, adaptar la composición de las especies a las condiciones locales o reubicar las especies en condiciones adecuadas (FAO, 2022).

Las políticas de titulación de tierras pueden promover la adaptación y la sostenibilidad. En 1994, Guatemala emitió una concesión de 25 años para empresas forestales de propiedad comunitaria dentro de la Reserva de Biosfera Maya. La concesión otorgaba derechos de gestión sostenible y tala de madera bajo la supervisión de algunas ONG, donantes y organismos gubernamentales. El modelo de propiedad proporcionó a más de diez mil agricultores ingresos combinados cercanos a los USD\$ 5 millones entre 2006 y 2007. También aumentó la diversidad de aves, animales e insectos y redujo los incendios forestales, la tala ilegal y la caza (WRI, 2008).

El desarrollo urbano también puede integrarse en el ecosistema local, minimizando su destrucción y reduciendo la contaminación mediante una mejor gestión de los residuos (Parmesan et al., 2022). En la década de 1960, la ciudad de Curitiba, Brasil, implementó un “Plan Maestro Urbano” buscando orientar el desarrollo de la ciudad según un patrón radial lineal, que protegía los espacios verdes entre las ciudades (WRI, 2011).

La política gubernamental también debería aspirar a aumentar la diversidad genética de los alimentos. Una forma de hacerlo es reformando las normas sobre créditos y seguros, que a menudo favorecen a unas pocas especies (Bioversity International, 2017). También es importante reformar los derechos de propiedad que limitan el uso, almacenamiento, intercambio y duplicación de semillas (Prieler, 2022). Las normas actuales son a menudo contrarias a las prácticas ancestrales y al derecho internacional, como por ejemplo el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Campesinos.

Los gobiernos también pueden aumentar la variedad de alimentos y reducir el desperdicio promoviendo cambios en la dieta, estableciendo directrices de salud pública y racionalizando la contratación pública (IPCC, 2019). Las directrices alimentarias y de salud de los gobiernos que fomentan la producción tradicional de alimentos pueden aumentar el patrimonio genético de las fuentes alimentarias (Bioversity International, 2017). La educación nutricional es una estrategia eficaz para influir en las dietas. Las acciones de contratación pública, como el cambio en los menús alimentarios de las escuelas públicas, también pueden promover un cambio en las dietas y la diversidad alimentaria.

## Sembrando el cambio: información y comunicación

Los gobiernos deberían mejorar la difusión de información sobre el cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos y las mejores prácticas. Mejorar la calidad, la cantidad y el acceso a la información (incluidos los sistemas de alerta temprana) puede marcar una diferencia significativa. Puede ayudar a los responsables de la toma de decisiones a ajustar sus actividades, especialmente las relacionadas con la agricultura y la protección de la biodiversidad, para que tengan en cuenta los cambios climáticos, como los son la disminución de las precipitaciones o los riesgos de plagas y fenómenos meteorológicos extremos (IPCC, 2019, WFP, 2021).

Entre las medidas comprobadas en materia de información figuran la ampliación del uso y la precisión de los servicios y previsiones climáticos y el aumento de la disponibilidad de conocimientos sobre los recursos terrestres e hídricos. También incluyen la ampliación de la vigilancia de la biodiversidad y el establecimiento de sistemas de alerta temprana contra plagas y desastres naturales (IPCC, 2019). Incluso las soluciones de bajo presupuesto pueden tener un impacto significativo. En El Salvador, un sistema de alerta temprana de bajo costo llamado “Estación Verde” difunde información meteorológica y climática a través de la radio y de un podcast (WFP, 2021).

Los responsables de la toma de decisiones también se benefician de la información sobre la viabilidad y disponibilidad futuras de las fuentes de alimentos, las alternativas de sustitución y las adaptaciones específicas de cada región que pueden implementarse (Prager et al., 2022). Los gobiernos pueden financiar estudios que ayuden a los actores locales a poner en práctica las adaptaciones necesarias, ya que la falta de información específica sobre la región suele ser un obstáculo. Los estudios pertinentes incluyen evaluaciones de impacto e investigaciones sobre el cambio climático en sus respectivos países, posibles adaptaciones y mejoras tecnológicas para las actividades locales.

El seguimiento por parte de los gobiernos de las poblaciones de peces en océanos y mares les permite prever el impacto del cambio climático y fijar las cuotas pesqueras en consecuencia (FAO, 2022). En Perú, el gobierno ha instalado recientemente equipos

informáticos y ha desarrollado modelos que le permiten tener en cuenta el cambio climático a la hora de actualizar las cuotas pesqueras y elaborar planes de adaptación (IDB, 2019b). Lo ideal sería fijar las cuotas tras analizar múltiples escenarios de las condiciones futuras del océano, evaluando cómo el cambio climático, la pesca y otras actividades humanas podrían afectar a las poblaciones marinas.<sup>7</sup>

El desarrollo de capacidades también es necesario para promover sistemas agrícolas más resilientes y positivos para la naturaleza. Mayor diversidad en la explotación agrícola significa mayor complejidad, incluso en materia de investigación y desarrollo, conocimientos de los agricultores y desarrollo de habilidades. Los conocimientos ecológicos de los agricultores se correlacionan con el comportamiento ecológico de la producción agrícola (Wyckhuys et al., 2019). Se están experimentando nuevos enfoques de los servicios de asesoramiento rural (Davis et al., 2021) como Living Labs (MACS, 2019) y Farmers Field Schools (Berg et al., 2023).

## Gastos que dan fruto

El cambio climático hace de la agricultura una inversión más arriesgada. La mejora de los regímenes de seguros, combinada con políticas de reducción de riesgos es clave para, por un lado, reducir el impacto de las sequías y otras condiciones climáticas desfavorables sobre los medios de subsistencia de los agricultores y, por el otro, mejorar la seguridad alimentaria (Hansen et al., 2019).<sup>8</sup> También es importante impulsar el acceso al crédito. Aunque el acceso al crédito aumenta el rendimiento y reduce el riesgo, los agricultores de la región tienen un acceso limitado al mismo debido a los riesgos y ciclos inherentes a la agricultura, a la escasez de activos físicos que puedan utilizarse como garantía y a la dificultad de obtener información fiable sobre la capacidad de reembolso de los prestatarios (IDB, 2019a). Los gobiernos también pueden proteger a los hogares pobres de las consecuencias de estos acontecimientos proporcionándoles redes de seguridad social, como transferencias monetarias indexadas a los precios de los alimentos (Hallegatte et al., 2016).<sup>9</sup>

Los gobiernos pueden pagar a los agricultores para que conserven los ecosistemas en lugar de producir alimentos o fibra. Costa Rica diseñó un programa de

<sup>7</sup> Ver *Toma de Decisiones bajo Incertidumbre Profunda* en el Capítulo 1.

<sup>8</sup> Capítulo 9: *Adaptar las finanzas públicas y privadas para el financiamiento de la adaptación*

<sup>9</sup> Capítulo 8: *Lluvia sobre mojado: el riesgo económico y ambiental para los pobres.*

pago por servicios medioambientales que compensa a los terratenientes por la conservación de los bosques. El pago se financia principalmente mediante un impuesto sobre el combustible y forma parte de una ley más amplia que prohíbe la deforestación. Juntas, estas políticas han sido fundamentales para ayudar a Costa Rica a aumentar la cobertura de bosque hasta el 52% de su territorio en 2021, frente a solo el 25% en 1987.

En términos más generales, los gobiernos deberían destinar fondos públicos a la conservación de la biodiversidad. A escala mundial, los proyectos de conservación solo reciben entre USD\$ 77.000 y USD\$ 87.000 millones al año, cuando se calcula que se necesitan entre USD\$ 200.000 y USD\$ 300.000 millones para preservar y restaurar los ecosistemas (Deutz et al. 2020). En la región, se están probando nuevos instrumentos financieros para la preservación de la biodiversidad. En Barbados, el gobierno canjeó recientemente deuda antigua por deuda nueva más barata, obtenida tras comprometerse a redirigir los ahorros al financiamiento de su nueva área marina protegida. El acuerdo, negociado por The Nature Conservancy y el Banco Interamericano de Desarrollo, permitió al gobierno dedicar USD\$ 50 millones a la protección de la biodiversidad (IDB, 2022). Del mismo modo, Ecuador ha realizado recientemente el

mayor canje de deuda por naturaleza de la historia, lo que le ha permitido dedicar USD\$ 323 millones a la conservación de las reservas Galápagos y La Marina Hermandad (IDB, 2023).

Por último, resulta crucial reformar las subvenciones agrícolas. La producción actual y las ayudas internas a la agricultura que distorsionan el comercio, repercuten negativamente en el clima y en el medio ambiente (Ash and Cox, 2022). Los gobiernos de todo el mundo destinan cerca de USD\$ 540.000 millones anuales a apoyar a los productores agrícolas, principalmente en los sectores de la carne de res y los lácteos. Pero se ha descubierto que el 87% de esas ayudas son ineficaces y poco equitativas, además de generar riesgos relacionados con la contaminación y el fomento de dietas poco saludables (FAO, UNDP, y UNEP, 2021). Reorientar las subvenciones para incentivar la diversidad y las prácticas respetuosas con la naturaleza, como la agrosilvicultura y el sistema silvopastoril, mejoraría la seguridad alimentaria y los ingresos rurales. También se protegerían o restaurarían millones de hectáreas de ecosistemas (Ding et al., 2021). Redirigir unos USD\$ 70.000 millones al año supondría un beneficio neto de más de USD\$ 2 billones en 20 años (Gautam et al., 2022).

# Referencias

- Abrams, L., (2018), Unlocking the potential of enhanced rainfed agriculture. Stockholm International Water Institute Report no. 39.
- Álvarez Malvido, M., Lázaro, C., De Lamo, X., Juffe-Bignoli, D., Cao, R., Bueno, P., Sofrony, C., Maretti, C. y Guerra, F. (Editores). (2021). Informe Planeta Protegido 2020: Latinoamérica y el Caribe. UNEP-WCMC, CMAP-UICN, WWF, CONANP y Proyecto IAPA.
- Ash, K & A. Cox, 2022. Desktop analysis of agricultural subsidies and environmental impacts. Institute for International Trade Working Paper 10.
- Baraer, M., Mark, B. G., McKENZIE, J. M., Condom, T., Bury, J., Huh, K. I., ... & Rathay, S. (2012). Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology*, 58(207), 134-150.
- Banerjee, Onil, et al. 2021. Climate change impacts on agriculture in Latin America and the Caribbean: an application of the Integrated Economic-Environmental Modeling (IEEM) Platform. IDB Working Paper 1289.
- Biodiversity International. 2017. Mainstreaming agrobiodiversity in sustainable food systems: Scientific foundations for an agrobiodiversity index. Biodiversity International.
- Benton, T. G., Bieg, C., Harwatt, H., Pudasaini, R., & Wellesley, L. (2021). Food system impacts on biodiversity loss. Three levers for food system transformation in support of nature. Chatham House, London.
- Berg, H. van den, Phillips, S. & Morales-Abubakar, A.L.C. 2023. Monitoring, evaluation and learning in farmer field school programmes – A framework and toolkit. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bezner Kerr, R., T. Hasegawa, R. Lasco, I. Bhatt, D. Deryng, A. Farrell, H. Gurney-Smith, H. Ju, S. Lluch-Cota, F. Meza, G. Nelson, H. Neufeldt, and P. Thornton, 2022: Food, Fibre, and Other Ecosystem Products. 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*. Cambridge University Press, Cambridge
- Boedeker, W., Watts, M., Clausing, P. and Marquez, E., 2020. The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. *BMC public health*, 20(1), pp.1-19.
- Bowman, D. M., Moreira-Muñoz, A., Kolden, C. A., Chávez, R. O., Muñoz, A. A., Salinas, F., ... & Johnston, F. H. (2019). Human–environmental drivers and impacts of the globally extreme 2017 Chilean fires. *Ambio*, 48, 350-362.
- Chará J., Reyes E., Peri P., Otte J., Arce E., Schneider F. 2019. Silvopastoral Systems and their Contribution to Improved Resource Use and Sustainable Development Goals: Evidence from Latin America. FAO, CIPAV and Agri Benchmark.
- Convention on Biological Diversity. (2022). Historic agreement reached at UN Biodiversity Conference to halt and reverse biodiversity loss by 2030.
- Costello, M.J., M.M. Vale, W. Kiessling, S. Maharaj, J. Price, and G.H. Talukdar, 2022: Cross-Chapter Paper 1: Biodiversity Hotspots. 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*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2123-2161, doi:10.1017/9781009325844.018.
- Da Silva, V.D.P.R., De Oliveira, S.D., Hoekstra, A.Y., Dantas Neto, J., Campos, J.H.B., Braga, C.C., De Araújo, L.E., Aleixo, D.D.O., De Brito, J.I.B., De Souza, M.D. and De Holanda, R.M., 2016. Water footprint and virtual water trade of Brazil. *Water*, 8(11), p.517.
- Davis, K.E., Makhija, S. and Spielman, D.J., 2021. Agricultural extension and rural advisory services: What have we learned? What's next?. *Intl Food Policy Res Inst.*
- Deutz, A., Heal, G. M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Zhu, L., Delmar, A., Meghji, A., Sethi, S. A., and Tobinde la Puente, J. (2020). *Financing Nature: Closing the global biodiversity financing gap*. The Paulson Institute, The Nature Conservancy, and the Cornell Atkinson Center for Sustainability.
- Ding, H., Markandya, A., Feltran-Barbieri, R., Calmon, M., Cervera, M., Duraisami, M., Singh, R., Warman, J. and Anderson, W., 2021. Repurposing agricultural subsidies to restore degraded farmland and grow rural prosperity.
- Dittmer, K.M., Rose, S., Snapp, S.S., Kebede, Y., Brickman, S., Shelton, S., Egler, C., Stier, M. and Wollenberg, E., 2023. Agroecology can promote climate change adaptation outcomes without compromising yield in smallholder systems. *Environmental Management*, pp.1-10.
- Dumas, P., Wirsenius, S., Searchinger, T., Andrieu, N., Vogt-Schilb, A., 2022. Opciones de la agricultura y los cambios del uso del suelo para alcanzar cero emisiones netas en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Estrada-Carmona, N., Sánchez, A.C., Remans, R. and Jones, S.K., 2022. Complex agricultural landscapes host more biodiversity than simple ones: A global meta-analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(38), p.e2203385119.

- Ewer, Theodora, Talia Smith, Seth Cook, Sarah Jones, Fabrice Declerck, Helen Ding (2023). Aligning regenerative agricultural practices with outcomes to deliver for people, nature and climate. The Food and Land Use Coalition.
- FAO. 2019. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture, J. Bélanger & D. Pilling (eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments
- FAO. 2021. Plant health and climate change. Food and Agriculture Organization.
- FAO, UNDP and UNEP. 2021. A multi-billion-dollar opportunity – Repurposing agricultural support to transform food systems. Food and Agriculture Organization, United Nations Development and Environment Programmes.
- FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Food and Agriculture Organization.
- FAO. 2023. The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Food and Agriculture Organization
- Fernandez-Kolb P, Castro-Llanos F, Martínez-Valle A, Siles P, Läderach P, Lundy M, Bunn C. 2019. Café sostenible adaptado al clima en El Salvador. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Fuentes-Castillo, T., Hernández, H. J., & Pliscoff, P. (2020). Hotspots and ecoregion vulnerability driven by climate change velocity in Southern South America. *Regional Environmental Change*, 20, 1-15.
- Gautam, Madhur; Laborde, David; Mamun, Abdullah; Martin, Will; Pineiro, Valeria; Vos, Rob. 2022. Repurposing Agricultural Policies and Support: Options to Transform Agriculture and Food Systems to Better Serve the Health of People, Economies, and the Planet. World Bank.
- González-Gallina, A., Hidalgo-Mihart, M. G., & Castelazo-Calva, V. (2018). Conservation implications for jaguars and other neotropical mammals using highway underpasses. *PLoS One*, 13(11), e0206614.
- Gunstone, T., Cornelisse, T., Klein, K., Dubey, A., & Donley, N. (2021). Pesticides and soil invertebrates: A hazard assessment. *Frontiers in Environmental Science*, 122.
- Hallegatte, Stephane; Bangalore, Mook; Bonzanigo, Laura; Fay, Marianne; Kane, Tamaro; Narloch, Ulf; Rozenberg, Julie; Treguer, David; Vogt-Schilb, Adrien. 2016. Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty. World Bank.
- Hansen, J., Hellin, J., Rosenstock, T., Fisher, E., Cairns, J., Stirling, C., Lamanna, C., van Etten, J., Rose, A. and Campbell, B., 2019. Climate risk management and rural poverty reduction. *Agricultural Systems*, 172, pp.28-46.
- Hartinger, S.M., Yglesias-González, M., Blanco-Villafuerte, L., Palmeiro-Silva, Y.K., Lescano, A.G., Stewart-Ibarra, A., Rojas-Rueda, D., Melo, O., Takahashi, B., Buss, D. and Callaghan, M., 2023. The 2022 South America report of The Lancet Countdown on health and climate change: trust the science. Now that we know, we must act. *The Lancet Regional Health–Americas*, 20.
- Hasegawa, T., Wakatsuki, H. and Nelson, G.C., 2022. Evidence for and projection of multi-breadbasket failure caused by climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 58, p.101217.
- IDB. 2019a. Agricultural Sector Framework Document. InterAmerican Development Bank.
- IDB, 2019b. Avances del Perú en la adaptación al cambio climático del sector pesquero y del ecosistema marino-costero. Banco Interamericano de Desarrollo.
- IDB, 2021. Social Protection and Poverty Sector Framework Document. InterAmerican Development Bank.
- IDB, 2022. Barbados afianza financiamiento climático en su agenda con apoyo del BID y Nature Conservancy. Banco Interamericano de Desarrollo. Comunicado de prensa.
- IDB, 2023. Ecuador completa la mayor conversión de deuda por naturaleza del mundo con apoyo del BID y DFC. Banco Interamericano de Desarrollo. Comunicado de prensa.
- IEA. (2017). Biofuel and fossil-based transport fuel production cost comparison. International Energy Agency
- IEA (2022), Biofuels. International Energy Agency [iea.org/reports/biofuels](https://www.iea.org/reports/biofuels)
- INRAE, 2022. Protect crops by increasing plant diversity in agricultural areas. Summary report of the collective scientific assessment. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.
- IPBES. 2016. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

- IPBES. 2019. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- IPCC, 2019: Summary for Policymakers. 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 [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo 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, J. Malley, (eds.)].
- Jaramillo, P., S. Kahn Ribeiro, P. Newman, S. Dhar, O.E. Diemuodeke, T. Kajino, D.S. Lee, S.B. Nugroho, X. Ou, A. Hammer Strømman, J. Whitehead, (2022). Transport. In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kadie, T. (2018). The Price of a Fish: Illegal Fishing and the Consequences for Latin America. Berkeley Political Review, May.
- Kremen, C. and Geladi, I., 2023. Land-Sparing and Sharing: Identifying Areas of Consensus, Remaining Debate and Alternatives. In *Reference Module in Life Sciences*.
- Laderach, P., Jarvis, A., & Ramirez, J. (2009). The Impact of Climate Change in Coffee-Growing Regions: The Case of 10 Municipalities in Nicaragua.
- Leal, M, and Spalding, M., (editors), 2022 The State of the World's Mangroves 2022. Global Mangrove Alliance.
- Leippert, F., Darmaun, M., Bernoux, M. and Mpheshea, M. 2020. The potential of agroecology to build climate-resilient livelihoods and food systems. Rome. FAO and Biovision.
- Ma, J., Li, J., Wu, W., & Liu, J. (2023). Global forest fragmentation change from 2000 to 2020. *Nature Communications*, 14(1), 3752.
- MACS, 2019. International Agroecosystem Living Laboratories Working Group. Agroecosystem Living Laboratories: Executive Report. G20 Meeting of Agricultural Chief Scientists.
- Marahrens, M. (2022). Billions wasted on biofuels. *Transport & Environment*
- NREL. 2022. *A Roadmap Toward a Sustainable Aviation Ecosystem*. National Renewable Energy Laboratory.
- Pathak, V.M., Verma, V.K., Rawat, B.S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S. and Mohapatra, A., 2022. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Frontiers in Microbiology*.
- Parmesan, C., M.D. Morecroft, Y. Trisurat, R. Adrian, G.Z. Anshari, A. Arneth, Q. Gao, P. Gonzalez, R. Harris, J. Price, N. Stevens, and G.H. Talukdar, 2022: Terrestrial and Freshwater Ecosystems and their Services. 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*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 197-377, doi:10.1017/9781009325844.004.
- Peng, L., Searchinger, T.D., Zions, J. and Waite, R., 2023. The carbon costs of global wood harvests. *Nature*.
- Peri, P.L., Dube, F. and Varella, A. eds., 2016. *Silvopastoral systems in southern South America* (pp. 117-168). Berlin/ Heidelberg, Germany: Springer International Publishing.
- Prager SD; Rios AR; Schiek B; Almeida JS; González CE; 2020. Climate change vulnerability and economic impacts in the agricultural sector in Latin America and the Caribbean. IDB Technical Note 1915. Inter-American Development Bank and International Center for Tropical Agriculture.
- Priegler, 2022. EU reform of seeds marketing rules: Which seeds for a just transition to agroecological and sustainable food systems? European Parliament.
- Rigal, S., Dakos, V., Alonso, H., Auniņš, A., Benkő, Z., Brotons, L., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., de Carli, E., Del Moral, J.C. and Domşa, C., 2023. Farmland practices are driving bird population decline across Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(21), p.e2216573120.
- Rozenberg, Julie; Browne, Nyanya; De Vries Robbé, Sophie; Kappes, Melanie; Lee, Woori; Prasad, Abha. 2021. Publication: 360° Resilience: A Guide to Prepare the Caribbean for a New Generation of Shocks.
- Romanello, Marina, Alice McGushin, Claudia Di Napoli, Paul Drummond, Nick Hughes, Louis Jamart, Harry Kennard et al. "The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future." *The Lancet* 398, no. 10311 (2021): 1619-1662.
- Saget, C., Vogt-Schilb, A., Luu, T., 2020. El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Internacional del Trabajo.

- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232, 8-27.
- Searchinger, T.D., Wiersenius, S., Beringer, T., Dumas, P., 2018. Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature* 564, 249–253.
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., Dumas, P., Matthews, E. and Klirs, C., 2019. Creating a sustainable food future: A menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050. World Resources Institute.
- Searchinger, T., Peng, L., Zions, J., Waite, R., 2023. The Global Land Squeeze: Managing the Growing Competition for Land. World Resources Institute.
- Silva, C. V., Aragão, L. E., Barlow, J., Espírito-Santo, F., Young, P. J., Anderson, L. O., ... & Xaud, H. A. (2018). Drought-induced Amazonian wildfires instigate a decadal-scale disruption of forest carbon dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1760), 20180043.
- Snapp, S.S., Kebede, Y., Wollenberg, E.K., Dittmer, K.M., Brickman, S., Egler, C. and Shelton, S.W., 2021. Agroecology and climate change rapid evidence review: Performance of agroecological approaches in low-and middle-income countries.
- Sova, C. A., G. Grosjean, T. Baedeker, T. N. Nguyen, M. Wallner, A. Jarvis, A. Nowak, C. Corner-Dolloff, E. Girvetz, P. Laderach, and Lizarazo. M. 2018. "Bringing the Concept of Climate-Smart Agriculture to Life: Insights from CSA Country Profiles Across Africa, Asia, and Latin America." World Bank and the International Centre for Tropical Agriculture.
- Subpesca (2023). Estado de la situación de las principales pesquerías chilenas, 2022. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Ministerio de Economía de Chile.
- Taylor, L. S., Quincey, D. J., Smith, M. W., Potter, E. R., Castro, J., & Fyffe, C. L. (2022). Multi-Decadal Glacier Area and Mass Balance Change in the Southern Peruvian Andes. *Frontiers in Earth Science*, 10.
- Villalobos-Hoffman, R., Ewing, J. E., & Mooring, M. S. (2022). Do Wildlife Crossings Mitigate the Roadkill Mortality of Tropical Mammals? A Case Study from Costa Rica. *Diversity*, 14(8), 665.
- WDI, 2023. International tourism, receipts (% of total exports). Numbers for 2019 (pre-COVID). World Development Indicators.
- Witcover, J., & Williams, R. B. (2020). Comparison of "Advanced" biofuel cost estimates: Trends during rollout of low carbon fuel policies. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 79, 102211.
- WFP, 2021. Building Climate Resilience in Latin America and the Caribbean: The World Food Programme's Experience.
- WRI in collaboration with United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, and World Bank. 2008. *World Resources 2008: Roots of Resilience—Growing the Wealth of the Poor*. World Resources institute.
- WRI, 2011. *A Compilation of Green Economy Policies, Programs, and Initiatives from Around the World*. World Resources Institute.
- WWF, 2020. *Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss*. World Wide Fund for Nature.
- WWF, 2021. *Belize Forest Protection (Protection of Mangroves) Regulations 2018: an Overview*. World Wide Fund for Nature.
- Wyckhuys, K.A.G., Heong, K.L., Sanchez-Bayo, F., Bianchi, F.J.J.A., Lundgren, J.G. and Bentley, J.W., 2019. Ecological illiteracy can deepen farmers' pesticide dependency. *Environmental Research Letters*, 14(9), p.093004.





CAPÍTULO 3.

# Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento



# Autores

## Hipólito Talbot-Wright

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## María Pérez-Urdiales

ECONOMISTA, AGUA Y SANEAMIENTO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[mariaurd@iadb.org](mailto:mariaurd@iadb.org)

## Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SENIOR DE CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Pérez-Urdiales, M., Vogt-Schilb, A., 2023. Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.

## Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento

El cambio climático afecta la seguridad de los recursos hídricos. Los cambios en la temperatura y las precipitaciones repercuten en la disponibilidad del agua. Los fenómenos meteorológicos extremos, como los huracanes, destruyen las infraestructuras de abastecimiento de agua. Estos cambios suponen riesgos para la seguridad hídrica al aumentar la escasez, la contaminación y las enfermedades transmitidas por el agua. La reducción de la seguridad hídrica también perjudica indirectamente a los hogares por su impacto en sectores productivos como la agricultura, la energía y la industria. Adaptarse significa planificar en condiciones de incertidumbre, aumentar el número, la diversidad y la calidad de las fuentes de agua y aumentar la resiliencia ante fenómenos meteorológicos extremos. Las opciones incluyen la reducción del consumo de agua, la mejora y ampliación de la infraestructura de saneamiento, la diversificación de las fuentes de agua dulce, incluido el reciclaje y la reutilización del agua, y el aprovechamiento de soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la cantidad y la calidad de las fuentes de agua dulce. Los gobiernos pueden mejorar la gobernanza del agua fomentando un enfoque de gestión integrada del agua a nivel de cuencas y mejorando la coordinación entre los organismos gubernamentales, el sector privado y el público en general. También pueden impulsar regulaciones sobre el consumo, la extracción y la contaminación del agua; gravar con impuestos la contaminación o el consumo; y subvencionar la adopción de nuevas tecnologías.

# Efectos del cambio climático sobre la seguridad hídrica

El agua es fundamental para la producción de alimentos, la generación de energía con centrales térmicas e hidroeléctricas, el saneamiento, la salud, los procesos industriales y el consumo humano (Bretas et al., 2021). El cambio climático pone en riesgo la disponibilidad de agua y conlleva nuevos y mayores peligros para la salud relacionados con el agua. Aumenta la variabilidad y la incertidumbre de la disponibilidad de agua, exacerba las disparidades a medida que las regiones húmedas se vuelven más húmedas y las regiones secas más secas, y aumenta la frecuencia y la gravedad de fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones y sequías.

## Una amenaza para la disponibilidad del agua

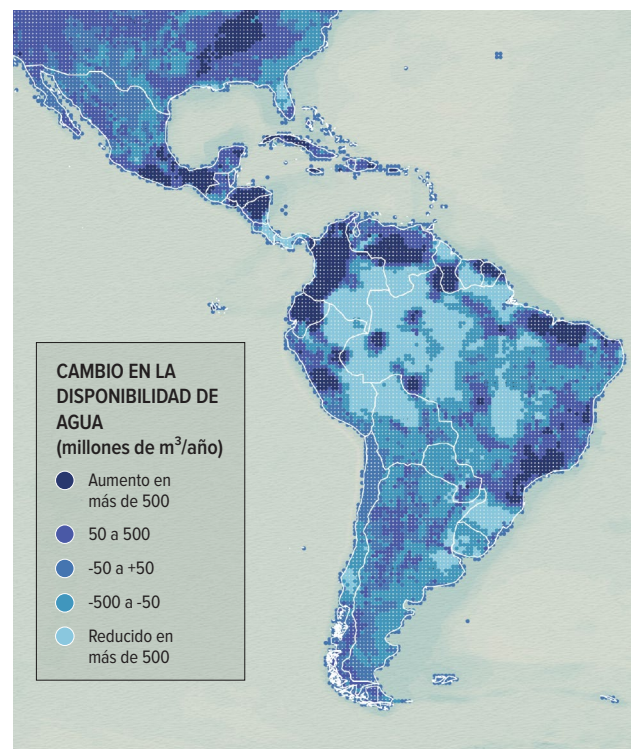
En América Latina y el Caribe, se espera que cambien los patrones de precipitaciones anuales, y es probable que aumente la variabilidad interanual en toda la región (Libra et al., 2022). El Caribe es especialmente vulnerable a los daños causados a medida que los ciclones tropicales y la subida del nivel del mar provocan inundaciones más extremas e intrusión salina, lo que perjudica las redes de distribución de agua, ya degradadas, y deteriora aún más la calidad del agua (Masson-Delmotte et al., 2021). En los Andes, el retroceso de los glaciares amenaza la disponibilidad del agua. Durante los años de sequía y las estaciones secas, los principales núcleos poblacionales suplen las deficiencias de precipitaciones con el deshielo de los glaciares. Sin embargo, los glaciares están en retroceso, por lo que las zonas que dependen de su deshielo son cada vez más vulnerables. Esta vulnerabilidad es especialmente preocupante, ya que el cambio climático está alterando la oscilación de El Niño y aumentando la frecuencia e intensidad de las sequías, lo que

incrementa la dependencia de los deshielos glaciares (Wang et al., 2019).

El crecimiento demográfico, la urbanización y las necesidades energéticas están disparando la demanda mundial de agua dulce, que se prevé aumente entre un 30% y un 50% de aquí a 2050 (Damania et al., 2017).<sup>1</sup> El cambio climático agravará la inseguridad hídrica en todo el mundo, afectando a más de la mitad de la población mundial y posiblemente ocasionando el desplazamiento de hasta 700 millones de personas (Damania et al., 2017). Aunque el agua abunda en América Latina y el Caribe, las disparidades regionales y temporales hacen que más de la mitad de su población (53%) corra el riesgo de sufrir un desequilibrio entre la demanda y la oferta de agua, según el indicador de riesgo físico del agua del Instituto de Recursos Mundiales (Libra et al., 2022).<sup>2</sup> La cuenca del Amazonas, el noreste de Brasil, el norte de México, el Caribe y América Central están particularmente en riesgo (Mapa 3.1).

MAPA 3.1

Cambios previstos en la disponibilidad del agua, 2015–2050, en un escenario de cambio climático moderado



Fuente: Bretas et al., 2020

- Desde 2017, los inversores del sector energético se han volcado decididamente en favor de las tecnologías solar y eólica como principales nuevas fuentes de energía, aliviando en cierta medida el futuro crecimiento de la demanda de agua en el sector energético, ya que estas fuentes prácticamente no utilizan agua en comparación con las centrales térmicas e hidroeléctricas.
- El riesgo físico del agua basado en la cantidad, el indicador utilizado aquí, tiene en cuenta el estrés hídrico de línea de base, la variabilidad estacional, el agotamiento del agua, la variabilidad interanual, el descenso de la capa freática, el riesgo de inundaciones fluviales, las inundaciones costeras y el riesgo de sequía, utilizando datos de Water Risk Atlas (Aquaduct 3.0) del Instituto de Recursos Mundiales (Hofste et al., 2019) y las estimaciones de población para 2020 de conjuntos de datos de WorldPop (WorldPop, 2018).

## El impacto sobre la calidad del agua

La calidad también es un tema importante. Si se tiene en cuenta también la calidad del agua, el 60% de la población de la región está en riesgo (Libra et al., 2022). A medida que la calidad del agua dulce disponible se ve comprometida, surgen nuevos riesgos para la salud (WHO, 2017):<sup>3</sup>

- El aumento de las temperaturas y las precipitaciones genera condiciones propicias para la proliferación de patógenos, microorganismos, algas acuáticas, plantas y bacterias en las fuentes de agua superficiales y subterráneas (por ejemplo, al aumentar la carga de nutrientes).
- El descenso del nivel de las aguas aumenta la concentración de sustancias tóxicas y la contaminación biológica, mientras que la menor pluviosidad total reduce la capacidad de las aguas superficiales para diluir y eliminar los contaminantes.
- Las precipitaciones excesivas durante fenómenos meteorológicos extremos aumentan los contaminantes en el agua dulce, ya que las instalaciones de aguas residuales se ven desbordadas y las fuentes se contaminan.

- Las alcantarillas pierden parte de su capacidad de autolimpieza durante las sequías.
- El agotamiento de las fuentes de agua dulce existentes conduce al uso de nuevas alternativas menos seguras.

Los fenómenos meteorológicos extremos también causan daños o destruyen la infraestructura de suministro de agua dulce. Cuando las infraestructuras son incapaces de suministrar agua dulce, se producen interrupciones de la actividad empresarial por valor de USD\$ 6.000 millones al año en los países en desarrollo de todo el mundo (Rentschler et al., 2019).

El cambio climático en América Latina y el Caribe agrava los estragos que el envejecimiento de las tuberías y un mantenimiento insuficiente ya están causando en la infraestructura. Por ejemplo, en Lima, Perú, las intensas lluvias y los consiguientes desprendimientos de tierra durante marzo de 2017 llenaron los ríos de lodo, lo que obligó a cerrar la principal planta potabilizadora e interrumpió el suministro de agua a la ciudad (Stip et al., 2019).

## Un torrente de adaptaciones

Los objetivos de adaptación incluyen garantizar el acceso a los recursos hídricos, asegurar la calidad del agua dulce y aumentar la resiliencia ante los nuevos riesgos climáticos. El sector puede adaptarse mejorando la eficiencia de los sistemas hídricos y la calidad del agua dulce, adaptando las infraestructuras existentes y nuevas a los efectos adversos, diversificando la cartera de fuentes de agua (incluso reutilizando y reciclando el agua) y considerando soluciones basadas en la naturaleza.

Los principios de la economía circular pueden aplicarse a la gestión del agua. Estos principios sugieren minimizar las pérdidas de agua en el sistema, reducir el consumo de agua y reutilizar el agua para satisfacer la demanda (Delgado et al., 2021). De hecho, el enfoque lineal dominante es vulnerable al cambio climático, ya que tiende a depender de nuevas

captaciones de agua de fuentes superficiales o subterráneas cada vez más escasas. Los sistemas de alcantarillado centralizados también pierden la oportunidad de tratar los distintos tipos de contaminación procedentes de diferentes actividades de forma separada y más eficaz. Además, el enfoque lineal no incluye la recuperación y reutilización de recursos, que son fundamentales en un contexto de escasez (Cavallo et al., 2020).

### Más eficiencia, menos estrés

Aumentar la eficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales existentes es una de las adaptaciones con una excelente relación costo-beneficio (Delgado et al., 2021). La mejora del mantenimiento para reducir las fugas es importante, ya que las empresas de suministro de

<sup>3</sup> Ver también el [Capítulo 7: Chequeo médico: cambio climático y salud](#).

agua sufren pérdidas significativas en sus sistemas de distribución. Por ejemplo, en las áreas metropolitanas de Buenos Aires, Belo Horizonte, Valparaíso y Ciudad de México, las fugas representan respectivamente el 41%, 36%, 43% y 40% del agua de la red de distribución (OECD, 2017; OECD, 2019; Gutierrez, 2019). Las tecnologías de infraestructura de contadores inteligentes pueden ayudar a identificar fugas y soluciones. En Brasil, estas tecnologías han reducido las fugas del 60% en 2012 al 17% en 2019 (Blackman, 2019; IDB invest, 2019).

También es importante reducir la demanda. La demanda de agua dulce puede reducirse adoptando procesos industriales que hagan un uso eficiente del agua, utilizando electrodomésticos de bajo consumo y aumentando la eficiencia hídrica de la agricultura mediante el riego por goteo, el uso de agua salina cuando sea posible o la mejora de la selección de cultivos (Delgado et al., 2021).<sup>4</sup> También se pueden fomentar hábitos de ahorro de agua en el sector residencial, como plantar vegetación autóctona que no requiera riego en los jardines, ducharse menos o lavar la ropa solo a plena carga (Pérez-Urdiales and García-Valiñas, 2016; Attari, 2014).

### Reutilizar y reciclar

La reutilización del agua es una opción clave. Las inversiones en nuevas fuentes de agua dulce deben complementarse con capacidad suficiente para gestionar sus aguas residuales. En América Latina y el Caribe, solo el 60% de la población tiene acceso a un sistema de alcantarillado, y solo se trata entre el 30% y el 40% de las aguas residuales (Rodríguez et al., 2020). En consecuencia, la reutilización del agua es poco frecuente en la región, a pesar de que su potencial de mercado se estima entre USD\$ 3.000 y USD\$ 62.000 millones (World Bank, 2019).

Las aguas residuales pueden tratarse y reutilizarse para diversas actividades económicas, como el riego, la jardinería, la refrigeración de centrales energéticas, la limpieza o los procesos industriales (Delgado et al., 2021). Con un tratamiento mínimo, las aguas grises (es decir, las aguas de la ducha o el lavado) pueden reutilizarse directamente o utilizarse para recargar las aguas subterráneas (Delgado et al., 2021). En San Luis Potosí, México, la depuradora de aguas residuales de Tenorio procesa hasta el 45% del total de aguas residuales generadas por la ciudad y las utiliza

para fines como la refrigeración de instalaciones energéticas y el riego agrícola. Además, la propia instalación sirve de humedal (World Bank, 2018).

Reducir la contaminación de todas las fuentes de agua es clave para permitir su reutilización (OECD, 2021). Entre las medidas para lograr esto figuran la reducción al mínimo del uso de agroquímicos y desinfectantes, la optimización y mejora de los métodos de tratamiento de aguas existentes, el establecimiento de otros nuevos y la mejora de la infraestructura para reducir la escorrentía de aguas residuales (WHO, 2017).

### La diversificación es clave

La diversificación de las fuentes de agua es un elemento clave de las estrategias de adaptación (Cathala et al., 2018). Disponer de diversas fuentes que respondan de forma diferente a los fenómenos meteorológicos extremos y a las tensiones sirve de protección contra los riesgos (WHO, 2017; Delgado et al., 2021). Por ejemplo, a fin de evitar riesgos en materia de seguridad hídrica debidos al descenso del nivel de las presas y de las precipitaciones, Australia optó por diversificar sus fuentes de agua invirtiendo en plantas de desalinización de agua de mar y de agua reciclada (Muñoz y Crisman, 2019). Las tecnologías innovadoras contribuyen a mejorar la cantidad y calidad de los recursos hídricos y la disponibilidad de agua dulce. Las fuentes de agua no convencionales son la captación de agua de niebla, las aguas subterráneas profundas, el agua desalinizada y el agua de lastre (Carvajal et al., 2022; UN-Water, 2020). La redundancia de las fuentes y las redes de distribución, por ejemplo, mediante la duplicación de equipos, también contribuye a aumentar la resiliencia del suministro de agua (Klastic et al., 2022).

### La naturaleza provee

Las soluciones basadas en la naturaleza, también llamadas infraestructuras verdes, pueden contribuir a garantizar la disponibilidad de agua, reducir la contaminación y proteger la infraestructura y los ecosistemas frente a fenómenos meteorológicos extremos (Muñoz and Crisman, 2019). Los bosques y los humedales pueden contribuir a garantizar el suministro de agua dulce frente al cambio climático. Restaurar las cuencas hidrográficas, los humedales y los manglares puede mejorar la calidad del agua

<sup>4</sup> Ver el Capítulo 2: Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación.

dulce. Los humedales pueden retener nutrientes, evitar la contaminación del agua en las cuencas de captación, filtrar el agua contaminada y las aguas residuales, reducir la entrada de sedimentos tras fuertes lluvias y brindar protección contra inundaciones y sequías (Delgado et al., 2021; WHO, 2017). El cuadro 3.1 enumera varias soluciones basadas en la naturaleza que tienen potencial para abordar los problemas de seguridad hídrica, ya sea individualmente o junto con infraestructuras grises.

Las opciones para aumentar el almacenamiento de agua deben estudiarse con un enfoque integral que vaya más allá de la construcción de embalses y considere el aprovechamiento de las soluciones naturales, por ejemplo, mediante la recarga de las aguas subterráneas y la restauración de los humedales (Delgado et al., 2021). Gestionar, recargar y preservar los acuíferos es un ejemplo de cómo

garantizar la sostenibilidad de la seguridad hídrica en las ciudades. La agricultura regenerativa —un conjunto de prácticas agrícolas que potencia la capacidad del suelo para desempeñar sus funciones, regenerando así la biodiversidad, la salud de los ecosistemas y la retención de agua— también puede fomentar la resiliencia de los sistemas hídricos. Este enfoque ha sido aplicado con éxito por pequeñas y medianas explotaciones ganaderas del Gran Chaco, que abarca Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay (The Nature Conservancy, 2021). Integrar las infraestructuras verdes con las grises puede ayudar a reducir los costos del agua dulce. Por ejemplo, los “bofedales” en la Cordillera Central de los Andes y los “páramos” en la Cordillera Septentrional de los Andes son humedales de gran altitud con una importante capacidad de retención de agua que, combinados con los embalses existentes, pueden maximizar el almacenamiento de agua (Muñoz and Crisman, 2019).

**CUADRO 3.1.**

**Algunos beneficios de las soluciones basadas en la naturaleza para la disponibilidad y calidad del agua**

	Fuentes mejoradas		Protección contra condiciones meteorológicas extremas		Calidad del agua				
	Río	Acuíferos	Inundaciones	Sequía	Nitratos y fosfatos	Sedimentos	Plaguicidas	Aguas subterráneas	Aguas residuales
Protección del suelo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Reforestación	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Amortiguadores de ribera		✓	✓	✓	✓	✓			
Eliminación de especies invasoras	✓								
Terrenos inundables conectados a ríos		✓	✓						
Conservación y restauración de humedales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Humedales artificiales									✓
Parques y zonas verdes		✓	✓	✓					
Pavimento permeable		✓	✓	✓					
Desvíos de inundaciones	✓	✓	✓	✓					

Fuente: elaboración propia a partir de Bretas et al. (2018) e investigación adicional.

## Cómo las intervenciones de los gobiernos pueden revertir la tendencia

### Aludiendo la buena gobernanza

Los gobiernos pueden mejorar la gobernanza del agua para fomentar la coordinación de la política hídrica. Una mejora clave es establecer un enfoque de gestión o manejo integrado de los recursos hídricos a nivel de cuencas. El objetivo es fomentar la coordinación horizontal y vertical. Por coordinación horizontal se entiende la coordinación entre los ministerios y organismos gubernamentales pertinentes, para abarcar todos los sectores que se ven afectados por el agua dulce o que afectan su calidad o cantidad, incluidos, por ejemplo, la agricultura, la energía, la salud, las ciudades, la minería y la construcción. También es importante la coordinación vertical, es decir, entre los niveles nacional y local (OECD, 2021). La coordinación horizontal ya es promovida por la mayoría de los gobiernos de la región a través de los departamentos de planificación, en países como Bolivia, Brasil, Chile y Costa Rica; u organismos públicos técnicos en Colombia, Guatemala y Paraguay (Bellfield, 2015). Sin embargo, la coordinación vertical es un reto, ya que la formulación de políticas sobre el agua está muy fragmentada entre los distintos organismos. Además, mientras que la gobernanza del agua suele estar descentralizada y la toma de decisiones corresponde a las autoridades locales, la regulación tiende a producirse a un nivel administrativo superior (Bellfield, 2015).

También es importante asignar derechos colectivos sobre el agua. Los derechos bien diseñados mitigan la tendencia natural de los mercados a fomentar las desigualdades (Villamayor-Tomas et al., 2022). El proceso de asignación de derechos de agua debe prestar especial atención a la inclusión de las comunidades que suelen tener poca capacidad financiera y técnica para participar en el mercado, como las comunidades indígenas. Cuando la Constitución de 1980 en Chile permitió la privatización del agua, los pueblos mapuche fueron excluidos en su mayoría (Wissmüller, 2021). En 1908 en Estados Unidos, el Tribunal Supremo dictaminó que las tribus deben tener derechos de agua “suficientes para satisfacer la necesidad de la reserva como patria” y desde entonces ha fallado varias veces a favor de reservar agua para las comunidades indígenas (Sanchez et al., 2020).

También es importante tener en cuenta la coordinación transfronteriza de las corrientes de agua internacionales (OECD, 2021). Ningún país de América Latina y el Caribe ha ratificado el Convenio de 1992 sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales ni el Convenio de 1997 sobre el Derecho de los Usos de los Cursos de Agua Internacionales para Fines Distintos a la Navegación, los cuales establecen un marco para la cooperación en materia de aguas transfronterizas. Además, 11 de las 67 cuencas hidrográficas internacionales de la región carecen de mecanismos operativos de cooperación en materia de agua (Muñoz Castillo et al., 2021). El camino hacia un reparto equitativo y razonable de los recursos hídricos en varios países sigue siendo largo y difícil.

### Hacer fluir la información

La comunicación es importante para coordinarse con el sector privado. La comunicación debe ser siempre clara, con el objetivo de generar confianza pública e informar a la población sobre los riesgos para la seguridad hídrica, sus implicaciones, y las acciones y políticas aplicadas (Ortiz et al., 2021).

Las estrategias de comunicación también deben tener como objetivo generar cambios de comportamiento en el consumo de agua dulce (Ortiz et al., 2021). Por ejemplo, pasar de contadores colectivos a individuales puede incentivar a los hogares a reducir el consumo. En Quito, Ecuador, el consumo de agua disminuyó un 8% tras la introducción de contadores individuales (Contreras et al., 2021). Pero los consumidores residenciales a menudo carecen de información o de conciencia sobre sus facturas de agua (Pérez-Urdiales et al., 2022), lo que afecta el impacto de las políticas de tarificación en la conservación del agua. Las empresas de agua deben comunicar adecuadamente a los consumidores el consumo de agua y las estructuras de tarificación.

Además, es importante crear conciencia sobre la necesidad de conservar el agua. La encuesta del Barómetro de las Américas, 2018-2019, que recoge la



opinión pública de toda la región sobre varios temas, descubrió que menos del 10% de los encuestados de la región identifican el agua como un tema importante (Pérez-Urdiales et al., 2023). En Sao Paulo, Brasil, las autoridades distribuyeron películas y folletos para informar a las comunidades y a los líderes sociales sobre los riesgos del estrés hídrico y promover el uso eficiente del agua (Cathala et al., 2018).

### Informar la toma de decisiones con mejores datos y mejores métodos

Recopilar y compartir datos es crucial para fundamentar la elaboración de políticas. En el caso del agua, esto requiere mejorar las mediciones de las aguas subterráneas; supervisar nuevas fuentes de agua o la calidad de las cuencas hidrográficas; y adoptar nuevas tecnologías y herramientas como la modelización, la cartografía y las tecnologías de imagen mediante satélites y drones. Los datos pueden facilitarse directamente o comunicarse al público a través de informes (OECD 2021). Modelos analíticos como Hydro-BID: un sistema integrado y cuantitativo creado por el Banco Interamericano de Desarrollo para simular la hidrología y la gestión de los recursos hídricos de la región en distintos escenarios de cambio climático, demográfico y de uso del suelo, pueden ayudar a evaluar la cantidad y calidad del agua, las necesidades de infraestructura y las estrategias para adaptarse a estos cambios (Moreda et al., 2014; Olaya et al., 2020).

Una cuestión clave en relación con los datos y la capacidad es que el cambio climático es profundamente incierto. Por ejemplo, en algunos lugares no sabemos si significa que las precipitaciones aumentarán o disminuirán. La misma incertidumbre se aplica a las tendencias socioeconómicas que afectan la demanda de agua, por ejemplo, el desarrollo urbano, el crecimiento de la población y del PIB, y el desarrollo tecnológico en ciudades y zonas rurales. Para hacer frente a estas situaciones, los organismos públicos y el sector privado pueden utilizar herramientas de toma de decisiones bajo incertidumbre profunda basadas en la exploración de distintos escenarios, la búsqueda de opciones “sin arrepentimiento” que funcionen bien en muchas condiciones distintas y la elaboración de planes que permitan ajustar el rumbo a medida que se disponga de nueva información.<sup>5</sup> Estos métodos se han utilizado en toda la región, incluso para planificar inversiones hídricas en Lima,

Perú, Monterrey, México, y en la provincia de Mendoza en Argentina (Kalra et al., 2015; Molina-Perez et al., 2019; Groves et al., 2021).

### Crear y hacer cumplir las regulaciones

Los gobiernos pueden utilizar las regulaciones para proteger la infraestructura verde, incentivar la adopción de usos más eficientes del agua y fomentar el ahorro de agua. Algunos ejemplos son el establecimiento de normas de calidad y medidas obligatorias y la mejora de los sistemas de asignación de agua. Establecer niveles ecológicos mínimos de caudal o proteger el estado ecológico de las cuencas puede proteger directamente la infraestructura verde (OECD, 2021). Dinamarca, Grecia y Hungría condicionan los permisos de aguas subterráneas a la conservación del estado ecológico de la fuente de agua (OECD, 2021). La protección de laderas y bosques puede ser una medida eficaz para garantizar el suministro de agua (Ortiz et al., 2021). Los gobiernos también pueden reformar sus sistemas de asignación del agua o diseñar un sistema dinámico y flexible para promover el uso eficiente de los recursos (OECD, 2021). Pueden imponer la adopción de tecnologías y actividades de conservación del agua. En California, el gobierno impone límites al riego de jardines durante las sequías, regula estrictamente las instalaciones de fontanería para evitar pérdidas de agua y establece mínimos de eficiencia hídrica en todos los inodoros y urinarios nuevos (Cathala et al., 2018). Dada la considerable inversión necesaria para adoptar prácticas de adaptación y el limitado espacio fiscal, es fundamental atraer la inversión privada reformando el marco regulador o recurriendo a asociaciones público-privadas (Castrosin et al., 2021; García et al., 2021).

### Instrumentos económicos

Los gobiernos también pueden intervenir con instrumentos económicos diseñados para incentivar la conservación del agua o su uso eficiente. Los cargos por captación de agua son tarifas que se imponen por extraer agua directamente de una fuente natural compartida (ríos, acuíferos) por parte de las entidades de saneamiento, la industria, la agricultura o las centrales eléctricas. Entre los países donde se imponen dichos cargos figuran Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El

<sup>5</sup> Ver el Capítulo 1: Toma de decisiones para un futuro impredecible.

Salvador, Panamá y Perú. También se utilizan tarifas por contaminación que gravan con impuestos a los contaminadores directamente (por ejemplo, en la fuente) o indirectamente (por ejemplo, midiendo el número de contaminantes o gravando los productos responsables de la contaminación). En el sector de agua y saneamiento, las tarifas se diseñan teniendo en cuenta, entre otros objetivos, la conservación del agua y la recuperación de costos, que pueden incluir los costos globales de la nueva infraestructura hídrica (OECD, 2021).

Los sistemas de subvenciones pueden mejorar la disponibilidad y la eficiencia del agua tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda. Dichos sistemas incluyen condicionar las subvenciones para el riego a objetivos de ahorro de agua,

subvencionar infraestructura cuyos costos no estén totalmente cubiertos por los ingresos y establecer programas de sustitución o reembolso de artículos como duchas, inodoros, sistemas de recolección de agua lluvia o sistemas de reutilización del agua (Moreno et al., 2021; OECD, 2021). Además de ahorrar agua, estas medidas mejoran la salud pública (WHO, 2006). Las subvenciones también pueden incentivar la inversión en tecnologías domésticas eficientes. En California, un programa que subvenciona la compra de lavadoras eficientes; inodoros eficientes; la eliminación de céspedes que consumen mucha agua; y la adopción de controladores de riego basados en el clima, los cuales ajustan automáticamente los horarios de riego en función de los cambios de las condiciones climáticas (Pérez-Urdiales and Baerenklau, 2019).

# Referencias

- Attari, S.Z., 2014. Perceptions of water use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(14), pp.5129-5134.
- Bellfield, H. 2015. Water, Energy and Food Security Nexus in Latin America and the Caribbean. Global Canopy Programme.
- Blackman, James. 2019. "São Paulo utility seeks to stop 40% water losses with smart metering from Itron." *Enterprise IOT Insights*, October 10, 2019.
- Bretas, F., Casanova, G., Crisman, T., Embid, A., Martin, L., Miralles, F. and Muñoz, R. (2020). Water for the Future: water security strategy for Latin America and the Caribbean and the Caribbean Strategy and Work Plan for the Inter-American Development Bank.
- Carvajal, D., Mora-Carreño, M., Sandoval, C., & Espinoza, S. (2022). Assessing fog water collection in the coastal mountain range of Antofagasta, Chile. *Journal of Arid Environments*, 198, 104679.
- Castrosin, M.P, A. Suárez Alemán, G. Astesiano, L. J. García Merino, M. E. Gouvea Berto. 2021. "Perfil de las asociaciones público-privadas en activos y servicios de agua y saneamiento de América Latina y el Caribe: principales cifras y tendencias del sector". Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cathala, Corinne; Núñez, Anamaría; Ríos, Ana R. 2018. El agua en tiempos de sequía: Lecciones de cinco sequías alrededor del mundo. Banco Interamericano de Desarrollo Resumen de políticas 295
- Cavallo, E. A., Powell, A., & Serebrisky, T. (2020). From structures to services: The path to better infrastructure in Latin America and the Caribbean. *IDB Publications (Books)*.
- Chausson, Alexandre, Beth Turner, Dan Seddon, Nicole Chabaneix, Cécile A. J. Girardin, Valerie Kapos, Isabel Key, Dilys Roe, Alison Smith, Stephen Woroniecki, and Nathalie Seddon. 2020. "Mapping the Effectiveness of Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation." *Global Change Biology* 26 (11): 6134–55.
- Contreras, I., Carrillo, P.E. and Scartascini, C.G., 2021. Turn off the faucet: Solving excess water consumption with individual meters. IDB Working Paper 1152.
- CR2. 2015. The 2010-2015 mega-drought: A lesson for the future. Report to the Nation. Center for Climate and Resilience Research (CR2).
- Damania, Richard, Sébastien Desbureaux, Marie Hyland, Asif Islam, Aude-Sophie Rodella, Jason Russ, and Esha Zaveri. Uncharted waters: The new economics of water scarcity and variability. World Bank Publications, 2017.
- Delgado, Anna; Rodriguez, Diego J.; Amadei, Carlo A.; Makino, Midori. 2021. Water in Circular Economy and Resilience. World Bank.
- García, L.J., D. Vieitez, M. E. Gouvea Berto, A. L. Mascle-Allemand, S. Hinojosa, F. Benavente, J. Muñoz-Jofré. 2021. "Asociaciones público-privadas en el sector de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe Entorno, factores críticos de éxito y recomendaciones." Banco Interamericano de Desarrollo Nota técnica 2141.
- Groves, D.G., Miro, M.E., Syme, J., Becerra-Ornelas, A.U., Molina-Pérez, E., Saavedra Gómez, V. and Vogt-Schilb, A., 2021. Planificación de infraestructura hídrica para el futuro incierto en América Latina: un enfoque eficiente en costos y tiempo para tomar decisiones robustas de infraestructura, con un estudio de caso en Mendoza, Argentina. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Gutierrez, J. 2019. Water scarcity and supply challenges in Mexico City's informal settlements. Philadelphia, PA: Penn Institute for Urban Research.
- Hofste, R. W., Kuzma, S., Walker, S., Sutanudjaja, E. H., Bierkens, M. F. P., Kuijper, M. J. M., Sanchez, M. F., van Beek, R., Wada, Y., Rodríguez, S. G., & Reig, P. (2019). Technical Note. Aqueduct 3.0: Updated Decision-Relevant Global Water Risk Indicators. World Resources Institute.
- IDB Invest. 2019. "IDB Invest and BRK Ambiental collaborate to improve water infrastructure in Brazil. IDB Invest News and Media, April 17, 2019.
- IWA. 2015. "Reduction of Non-Revenue Water around the World." International Water Association.
- Kalra, N., Groves, D.G., Bonzanigo, L., Perez, E.M., Ramos, C., Brandon, C. and Rodriguez Cabanillas, I., 2015. Robust decision-making in the water sector: a strategy for implementing Lima's long-term water resources master plan. World Bank Policy Research Working Paper (7439).
- Klasic, M., Fencl, A., Ekstrom, J. A., & Ford, A. (2022). Adapting to extreme events: small drinking water system manager perspectives on the 2012–2016 California Drought. *Climatic Change*, 170(3-4), 26.
- Libra, J. Marinus Collaer, J., Datshkovsky, D., and Pérez - Urdiales, M. 2022. Scarcity in the Land of Plenty. IDB-TN 2411. Interamerican Development Bank.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., Maycock, T. K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & Zhou, B. (Eds.) (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*. Cambridge University Press.

- Molina-Perez, E., Groves, D.G., Popper, S.W., Ramirez, A.I. and Crespo-Elizondo, R., 2019. *Developing a Robust Water Strategy for Monterrey, Mexico: Diversification and adaptation for coping with climate, economic, and technological uncertainties*. Rand Corporation.
- Moreda, F., Miralles-Wilhelm, F. and Castillo, R.M., 2014. Hydro-BID: Hydro-BID: An Integrated System for Modeling Impacts of Climate Change on Water Resources. Part 2. IDB-TN-529
- Moreno, Henry A.; Bocco, María Julia; Velásquez, Manuela; Champi, Diana Carla. 2021. Water and Sanitation Framework Document. Inter-American Development Bank. Muñoz Castillo, Raúl, and Thomas L. Crisman. 2019 “The Role of Green Infrastructure in Water, Energy and Food Security in Latin America and the Caribbean: Experiences, Opportunities and Challenges.”
- Muñoz Castillo, R., & Crisman, T. L. (2019). The role of Green Infrastructure in water, energy and food security in Latin America and the Caribbean: Experiences, opportunities and challenges. IDB-DP-693
- Muñoz Castillo, R., Hearn, G., Trejo, D. L., & Pabon Zamora, L. (2021) Joined by Water (JbW): IDB’s Transboundary Waters Program. IDB-DP-860.
- Olaya, J. C., Dewez, R., Guerrero, P., Lefevre, B., Nalesso, M. & Zuloaga, D. 2020. Incluir el cambio climático en el análisis hidrológico para el trazado y diseño de infraestructura de transporte: Guía metodológica e implementación en 33 puentes vehiculares en Haití. Banco Interamericano de Desarrollo
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2017. “The governance of water infrastructure in Chile”, in Gaps and Governance Standards of Public Infrastructure in Chile: Infrastructure Governance Review. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2019. “Water services governance in Argentina” in Water Governance in Argentina, OECD Studies on Water. OECD Publishing.
- OECD (2021), Toolkit for Water Policies and Governance: Converging Towards the OECD Council Recommendation on Water, OECD Publishing
- Ortiz, Raphaëlle; Núñez, Anamaría; Cathala, Corinne; Ríos, Ana R; Nalesso, Mauro. 2021. Water in the time of drought II: lessons from droughts around the world. IDB Policy Brief 295
- Pérez-Urdiales, M. and García-Valiñas, M.Á., 2016. Efficient water-using technologies and habits: A disaggregated analysis in the water sector. *Ecological economics*, 128, pp.117-129.
- Pérez-Urdiales, M. and Baerenklau, K.A., 2019. Additionality effects of rebate programs in the residential water sector: Indoor vs. outdoor. *Water*, 11(6), p.1170.
- Pérez Urdiales, M., Libra, J.M., Machado, K., Serebrisky, T. and Solís, B., 2022. Water Bill Perception in Brazil: Do Households Get It Right? Interamerican Development Bank Working Paper 1336
- Pérez Urdiales, M., Gómez Vidal, A. and Libra, J.M. 2023 Pricing determinants in the water and sanitation sector: A quick view of heterogeneity in Latin America and the Caribbean
- Rentschler, Jun; Kornejew, Martin; Hallegatte, Stephane; Braese, Johannes; Obolensky, Marguerite. 2019. Underutilized Potential: The Business Costs of Unreliable Infrastructure in Developing Countries. Policy Research Working Paper No. 8899. World Bank
- Rodriguez, Diego J.; Serrano, Hector Alexander; Delgado, Anna; Nolasco, Daniel; Saltiel, Gustavo. 2020. De residuo a recurso: Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe. World Bank
- Sanchez, L., Edwards, E. C., & Leonard, B. (2020). The economics of indigenous water claim settlements in the American West. *Environmental research letters*, 15(9), 094027.
- Stip, C., Z. Mao, L. Bonzanigo, G. Browder, and J. Tracy. 2019. “Water Infrastructure Resilience: Examples of Dams, Wastewater Treatment Plants, and Water Supply and Sanitation Systems.” World Bank.
- The Nature Conservancy. 2021. Regenerating the Gran Chaco.
- UN-Water, 2020: UN-Water Analytical Brief on Unconventional Water Resources.
- Villamayor-Tomas, S., Hermann, A., van der Lingen, L., & Hayes, T. (2022). Community-based water markets and collective payment for ecosystem services: toward a theory of community-based environmental markets. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 59, 101221.
- Wang, B., Luo, X., Yang, Y.-M., Sun, W., Cane, M., Cai, W., Yeh, S.-W., & Liu, J. (2019). Historical change of El Niño properties sheds light on future changes of extreme El Niño. *PNAS* 116 (45): 22512-22517.
- Winters v. United States 1908, 207 U.S.S.C. 564
- Wissmüller, A. L. (2021). The Impact of Water Privatisation on the Indigenous Mapuche in the South of Chile. A Qualitative Content Analysis from a Human Rights Perspective.

World Bank. 2018. Wastewater: From Waste to Resource - The Case of San Luis Potosí, Mexico.

World Bank. 2019. From Waste to Resource - Shifting Paradigms for Smarter Wastewater Interventions in Latin America and the Caribbean: Background Paper I. Efficient and Effective Management of Water Resource Recovery Facilities.

World Health Organization. "Climate-resilient water safety plans: managing health risks associated with climate variability and change." (2017).

World Health Organization. *WHO guidelines for the safe use of wastewater excreta and greywater*. Vol. 1. World Health Organization, 2006.

WorldPop. (2018), Population Counts / Unconstrained individual countries 2000-2020 UN adjusted (1km resolution). School of Geography and Environmental Science, University of Southampton; Department of Geography and Geosciences, University of Louisville; Departement de Geographie, Universite de Namur) and Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University. Global High Resolution Population Denominators Project - Funded by The Bill and Melinda Gates Foundation (OPP1134076).

WWAP. 2019. The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind.



CAPÍTULO 4.

# Poniendo en marcha la adaptación del sector eléctrico



# Autores

## **Hipólito Talbot-Wright**

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## **Michelle Hallack**

ECONOMISTA SENIOR, ENERGÍA  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

## **Adrien Vogt-Schilb**

ECONOMISTA SENIOR, CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Hallack, M., Vogt-Schilb, A., 2023. Poniendo en marcha la adaptación del sector eléctrico, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.



## Poniendo en marcha la adaptación del sector eléctrico

El sector energético es vulnerable al cambio climático. Los cambios en los patrones meteorológicos, como los veranos más calurosos, pueden crear picos de demanda y alterar el potencial de generación de energía. Por ejemplo, aumentan la demanda de aire acondicionado y disminuyen la eficiencia de los sistemas de refrigeración de las centrales eléctricas. Los fenómenos meteorológicos extremos pueden dañar las infraestructuras de producción, transmisión y distribución. Las interrupciones en el suministro energético se propagan a los sectores más productivos, incluida la industria, y amenazan el bienestar al interrumpir servicios como salud, educación y otros. Las opciones de adaptación incluyen: (i) elegir mejores emplazamientos y reforzar la infraestructura esencial, por ejemplo soterrando las líneas de distribución; (ii) utilizar mejores tecnologías para enfriar las centrales eléctricas —en particular, utilizando menos agua— y gestionar la red eléctrica (iii); descentralizar y diversificar la producción de energía; (iv) aumentar la eficiencia para reducir la demanda de energía; (v) mejorar los pronósticos, los sistemas de alerta temprana y la representación de los impactos climáticos en los modelos energéticos; y (vi) planificar y prepararse para las interrupciones de servicio a fin de minimizar los costos sociales y económicos. Los gobiernos pueden utilizar sistemas de fijación de precios y modificar las regulaciones con los objetivos de: incentivar la adaptación; establecer una responsabilidad clara entre productores, transportadores y consumidores de energía; y mejorar la información sobre amenazas, vulnerabilidades y opciones de adaptación costo-efectivas.

## Una amenaza a la infraestructura y a la seguridad energética

La energía es la esencia de una economía. Las familias dependen de la electricidad para las tareas cotidianas sencillas, desde cocinar hasta calentar sus hogares. Las empresas utilizan la energía para mantener literalmente sus luces encendidas. Y los servicios esenciales, como la red de semáforos o los respiradores de los hospitales, dependen de la electricidad. El cambio climático amenaza todas estas actividades. El aumento de las temperaturas puede hacer que la demanda supere la capacidad de generación energética; los fenómenos meteorológicos extremos interrumpen el suministro eléctrico; y la demanda de energía varía según los efectos geográficos y estacionales.

### La generación de energía es vulnerable en múltiples frentes

El cambio climático afecta a las energías renovables y a las centrales termoeléctricas de manera diferente. En el caso de las energías renovables (solar, eólica e hidroeléctrica), los cambios en los patrones meteorológicos son, en el mejor de los casos, disruptivos. Los cambios en la disponibilidad y variabilidad del agua de escorrentía afectan la producción de las instalaciones hidroeléctricas. Los cambios en los patrones del viento y en la densidad del aire afectan a los parques eólicos. La productividad de la energía solar se ve afectada por los cambios en la nubosidad y el aumento de las temperaturas medias, que dificultan el rendimiento de los módulos fotovoltaicos (IAEA, 2019; IEA, 2021a).

El cambio climático aumenta la competencia entre usos del agua, incluida la producción de electricidad. En Brasil, los mecanismos existentes siguen un enfoque basado en el orden de llegada de las solicitudes, el cual no redistribuye los recursos hídricos de manera eficaz entre múltiples usos al hacer frente a la escasez de agua. Esta competencia por el agua plantea riesgos potenciales para la generación de energía en un país con 644 centrales hidroeléctricas que representan el 12% de la matriz energética (Dutra, 2020).

Para las centrales térmicas (carbón, gas fósil, gasóleo, energía nuclear, pélets de madera), el problema clave es la refrigeración. El aumento de las temperaturas reduce la eficiencia de las centrales térmicas. Básicamente, las centrales térmicas generan electricidad trasladando la energía de una fuente caliente (normalmente el fuego) a una fuente fría: aire o agua. Si el cambio climático calienta más el aire o los ríos, se genera menos energía. Además, las olas de calor pueden sobrecalentar las centrales térmicas, con lo que no queda más remedio que reducir la producción o apagarlas por completo (IAEA, 2019).

El cambio climático también puede dañar las centrales eléctricas. La subida del nivel del mar puede inundar instalaciones bajas, como una central de gas refrigerada por el mar. El aumento del viento puede destruir las turbinas eólicas. Los vientos más fuertes también pueden transportar más material salino en el aire, lo que aumenta la corrosión en algunos generadores de energía (IAEA, 2019). En el caso de las grandes centrales hidroeléctricas, el aumento de las precipitaciones y la mayor frecuencia de las tormentas pueden acelerar la sedimentación, la cual se acumula progresivamente en el embalse y acaba por dejar inservible la instalación (Annandale et al., 2016).

Los fenómenos meteorológicos extremos pueden dañar las infraestructuras de generación. Las olas de calor dañan los paneles solares fotovoltaicos. El hielo y el granizo interfieren en las turbinas hidráulicas y eólicas (IAEA, 2019). El mapa 4.1 muestra la proporción de la capacidad total de generación de energía expuesta a riesgos. Muchos países de la región, entre ellos Chile, República Dominicana y El Salvador, se encuentran entre los más expuestos del mundo (Hallegatte et al., 2019).

### Las redes eléctricas sienten el calor

Cuanto más calurosos sean los días mayores serán las pérdidas de energía. Según una ley de la física, a medida que las líneas de transmisión y distribución se calientan, se vuelven más resistentes a las corrientes eléctricas (IAEA, 2019; IEA, 2021a). En el caso de Estados Unidos, se calcula que el aumento de las temperaturas medias del aire que se prevé

MAPA 4.1

## Exposición de la generación de energía a múltiples peligros

Nota: Los valores superiores al 100% significan que los activos están expuestos en promedio a más de un peligro, por ejemplo, inundaciones y huracanes.

Fuente: Hallegatte et al. (2019)



para el periodo 2040-2060 reducirá la capacidad de transmisión media en verano entre un 1,9% y un 5,8% con respecto a la media entre 1990 y 2010 (Bartos et al., 2016). Las líneas de transmisión y distribución también son vulnerables a fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones, tormentas y olas de calor (IAEA, 2019). Los incendios forestales constituyen un riesgo especial: pueden encenderse por las chispas de la red o las líneas dilatadas cuando se sobrecalientan y tocan los árboles. A su vez, los incendios forestales destruyen las líneas de transmisión (IAEA, 2019). Las líneas interrumpidas se convierten en una carga económica y pueden desencadenar crisis en cascada. Los procedimientos sin preparación que luchan por restablecer rápidamente el sistema pueden provocar periodos prolongados sin electricidad. En Puerto Rico, muchas localidades no afectadas directamente por el huracán María en 2017 sufrieron las consecuencias de la catástrofe, ya que la transmisión de energía se interrumpió durante meses (Hallegatte et al., 2019).

## Demanda: en alza

El cambio climático también conlleva cambios en la demanda de energía que pueden poner a prueba la capacidad del sector para suministrar electricidad de forma fiable. Uno de los principales problemas es la temperatura, que está directamente relacionada con la demanda de refrigeración y calefacción. El aumento de las temperaturas o de la humedad se traduce en una mayor demanda de refrigeración en los lugares donde se utiliza aire acondicionado (IEA, 2021a). El aire acondicionado es una importante opción de adaptación. De aquí a 2050, cada aumento de 1 °C de la temperatura global incrementará la demanda de refrigeración en un 25% (IRENA, 2021). El cambio climático también generará ocasionalmente olas de frío, lo que aumentará la demanda local de calefacción (IEA, 2019a).

Según las tendencias actuales, la demanda de electricidad aumentará un 48% de aquí a 2030 en América Latina y el Caribe (Lopez et al 2022). El cambio climático podría impulsar dicho fenómeno, al igual que la política climática, lo que se traducirá en un mayor uso de la electricidad, por ejemplo, sustituyendo los vehículos de gasolina por vehículos eléctricos

(Fazekas et al., 2022). Un motor clave del crecimiento de la demanda de electricidad es el mayor número de hogares que acceden a la clase media y consumen más servicios energéticos. En 2018, solo el 70% de los hogares de la región tenían agua caliente, el 62% lavadoras y el 38% calefacción o aire acondicionado. Hacer cumplir las normas y prácticas de eficiencia energética en toda la economía será un factor clave para prestar nuevos servicios energéticos y moderar el crecimiento de la demanda de energía. Ayudará a que el sector energético sea más resiliente (Ravillard et al., 2019).

Otra cuestión es que algunas de las medidas utilizadas para adaptarse al cambio climático aumentarán la demanda de electricidad. Por ejemplo, las bombas de agua y las plantas de desalinización diseñadas para hacer frente a la disminución de las

precipitaciones o a la salinización de los acuíferos son intensivas en el uso de energía, por lo que aumentarían la demanda de electricidad (IEA, 2021a). En 2016, la desalinización en Oriente Medio representó el 5% del consumo de energía y suministró el 3% del abastecimiento de agua (IEA, 2019b).

A menudo, las energías renovables pueden impulsar las estrategias de adaptación de otros sectores. Algunas energías renovables pueden incluso aportar medidas de adaptación no energéticas. Por ejemplo, los sistemas de sombreado solar pueden reducir la evaporación en la agricultura. Las represas hidroeléctricas pueden servir para recoger agua y controlar las inundaciones (IRENA, 2021). La tabla 4.1 muestra cómo las energías renovables pueden contribuir a la adaptación al cambio climático en el sector hídrico y de saneamiento.

**TABLA 4.1**  
Soluciones de energía renovable para la adaptación en el sector hídrico

Impactos climáticos	Necesidades de adaptación	Medidas relacionadas con la energía	Soluciones de energía renovable
<b>Escasez de agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro estable de agua dulce</li> <li>• Gestión eficaz de los recursos hídricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desalinización</li> <li>• Destilación</li> <li>• Bombeo de acuíferos o de aguas subterráneas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de energía renovable para alimentar el bombeo subterráneo</li> <li>• Sistemas de energía renovable para alimentar las plantas desalinizadoras</li> <li>• Represa hidroeléctrica para aumentar la capacidad de embalse</li> <li>• Energía fotovoltaica flotante para reducir la evaporación</li> </ul>
<b>Aumento de la contaminación y polución del agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la calidad del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depuración y saneamiento del agua</li> <li>• Tratamiento de aguas residuales, aguas negras y lodos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de energía renovable para alimentar el bombeo de aguas subterráneas</li> <li>• Depuración de aguas a distancia y a pequeña escala mediante sistemas de energías renovables</li> <li>• Plantas de biogás para el tratamiento y reciclaje de aguas residuales</li> </ul>
<b>Perturbaciones por inundaciones o sequías</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de inundaciones y drenaje</li> <li>• Conducción y distribución de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de agua y control del drenaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Represa hidroeléctrica para controlar las inundaciones</li> <li>• Bombeo solar o eólico</li> </ul>

Fuente: IRENA, 2021

# Opciones de adaptación: cómo ayudar al sector energético a afrontar el futuro

Adaptar el sector energético significa garantizar la continuidad del servicio a pesar del cambio climático y aumentar la resiliencia frente a los fenómenos meteorológicos extremos (Grunwaldt et al., 2020). Esto puede hacerse reforzando las infraestructuras, mejorando el sistema eléctrico para evitar interrupciones cuando fallan ciertas partes del sistema (*capacidad de absorción ambiental*) y minimizando los tiempos de respuesta para restablecer la energía cuando se producen interrupciones (*capacidad de respuesta*).

El cambio climático suele llevar patrones meteorológicos diferentes a nuevos lugares. Sin embargo, estos patrones meteorológicos pueden ser comunes en otras partes del mundo que ya han probado, ensayado e implementado medidas para adaptarse a dichos fenómenos. Muchas opciones de adaptación viables consisten en implementar prácticas y tecnologías que ya se utilizan en todo el mundo.

## Encontrando la fuerza en los números y en la diversidad

Diversificar las fuentes de energía puede reducir la vulnerabilidad del sistema al cambio climático. Generar energía a partir de diversas fuentes reduce la probabilidad de que todas las centrales eléctricas se vean afectadas al mismo tiempo por el mismo suceso (IPCC, 2021). Pensemos en un anticiclón prolongado que deja a un país con poco viento, pero mucho sol, durante varios días. La diversificación mediante centrales eólicas, solares, de biogás e hidroeléctricas a pequeña escala también significa que la energía se genera en varios lugares.

La interconexión es clave para la diversificación, especialmente en grandes países de América Latina. Brasil tiene uno de los mayores sistemas interconectados del mundo, lo que le permite equilibrar distintas fuentes de energías renovables. Esta sólida red ha sido clave para la adopción masiva de energía solar y eólica. Por la misma lógica, los países de esta región deberían crecer y reforzar sus propias redes eléctricas y establecer conexiones con las naciones cercanas. Esto facilitará una mayor incorporación de las fuentes de energía renovable a sus sistemas eléctricos (Paredes, 2017).

La diversificación también implica reevaluar el tamaño de las centrales eléctricas. Las centrales eléctricas tradicionales se diseñaron para aprovechar las economías de escala. Pero la consolidación conlleva riesgos. Un país que depende de una central eléctrica de carbón a gran escala tiene más probabilidades de sufrir un apagón completo debido a una inundación que otro con múltiples paneles solares y turbinas eólicas repartidos por todo su territorio. La descentralización también puede situar la producción más cerca de la demanda, reduciendo así los riesgos asociados a las redes de transporte, y permitiendo a las comunidades implementar sus propias adaptaciones a nivel local (Hallegatte et al., 2019; IRENA, 2021).

El almacenamiento de energía puede ayudar a garantizar la continuidad de los servicios eléctricos cuando las catástrofes naturales interrumpen la producción o se producen picos en la demanda. Tecnologías como las baterías, la energía hidráulica de bombeo, el aire comprimido, los volantes de inercia y los supercondensadores también pueden ayudar a integrar la energía eólica e intermitente en la red o a convertirlas en fuentes fiables fuera de la red (Graham et al., 2020). Las energías renovables, cuando se integran con el almacenamiento, pueden satisfacer mejor la demanda a lo largo del día y aumentar la resistencia del sistema energético al eliminar la necesidad de líneas de transmisión. Las microrredes alimentadas por energías renovables y baterías pueden ayudar a establecer servicios esenciales, como clínicas o escuelas, en zonas remotas.

Los depósitos de agua existentes también pueden utilizarse para almacenar energía (IEA, 2021d). El almacenamiento hidroeléctrico por bombeo consiste en utilizar el exceso de energía en momentos de baja demanda para bombear agua de un embalse inferior a otro superior (Saravia et al., 2022). La cordillera de los Andes ofrece a América Latina un enorme potencial para instalar sistemas de almacenamiento por bombeo, un potencial que por ahora está en gran medida sin explotar, ya que la región apenas alberga alrededor del 1% de la capacidad mundial de almacenamiento por bombeo (Saravia et al., 2022). A pesar de su baja eficiencia energética, el hidrógeno verde también tiene potencial para almacenar grandes cantidades de

energía durante mucho tiempo —por ejemplo, a lo largo de las estaciones— o para funcionar como reserva en sistemas aislados (Graham et al., 2020).

### Soluciones creativas para proteger la infraestructura

Un mejor diseño es un elemento fundamental para la adaptación a los efectos del cambio climático (IAEA, 2019). Por ejemplo, las turbinas eólicas pueden modificarse para resistir temperaturas extremas. El calentamiento de las palas puede protegerlas contra los daños causados por el hielo, y el reforzamiento de las estructuras de soporte puede ayudarlas a resistir vientos extremos. Las centrales térmicas existentes pueden pasar a usar sistemas de enfriamiento en seco y adoptar sistemas de recirculación de agua para reducir la vulnerabilidad a las sequías y a la menor disponibilidad de agua. Deberían evitarse las centrales térmicas nuevas, ya que cumplir los objetivos de estabilización climática implica eliminar gradualmente los combustibles fósiles (Fazekas et al., 2022). Los paneles fotovoltaicos pueden mejorarse con instalaciones de enfriamiento para los periodos calurosos o se pueden utilizar sistemas de seguimiento que permitan retirar los paneles en caso de tormentas de viento y arena.

En América Latina, resulta clave adaptar la energía hidroeléctrica. Actualmente la región genera casi la mitad de su energía a partir de represas (Ubierna et al., 2020). Aumentar la capacidad de almacenamiento de agua de las centrales hidroeléctricas puede ayudar con la variabilidad del agua. Al mismo tiempo, reforzar las represas y las turbinas puede mejorar su resistencia a las precipitaciones extremas (IAEA, 2019). Para evitar que aumente la sedimentación, pueden diseñarse y mantenerse represas y embalses de tal forma que tengan en cuenta las entradas y salidas de sedimentos. El control de la erosión, la gestión de los caudales y la eliminación periódica de sedimentos pueden ser formas eficaces de hacer frente a la sedimentación (Annandale et al., 2016). El mantenimiento también es importante. En América Latina hay un grupo de centrales hidroeléctricas que generan más de 130 GW y tienen más de 20 años de construidas. Se necesitarán más de US \$30.000 millones para modernizar los componentes eléctricos y mecánicos de dichas centrales e instalar sensores digitales que permitan supervisar y controlar a distancia las instalaciones (Ubierna et al., 2020).

Las soluciones basadas en la naturaleza pueden proteger la infraestructura contra los riesgos naturales y reducir los costos de mantenimiento. Por ejemplo, plantar vegetación a lo largo de una represa o en las orillas de un embalse puede limitar el flujo de sedimentos causados por la escorrentía superficial, disminuyendo la necesidad de dragados periódicos. La vegetación plantada de manera estratégica también puede disminuir la demanda de energía al proporcionar agua dulce y enfriamiento, reduciendo así la necesidad de desalinización y aire acondicionado (IPCC, 2022).

También deberían mejorarse los sistemas de transmisión y distribución. La limpieza de la cubierta forestal alrededor de las líneas de transmisión puede reducir el riesgo de incendios forestales durante las olas de calor o los picos de demanda (IAEA, 2019). El soterramiento de las líneas de transmisión y distribución puede protegerlas de las olas de calor y los ciclones (IEA, 2021a). Un mejor diseño del aislamiento y una mayor tensión de la línea para evitar el pandeo pueden ayudar a reforzar las líneas de transmisión y distribución frente a fenómenos meteorológicos extremos (IAEA, 2019). Aumentar la capacidad de transmisión del sistema puede ayudar a compensar la disminución de la eficiencia de transmisión (IAEA, 2019).

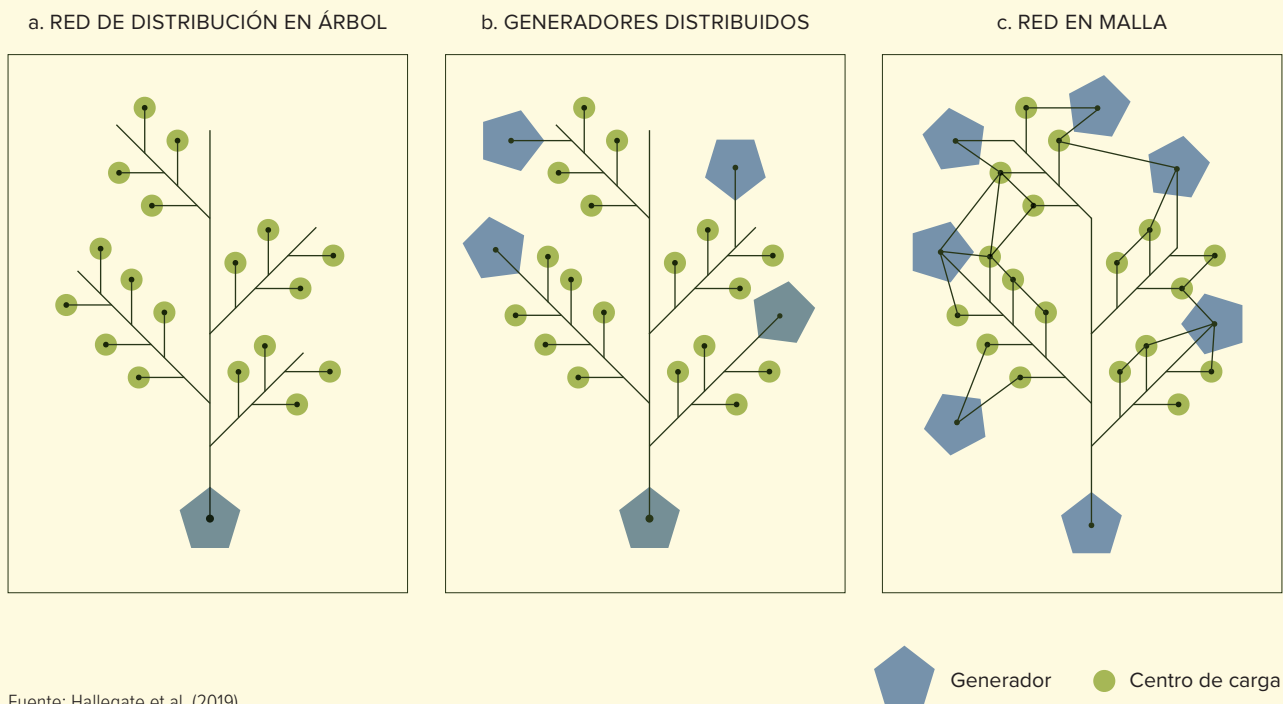
Una adaptación clave consiste en elegir emplazamientos óptimos para reducir o eliminar la exposición a los elementos. Seleccionar mejores ubicaciones para las nuevas infraestructuras es crucial para evitar futuros impactos del cambio climático, como la subida del nivel del mar, vientos más fuertes, temperaturas más altas e inundaciones (IAEA, 2019). Un mejor trazado o desvío de las líneas de transmisión y distribución puede mitigar o eliminar muchos de los riesgos más graves, como vientos fuertes, tormentas e incendios forestales (IEA, 2019).

### El poder de la preparación

Los pronósticos meteorológicos y los sistemas de alerta temprana son clave para un funcionamiento fiable del sector eléctrico (IEA, 2021a; Steinbuks et al., 2017). Ante la proximidad de un fenómeno extremo, las empresas de servicios públicos necesitan adquirir y evaluar adecuadamente pronósticos meteorológicos y de daños de alta calidad a fin de poder predecir los impactos en el sistema y adaptar sus respuestas en conformidad. Por ejemplo, contar con datos meteorológicos precisos permite a las centrales eléctricas minimizar los daños mediante

## GRÁFICO 4.1

### Diseño y resiliencia de la red de distribución



la reducción de sus operaciones antes del azote de un huracán (Hallegatte et al., 2019). El Operador del Mercado Australiano de Energía anticipa y reduce los riesgos de fallos simultáneos en puntos concretos de la red identificando contingencias creíbles, reevaluándolas constantemente con pronósticos meteorológicos en tiempo real y tomando medidas correctivas (IEA, 2021a).

Algunos cortes y daños en la infraestructura son inevitables. Por eso, adaptarse significa también controlar las consecuencias, reducir las zonas afectadas y restablecer o reorientar rápidamente la energía (NASEM, 2017). Resulta fundamental establecer estrategias de respuesta y preparación antes de que se produzcan fenómenos extremos para poder reparar rápidamente las infraestructuras averiadas y restablecer el sistema energético tras una catástrofe.<sup>1</sup> En 1954, el tifón nº 15 provocó un apagón en partes de la zona de Kanto (Japón) que duró más de 12 días. Un mes más tarde, una mejor preparación redujo a tan solo cuatro días el apagón provocado por el tifón nº 19 (IEA, 2021a).

Las redes inteligentes aumentan la capacidad de control y facilitan la respuesta a fenómenos

meteorológicos extremos. Permiten a los operadores de energía responder a las perturbaciones de forma remota, rápida y segura (IEA, 2021a; IEA, 2021c). Con estas tecnologías de red inteligente, los operadores pueden medir a distancia el consumo de energía; manejar la red; aumentar o disminuir la producción de las centrales eléctricas, según sea necesario; y reconfigurar los sistemas de transmisión y distribución para reaccionar ante fenómenos meteorológicos extremos o picos de demanda, todo ello sin poner en riesgo su seguridad (IEA, 2021a; IEA, 2021c).

Una red “en malla” con múltiples puntos de suministro interconectados y líneas de transmisión y distribución redundantes aumenta la resiliencia al minimizar las interrupciones cuando se dañan segmentos de la infraestructura del sistema energético (Hallegatte et al., 2019; IEA, 2021a). Los esquemas adaptables de islas de energía —que son separaciones planificadas de la red— y microrredes—secciones de la red que pueden funcionar separadas de la red principal— ayudan a mantener partes de la red en funcionamiento durante los cortes de electricidad (gráfico 4.1).

1 Ver el [Capítulo 2: Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación.](#)

## Intervenciones del gobierno para catalizar la adaptación

Son muchos los obstáculos que impiden a agentes tanto públicos como privados invertir en adaptación. Uno de ellos es que los propietarios y operadores de infraestructura no tienen incentivos para tener en cuenta el riesgo: saben que el gobierno les proporcionará ayuda cuando la necesiten. Para complicar aún más las cosas, las empresas de energía solo pagan una parte del total de los costos sociales causados por las interrupciones derivadas de fenómenos meteorológicos extremos. Por ejemplo, no asumen el costo de la interrupción de los servicios médicos (Hallegatte et al., 2019).

La visibilidad también es un tema importante. La subinversión puede no tener consecuencias en tiempos normales y hacerse patente solo cuando se produce una catástrofe natural y es demasiado tarde para actuar. Además, dependiendo de cómo se diseñe el mercado y se regule la infraestructura, la falta de competencia puede desalentar la inversión, especialmente en la construcción de capacidad excedentaria para aumentar la resiliencia del sistema (IEA, 2021a). Por último, las medidas de adaptación pueden incrementar los costos de diseño, construcción o mantenimiento, aun cuando supongan un ahorro a largo plazo (Hallegatte et al., 2019).

Los incentivos impulsan las decisiones económicas. Vincular los sistemas de precios con las inversiones en adaptación o con los resultados de fiabilidad puede ayudar (IEA, 2021a). Entre los ejemplos de políticas de incentivación cabe citar el establecimiento de cuotas basado en el rendimiento, que vincula los ingresos de las empresas de servicios públicos con resultados mensurables en métricas clave (IEA, 2021a), el establecimiento de mecanismos de recompensa y penalización, como los que compensan los cortes de electricidad, o el establecimiento de sistemas de pago por la prestación de servicios ecosistémicos (Hallegatte et al., 2019). Pero las políticas de precios pueden hacer poco para incitar a los operadores privados a invertir lo suficiente para proteger al sector eléctrico contra sucesos poco frecuentes con consecuencias significativas y costosas.

Parte de la solución consiste en hacer obligatorias algunas adaptaciones. Los gobiernos pueden

utilizar las normas de zonificación para prohibir la construcción en zonas de riesgo (Hallegatte et al., 2019). También pueden establecer normas mínimas de infraestructura para la resistencia a fenómenos meteorológicos extremos. Sin embargo, los costos de algunas adaptaciones suelen actuar como barrera para su adopción. Los reguladores pueden apoyar a las empresas de servicios públicos con programas de subvenciones que fomenten la inversión (NASEM, 2017). Los llamados “rastreadores de costos” (*cost tracker* en inglés) utilizados para actualizar las tarifas pagadas a los operadores de la red son otro mecanismo de financiamiento. Los sistemas de tarifas tradicionales basados en el costo del servicio suelen presentar largos desfases entre las inversiones y los aumentos de tarifas aprobados por el gobierno. Los rastreadores pueden resolver este problema acelerando los ajustes de tarifas de tal manera que reflejen el capital invertido en opciones de adaptación preaprobadas. Sin embargo, dichos rastreadores deben utilizarse con precaución para evitar incentivar a los operadores de la red a invertir en exceso.

La preparación ante las catástrofes es esencial. La adaptación no puede evitar todas las perturbaciones, y cuando los fenómenos extremos causan perturbaciones, la sincronización y la coordinación son fundamentales para la recuperación. Para la coordinación y recuperación tras un desastre, resulta fundamental, en épocas de bonanza, establecer responsabilidades claras entre las partes implicadas, incluidos los distintos organismos gubernamentales, las administraciones locales, las empresas de servicios públicos y los reguladores (Hallegatte et al., 2019). Cuando las acciones y las funciones pueden definirse de antemano, los gobiernos también pueden incluir criterios de resiliencia climática en los planes y estrategias energéticos nacionales (IEA, 2021a). La base de la preparación ante catástrofes es anticiparse a lo que podría salir mal. Por ello, los gobiernos deben realizar (o exigir que se realicen) evaluaciones del impacto y la vulnerabilidad de los activos del sector eléctrico, teniendo en cuenta los efectos del cambio climático y otros riesgos, como el envejecimiento de las instalaciones.



Los gobiernos pueden compartir las mejores prácticas y supervisar la preparación de las empresas de energía. Esto significa reunir conocimientos de colegas y consultores de la industria para establecer los mejores protocolos de respuesta y restauración en caso de emergencia. Los gobiernos también pueden ordenar o pedir a las empresas de energía que preparen planes de emergencia y definan claramente las funciones y responsabilidades, así como los procedimientos de funcionamiento normalizados, asistencia mutua y comunicaciones. Por ejemplo, Japón exige a las empresas que desarrollen prácticas de gestión de riesgos y reconozcan su papel durante las catástrofes que puedan afectar a sus respectivos sectores (Hallegatte et al., 2019). En Nueva York, tras el huracán Sandy, la Comisión de Servicios Públicos diseñó un sistema de puntuación para evaluar la respuesta de las compañías eléctricas a los cortes de suministro importantes. Dicho sistema cuantifica la preparación, la capacidad operativa para restablecer el servicio y los resultados del intercambio de información (PSC, 2013).

Mejorar el diseño básico del mercado es otra parte de la solución. Los mercados energéticos suelen estar diseñados en torno a las tecnologías establecidas y deben actualizarse para estimular nuevas actividades coherentes con la adaptación al cambio climático. Por ejemplo, Chile tuvo que actualizar las normas que regulan las conexiones a la red y la participación en el mercado energético a fin de posibilitar el uso de baterías para el almacenamiento de energía (Saravia et al., 2022). Modificar los periodos de concesión de la energía hidroeléctrica puede mejorar

los incentivos de los operadores de represas para efectuar inversiones costosas con largos periodos de amortización a fin de reforzar las represas o eliminar sedimentos (Ubierna et al., 2020). Otro ejemplo son las normas de facturación para incentivar la generación distribuida de electricidad mediante energía solar en los tejados. La medición neta permite a los consumidores inyectar en la red la electricidad generada por ellos mismos y que solo se les cobre el saldo entre lo que consumen y lo que producen (Hallack et al., 2018). Otras normas de facturación, más apropiadas en países donde la energía solar está más extendida, pagan a los consumidores el precio de mercado por la energía que inyectan de nuevo en la red.

Por último, el acceso al financiamiento es fundamental. Los gobiernos pueden aumentar la capacidad de las empresas de servicios públicos para recuperarse rápidamente de los daños, prestándoles apoyo directo o promoviendo el acceso a los mercados financieros. Estos pueden proporcionar financiamiento directo o apoyo para promover la adaptación en el sector. Y pueden mejorar el acceso a instrumentos financieros que aumenten la resiliencia y la capacidad de adaptación del sector, por ejemplo, a través de seguros. El fomento de una mayor transparencia de los riesgos y las medidas climáticas mediante la divulgación de información financiera y el desarrollo de taxonomías para clasificar las actividades de adaptación y los mercados financieros verdes puede contribuir a atraer flujos de capital privado hacia la adaptación en el sector.<sup>2</sup>

---

2 Ver el [Capítulo 9: Adaptar las finanzas públicas y privadas para el financiamiento de la adaptación](#).

# Referencias

- Annandale, George W.; Morris, Gregory L.; Karki, Pravin. 2016. Extending the Life of Reservoirs: Sustainable Sediment Management for Dams and Run-of-River Hydropower. Directions in Development—Energy and Mining. World Bank.
- Bartos, M., Chester, M., Johnson, N., Gorman, B., Eisenberg, D., Linkov, I., & Bates, M. (2016). Impacts of rising air temperatures on electric transmission ampacity and peak electricity load in the United States. *Environmental Research Letters*, 11(11), 114008.
- Dutra, J. (2020). The Regulation of Public Utilities of the Future in Latin America and the Caribbean: Water Resource Regulation in Brazil. Inter-American Development Bank.
- Grunwaldt, A., Glass, M.L., McCarthy, N. (2020). Identification of Climate Resilience Opportunities and Metrics in Financing Operations: A Technical Reference Document for IDB Project Teams. Inter-American Development Bank.
- Fazekas, A., Bataille, C., Vogt-Schilb, A., 2022. Prosperidad libre de carbono: cómo los gobiernos pueden habilitar 15 transformaciones esenciales. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Graham, N., Malagón, E., Viscidi, L., & Yépez-García, A. State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean.
- Hallack, M; Novaes, A; Chueca, J; Lopez, D; Ji, Yi. 2018 Implementing net metering policies in Latin America and the Caribbean: Design, incentives and best practices. IDB Technical Note 1594. Inter-American Development Bank.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2019. Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Sustainable Infrastructure.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2020. Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience.
- IAEA (2019a), Adapting the energy sector to climate change, International Atomic Energy Agency.
- IEA (2019b), Desalinated water affects the energy equation in the Middle East, International Energy Agency
- IEA 2021a. Climate Resilience, International Energy Agency
- IEA 2021b. Energy Storage, International Energy Agency
- IEA 2021c. Smart Grids, International Energy Agency
- IEA 2021d. Hydropower Special Market Report, International Energy Agency
- IRENA. 2021, Bracing for climate impact: Renewables as a climate change adaptation strategy, International Renewable Energy Agency.
- IPCC. 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- NYCEM, 2022. Plan for Hazards. <https://www1.nyc.gov/site/em/ready/plan-hazards.page> New York City's Emergency Management. Retrieved September 2022.
- Lopez, D., Mejdalani, A. N., Carvalho, M., & Chueca, J. E. 2022. The Energy Path of Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank.
- NASEM 2017. Enhancing the Resilience of the Nation's Electricity System. The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine.
- Ravillard, P., Carvajal, F., López D. D., Chueca, J. E., Antonio, K., Ji, Y., & Carvalho, M. 2019. Towards Greater Energy Efficiency in Latin America and the Caribbean: Progress and Policies. Inter-American Development Bank. Inter-American Development Bank.
- Paredes, Juan Roberto. 2017. La Red del Futuro: Desarrollo de una red eléctrica limpia y sostenible para América Latina
- PSC, 2013, Order approving the scorecard for use by the commission as a guidance document to assess electric utility response to significant outages. CASE 13–E-0140. State of New York Public Service Commission.
- Saravia, F; Romero, E; Cortijo, R; Nater, M; Iparraguirre, D; Saavedra, J. (2022). Centrales hidroeléctricas reversibles: identificación de potencial y necesidades regulatorias en Latinoamérica. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Steinbuks, Jevgenijs; de Wit, Joeri; Kochnakyan, Artur; Foster, Vivien. 2017. Forecasting Electricity Demand: An Aid for Practitioners. Live Wire 2017/73.
- Ubierna, M., Alarcón, A., & Alberti, J. (2020). Modernización de centrales hidroeléctricas en América Latina y el Caribe: Identificación y priorización de necesidades de inversión. Nota Técnica. Banco Interamericano de Desarrollo.

CAPÍTULO 5.

# Impulsando la adaptación en el sector del transporte



# Autores

## Hipólito Talbot-Wright

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## Agustina Calatayud

ESPECIALISTA PRINCIPAL, TRANSPORTE  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[mcalatayud@iadb.org](mailto:mcalatayud@iadb.org)

## Seonhwa Lee

ASESORA, TRANSPORTE  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[seonhwal@iadb.org](mailto:seonhwal@iadb.org)

## Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SENIOR, CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Calatayud, A., Lee, S., Vogt-Schilb, A., 2023. Impulsando la adaptación en el sector del transporte, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.

## Impulsando la adaptación en el sector del transporte

El transporte es fundamental para proveer la mayor parte de recursos y servicios para la supervivencia de las comunidades. Los fenómenos meteorológicos extremos y los efectos de evolución lenta del cambio climático pueden generar interrupciones o destruir la infraestructura del transporte, lo que a su vez genera interrupciones en las líneas de suministro y en las cadenas de valor, aumenta la duración de los desplazamientos y dificulta el acceso a zonas y servicios críticos como instalaciones médicas y educativas, hogares o lugares de trabajo. Aumentar la resiliencia en el sector del transporte significa ubicar la infraestructura lejos de las zonas de riesgo. Implica reforzar los activos, mejorar la conectividad y aumentar la redundancia de rutas y modos de transporte disponibles. A fin de priorizar las inversiones y aumentar la resiliencia, los planificadores pueden analizar la vulnerabilidad y criticidad de los principales activos de transporte, como carreteras y puentes. Esto significa evaluar, por un lado, cómo cada enlace perdería funcionalidad en caso de verse afectado por un peligro climático y, por el otro, cuáles serían las consecuencias globales para los usuarios del sistema en caso de la caída de algún enlace, así como qué ventajas aportaría reforzar la infraestructura, proporcionar mantenimiento o desarrollar redundancias locales. Para que el transporte sea resiliente es necesario movilizar tanto a los organismos gubernamentales, como a las empresas y a las constructoras para que planifiquen, diseñen, construyan, mantengan y exploten la infraestructura de transporte con un enfoque de gestión de riesgos. Los gobiernos deben definir claramente sus funciones y responsabilidades. Ellos tienen que elaborar evaluaciones de peligrosidad y vulnerabilidad que tengan en cuenta la incertidumbre climática y socioeconómica futura; prohibir el desarrollo en las zonas de mayor riesgo; establecer mandatos, incentivos y mecanismos financieros para el mantenimiento y la construcción de alta calidad; y diseñar planes de contingencia a fin de restablecer rápidamente el servicio y reconstruir la infraestructura tras los fenómenos climáticos.

# A punto de colisionar: el cambio climático y los sistemas de transporte

El transporte es un componente esencial de la inclusión, la calidad de vida y el desarrollo sostenible. Facilita el acceso al empleo, la salud y la educación. Pero la infraestructura del sector del transporte es vulnerable a los avatares climáticos. Su fallo puede paralizar por completo un sistema de transporte. Estas deficiencias pueden adoptar diversas formas: infraestructura averiada, interrupciones temporales y reducciones del ciclo de vida de los activos. En todos los casos, las consecuencias son de gran alcance.

## Vulnerabilidad de la infraestructura

Los fenómenos meteorológicos extremos y sus lentos desencadenamientos, como el aumento del nivel del mar, interrumpen temporalmente el servicio de transporte o, en algunos casos, destruyen su infraestructura (ITF, 2016). Para 2050, el cambio climático podría aumentar en un 19% el número de carreteras expuestas a fenómenos meteorológicos extremos en todo el mundo, pasando de 200.000 a 237.000 kilómetros (Hall et al., 2019).

Las inundaciones y los desprendimientos de tierras comprometen la integridad estructural de carreteras, puentes, túneles y otras infraestructuras de transporte. El viento y las tormentas pueden ocasionar daños en puentes y puertos. El aumento del nivel del mar puede engullir puertos, aeropuertos y carreteras de baja altitud. En el Caribe, más del 60% de las carreteras y puentes están expuestos a inundaciones, huracanes o desprendimientos de tierra. El 63% de los puertos y el 82% de los aeropuertos están expuestos a huracanes, y el 25% y el 27%, respectivamente, están expuestos a desprendimientos de tierra (Rozenberg et al., 2021). El nivel de los ríos también puede subir, debido al deshielo de los glaciares o a las fuertes precipitaciones, representando una amenaza para los puentes.

Los cambios en las precipitaciones afectan los terraplenes y las estructuras geotécnicas. Las condiciones más secas provocan la contracción del subsuelo y

grietas en las carreteras. El aumento de las precipitaciones puede provocar fallos de origen hidráulico en cimientos y terraplenes. Las alcantarillas situadas bajo carreteras o vías férreas pueden colapsar con el aumento de las precipitaciones. Los niveles más elevados de lluvia desprenden el asfalto de sus materiales aglutinantes. El aumento de humedad y CO<sub>2</sub> en la atmósfera intensifica la corrosión de estructuras de acero como puentes y vías férreas (ITF, 2016).

El aumento de las temperaturas también es un importante factor generador de estrés para la infraestructura de transporte, ya que reduce la vida útil de los activos vitales. El calor provoca grietas y ondulaciones, y acelera el deterioro del asfalto utilizado en carreteras, aeropuertos y puertos. Las altas temperaturas también afectan los puentes y comprometen la ventilación de los túneles. Además, impiden a los obreros trabajar en zonas abiertas y en las horas pico del día, lo que dispara los costos y la dificultad del mantenimiento de carreteras y vías férreas (ITF, 2016).<sup>1</sup>

Incluso cuando no destruyen la infraestructura, los fenómenos climáticos pueden ser muy perjudiciales. Las inundaciones pueden interrumpir el paso por túneles o carreteras y aumentar las posibilidades de accidentes y víctimas. La saturación de agua reduce la capacidad de carga de los puentes, mientras que el descenso de las precipitaciones repercute negativamente en las vías navegables interiores (ITF, 2016). El Canal de Panamá normalmente puede acoger buques con un calado de 15,2 metros, una medida de la profundidad por debajo de la línea de flotación a la que se encuentra la parte inferior de su casco. Pero tras periodos prolongados con poca o ninguna precipitación, el nivel del agua en el canal puede descender, fijando el límite en solo 13,4 metros y restringiendo la capacidad de carga (Kaufmann, 2023). El deterioro de la infraestructura de transporte puede obligar a los vehículos a circular a menor velocidad. Las tormentas y los vientos huracanados pueden interrumpir los servicios en puertos y aeropuertos (ITF, 2016).

<sup>1</sup> Ver el Capítulo 7: Chequeo médico: cambio climático y salud.

## Una amenaza económica y social

Las interrupciones en la red de transporte pueden tener graves consecuencias económicas y sociales (Hallegatte and Vogt-Schilb, 2019a; Colon et al., 2020). Pueden obstaculizar las medidas de evacuación y los esfuerzos de socorro, causando víctimas mortales. Como consecuencia, las líneas de suministro se interrumpen, amenazando los ingresos de las exportaciones e impidiendo las importaciones para la producción y el consumo nacionales. El acceso a oportunidades económicas, a la educación o a la salud se ve interrumpido, lo que magnifica el costo macroeconómico de los fenómenos meteorológicos extremos.

Las interrupciones del transporte son costosas para los hogares, ya que limitan el acceso al empleo, los mercados, los servicios esenciales y el ocio. Además, prolongan la duración de los desplazamientos, aumentan los costos y generan contaminación, lo que puede tener consecuencias para la salud (Hallegatte et al., 2019b). En el Caribe, una interrupción que afecte al 20% de las carreteras reduce el valor para el usuario entre un 24% y un 95% debido a la mayor duración de los desplazamientos y a las restricciones de acceso (Rozenberg et al., 2021). Estas interrupciones afectan de manera desproporcionada a los hogares más pobres, como sucede en América Latina y el Caribe, donde dichos hogares suelen asentarse en zonas más alejadas de los puestos de trabajo y los

servicios, y disponen de menos medios de transporte (Oviedo et al., 2019; Vender et al., 2018).

Las interrupciones en el sistema de transporte también afectan a las empresas: la disminución de la capacidad de producción se traduce en pérdidas de ventas y retrasos en las entregas. En Argentina, se prevé que la exposición de las carreteras nacionales a inundaciones de 50 centímetros de profundidad aumente entre un 10% y un 20% de aquí a 2050. Un análisis de la red sugiere que las peores inundaciones podrían interrumpir las cadenas de suministro que transportan 100.000 toneladas de carga al día (Kesete et al., 2021).

Por último, la construcción de carreteras o autopistas en zonas peligrosas puede agravar el riesgo climático en el resto de la economía, ya que la infraestructura de transporte induce al desarrollo. Una autopista puede construirse con estándares de alta resiliencia. Pero puede atraer a sus alrededores nuevos asentamientos y actividades comerciales que pueden o no estar contruidos para soportar el riesgo climático. Esto es especialmente relevante porque la infraestructura de transporte puede atraer asentamientos informales, que tienden a ser más vulnerables. Además, los activos de transporte, debido a su larga vida útil, pueden construirse en zonas que aunque son seguras en la actualidad, están expuestas a futuros riesgos climáticos.

## Opciones de adaptación para mantener a los países en movimiento

La adaptación del sector del transporte debe tener como objetivo ofrecer un servicio más fiable en condiciones adversas siguiendo dos enfoques generales. Un factor clave puede ser considerar los riesgos climáticos en las primeras fases de desarrollo y planificación de la infraestructura (Hall et al., 2019). Uno de los objetivos es reducir las interrupciones mediante el refuerzo y la mejora de los activos individuales, nuevos y antiguos, contra los efectos del cambio climático. Otro aún más importante es minimizar la pérdida de funcionalidad de la red en condiciones negativas. Eso significa aumentar la capacidad del sistema de transporte para absorber las interrupciones y mantener sus servicios.

### Resguardar la infraestructura crítica

Ubicar la nueva infraestructura lejos de las zonas de riesgo es la opción de adaptación más obvia. Una carretera costera, por ejemplo, está más expuesta a las marejadas que una más hacia el interior. La infraestructura situada en zonas menos expuestas sufrirá menos impactos y, en consecuencia, menos daños y menos interrupciones. En Vietnam, los beneficios sociales de limitar la inversión en carreteras en aquellos distritos donde más del 40% del terreno está por debajo de un metro sobre el nivel del mar son un 9,3% superiores a los de una estrategia sin limitaciones (Balboni, 2021). Identificar las áreas de riesgo actuales y futuras y evitar la instalación de activos

de infraestructura en zonas con alta exposición a inundaciones, marejadas, calor extremo o incendios forestales, es una adaptación eficaz.

No obstante, la exposición no siempre puede evitarse: puede que falten alternativas y la infraestructura actual no puede simplemente trasladarse. Por lo tanto, también es crucial reforzar la infraestructura. El refuerzo de carreteras mediante el establecimiento de pendientes transversales positivas, mejoras del suelo, alcantarillas adicionales, muros de retención y pavimentación con grava puede prevenir el estancamiento del agua y evitar el colapso de las carreteras. El asfalto poroso mejora la seguridad de las carreteras en zonas expuestas a un aumento de las precipitaciones o de las nevadas. Diversas medidas pueden proteger los túneles contra las inundaciones, como el establecimiento de sistemas pasivos de drenaje y gestión del agua lluvia; el bombeo de emergencia y la elevación de las bocas de metro. Contra las olas de calor, las juntas flexibles en las carreteras ayudan a evitar daños, mientras que el revestimiento reflectante contribuye a proteger la integridad estructural de los puentes (ITF, 2016; Hallegatte et al., 2019b).

Para que las opciones de diseño sean eficaces, deben adaptarse a un clima cambiante. Una cuestión clave es que los métodos tradicionales para establecer normas de diseño de infraestructura se basan en datos meteorológicos históricos. Pueden estar diseñados, por ejemplo, para soportar una profundidad de inundación que históricamente se ha producido cada 100 años. Pero en un escenario pesimista, con un calentamiento de 2 ° C a mediados de siglo, se espera que más del 40% de los activos de transporte a nivel mundial experimenten al menos una disminución del 25% en el período de retorno de precipitaciones extremas. En otras palabras, una inundación que solía producirse cada siglo se produciría ahora cada 75 años en promedio (Wang et al., 2022). En Haití, el 45% de los puentes analizados por el BID pueden ver un aumento en el caudal de los ríos en la próxima década debido al cambio climático. La modelización numérica permite a las autoridades conocer el clima futuro y fijar las normas de construcción y mantenimiento en consecuencia (Olaya et al., 2020).

### Centrarse en el mantenimiento

El cambio climático reduce la vida útil de los activos de infraestructura y ocasiona daños en sus componentes. Por ese motivo, el mantenimiento periódico

es vital para garantizar la durabilidad y resiliencia de la infraestructura de transporte y minimizar las interrupciones (Hallegatte et al., 2019b). La falta de mantenimiento adecuado puede aumentar los costos de capital de la infraestructura en un 50% (Rozenberg y Fay, 2019). El mantenimiento proactivo es una estrategia eficaz de gestión de activos que mejora su resistencia y capacidad de respuesta ante los riesgos climáticos. Por ejemplo, la limpieza periódica de los sistemas de drenaje mitiga el riesgo de inundaciones en carreteras e infraestructuras circundantes (UNOPS, 2021). Uruguay está rehabilitando y mejorando el mantenimiento de una carretera nacional a fin de aumentar la redundancia de la red de transporte, protegiendo las líneas de abastecimiento de los productores de alimentos durante el aumento de las precipitaciones (IDB, 2021).

Las soluciones basadas en la naturaleza también son una opción para salvaguardar la infraestructura de los riesgos climáticos y reducir los costos de mantenimiento. Por ejemplo, los parques de las zonas urbanas crean sistemas naturales de drenaje que reducen las inundaciones de las carreteras (UNOPS, 2021).

### Resistencia bajo estrés

La infraestructura resiliente tiene una buena relación costo eficacia: aunque los costos iniciales sean más elevados, es más resistente a los fenómenos meteorológicos extremos, causa menos interrupciones y aumenta la esperanza de vida de los activos (Hallegatte et al., 2019b). Sin embargo, la resistencia de activos individuales no es un buen indicador de la resiliencia del sistema de transporte en su conjunto. Una red interconectada es tan fuerte como su eslabón más débil.

Un concepto clave en el análisis y diseño de infraestructura resiliente es la redundancia del sistema (Koks et al., 2023). La redundancia se refiere a la presencia de rutas y modos de transporte alternativos para llegar a un destino. Las opciones incluyen añadir rutas alternativas y diversificar el sistema con múltiples modos de transporte (Hallegatte et al., 2019b). Por ejemplo, reactivar los aeropuertos que estaban destinados a ser desmantelados puede ayudar a mantener un sistema diversificado, mejor equipado para responder a los desastres naturales (UNOPS, 2021).



## Sistemas de apoyo al proceso decisorio

A la hora de definir o priorizar las medidas de adaptación, el sector debe tener en cuenta los efectos inciertos del cambio climático. Las condiciones climáticas futuras son imposibles de predecir, y los cambios futuros en la tecnología y las tendencias sociales amplifican la incertidumbre en torno a las consecuencias de aplicar, o no, medidas de adaptación.

Los nuevos métodos de apoyo a la toma de decisiones en condiciones de gran incertidumbre, como el llamado análisis de puntos críticos (a veces conocido como blue-spot analysis en inglés) permiten a los formuladores de políticas públicas, por un lado, analizar los riesgos que el cambio climático impone a los sistemas de transporte y, por el otro, priorizar las medidas de adaptación (Lempert et al., 2021; Koks et al., 2023).<sup>2</sup> Un análisis de puntos críticos ayuda a los funcionarios a i) localizar los activos de transporte, como tramos de redes de carreteras o puentes, que están expuestos a fenómenos meteorológicos extremos, en diferentes escenarios; ii) estimar el grado de vulnerabilidad de estos activos, por ejemplo, si serían destruidos por una inundación determinada; iii) estimar la criticidad de cada activo, en función de las consecuencias económicas de su interrupción; iv) anticipar los resultados de las intervenciones y v) utilizar una herramienta de visualización para ayudar a los responsables de la toma de decisiones a priorizar las inversiones a fin de aumentar la seguridad y la resiliencia. Es importante que los planificadores reevalúen periódicamente las medidas de adaptación en función de la evolución de las condiciones climáticas y socioeconómicas, por ejemplo, si cambia el estado de la red, si la actividad económica modifica los enlaces más críticos o si evolucionan las condiciones climáticas y se dispone de nuevos mapas de riesgos. Otro importante ciclo de retroalimentación es

el relativo a la eficacia de las intervenciones específicas y las opciones de diseño: los gobiernos deben supervisar su eficacia tras los fenómenos meteorológicos extremos y reflejar lo aprendido en la siguiente fase de planificación.

República Dominicana recientemente elaboró un análisis de puntos críticos para priorizar las inversiones y mejorar la resiliencia de su red de transporte por carretera (Olaya et al., 2022). El gobierno llevó a cabo una investigación para determinar qué carreteras, puentes y sistemas de drenaje reconstruir o reforzar para reducir las pérdidas y los daños provocados por desastres naturales. Se hizo una evaluación de los daños utilizando el valor financiero de los activos de transporte destruidos. Las pérdidas, por su parte, se evaluaron como el impacto de las interrupciones en el tiempo de viaje, que se valoró en función de la productividad económica promedio. El análisis tuvo en cuenta huracanes, crecidas de ríos, terremotos y tsunamis en diversos escenarios de cambio climático. Según el estudio, los desastres naturales causan actualmente daños a la red por valor de USD\$ 1 millón al año, pero las pérdidas para los usuarios son mucho mayores, de USD\$ 2,7 millones al año. En el peor de los casos, con un elevado crecimiento del tráfico y fuertes efectos del cambio climático, las pérdidas y daños podrían dispararse hasta casi USD\$ 40 millones al año en 2050, es decir, más del 13% de lo que el país gasta actualmente en construir y mantener la red de carreteras. A continuación, el análisis prioriza las inversiones que pueden reducir las pérdidas y los daños (Mapa 5.1). El Gobierno ha utilizado con éxito la herramienta para, por un lado, orientar sus esfuerzos de mantenimiento y reconstrucción tras las catástrofes y, por el otro, para seleccionar los proyectos presentados a los bancos internacionales de desarrollo interesados en financiar la adaptación (Olaya et al., 2022; IDB, 2022a).

<sup>2</sup> Ver también el Capítulo 1: Toma de decisiones para un futuro impredecible.

MAPA 5.1

Priorizar las inversiones para reducir las pérdidas y los daños provocados por los desastres naturales en República Dominicana



Fuente: Olaya et al. (2022)

## Estar preparados

Una forma eficaz de prepararse para diferentes escenarios climáticos con recursos limitados es disponer de estrategias de respuesta y planes de contingencia para gestionar la interrupción del servicio.<sup>3</sup> Las empresas también pueden aumentar sus existencias y cambiar la ubicación de sus fábricas o almacenes en respuesta al riesgo de catástrofe (Hallegatte et al., 2019b).

Los gobiernos pueden desarrollar acuerdos institucionales para centralizar la información relacionada con la red de carreteras y coordinar acciones de respuesta rápida (p. ej., Olaya et al., 2022). Pueden diseñar planes de contingencia para acelerar la reconstrucción y rehabilitación tras un suceso y generar soluciones temporales que puedan restablecer rápidamente el servicio, aunque solo sea parcialmente. En Santiago de Chile, como en muchas otras

ciudades del mundo, el gobierno despliega rápidamente un servicio alternativo de autobuses para reemplazar una línea de metro averiada.

La mejora del acceso a los datos climáticos y la implantación de sistemas de alerta temprana son fundamentales para reducir las interrupciones en los sistemas de transporte. Los sistemas de alerta temprana son importantes para anticiparse a los fenómenos meteorológicos extremos y mitigar sus efectos en los sistemas de infraestructura. Por ejemplo, antes de que el huracán Sandy azotara la ciudad de Nueva York en 2012, la Autoridad Metropolitana de Tránsito de la ciudad pudo trasladar sus trenes fuera de las zonas propensas a inundaciones, minimizando así los daños a sus activos y permitiendo que el servicio se restableciera con relativa rapidez (Hallegatte et al., 2019b).

<sup>3</sup> Ver el Capítulo 1: Toma de decisiones para un futuro impredecible.

# El gobierno retoma el control

Un paso clave para mejorar el sistema de transporte es mejorar la gobernanza definiendo funciones y responsabilidades claras en los marcos institucionales y jurídicos. Los ministerios y organismos responsables del sistema de transporte necesitan un mandato claro en materia de adaptación, por ejemplo de una ley sobre cambio climático o de un compromiso internacional. Los organismos superiores deben garantizar una acción coordinada entre las autoridades de transporte, los organismos de gestión del riesgo de catástrofes y las instituciones dependientes del sistema de transporte. Los planes maestros de infraestructura deben evaluar las vulnerabilidades del sistema y actualizarse (Hallegatte et al., 2019b). Los gobiernos deberían obligar a las autoridades locales a tener en cuenta los efectos del cambio climático en sus planes de urbanización, por ejemplo, utilizando mapas de riesgos y prohibiendo el desarrollo de infraestructura en zonas peligrosas (Hallegatte et al., 2020).

## Trazando el camino hacia la adaptación

Es fundamental desarrollar planes de adaptación para el sector del transporte, identificando a los agentes clave y las opciones de adaptación y asignándoles su lugar en una estrategia. Los planes de adaptación pueden centrarse en todo el sector o en un área específica.

Colombia ha elaborado un Plan Nacional de Adaptación específico para sus puertos (MADS, 2016). El plan establece que los puertos permiten el 93% del comercio internacional del país y que más del 80% de ellos son vulnerables a los impactos del cambio climático, como huracanes, inundaciones, erosión, aumento del nivel del mar y marejadas. A continuación, plantea opciones de adaptación específicas para cada puerto, como el cultivo de manglares o la construcción de muros de protección; la elevación de la infraestructura existente; la ampliación de las zonas de drenaje; el uso de pavimentos permeables; el refuerzo de la conectividad vial; la actualización de las normas, códigos y reglamentos aplicables a la infraestructura portuaria; y la imposición de un mantenimiento más frecuente. Los operadores del puerto de Manzanillo, México, han reconocido igualmente que la zona es muy vulnerable al aumento del nivel del mar y han elaborado un plan de adaptación que incluye el incremento en la

capacidad de drenaje, el establecimiento de sistemas de alerta temprana, la intensificación del mantenimiento y el refuerzo de los activos vulnerables y sus alrededores (Connell et al., 2015).

Planificar las emergencias con un enfoque integrado de gestión de riesgos es otra forma eficaz de minimizar el impacto de las interrupciones. Los gobiernos pueden identificar la infraestructura vulnerable de la red de transporte, establecer planes de contingencia y procedimientos de evacuación, y definir funciones claras para todas las partes interesadas del sistema de transporte en caso de catástrofe (UNOPS, 2021). Entre las estrategias de evacuación o interrupción se encuentran los servicios de autobuses que pueden desplegarse rápidamente en caso de fallos en el sistema ferroviario y los sistemas de contraflujo en los que se invierte la dirección de los carriles de las carreteras (ITF, 2016).

La capacitación de las partes interesadas y el desarrollo de las capacidades de los organismos públicos también son fundamentales para dar respuestas eficaces. En Uruguay, los funcionarios del Ministerio de Transporte y Obras Públicas reciben capacitación para utilizar modelos que informen sobre la reorientación de la carga en caso de interrupciones temporales en la red de carreteras (IDB, 2021).

## Incentivar las inversiones

Los gobiernos también pueden aumentar la resiliencia del sistema de transporte utilizando mecanismos financieros que alineen los incentivos de los propietarios de activos con el interés público (Hallegatte et al., 2020). Las actuales disposiciones financieras son a menudo inadecuadas: las asignaciones presupuestarias para los organismos públicos se fijan a menudo como sumas globales que no tienen en cuenta la aparición de riesgos climáticos; la duración de los contratos con constructores privados es inferior a la vida técnica de los activos, lo que reduce el incentivo de hacer una inversión inicial en la calidad; y los contratos de construcción y mantenimiento por separado no tienen en cuenta el costo social de la interrupción ni el valor total del mantenimiento (Hallegatte et al., 2020). Otro problema es que las administraciones locales suelen encargarse de una parte de la

infraestructura de transporte, pero carecen de recursos para reparar o mantener sus activos (ITF, 2016).

Las soluciones para promover las inversiones incluyen eliminar las barreras presupuestarias para el mantenimiento, penalizar a los operadores de infraestructura si las interrupciones anuales exceden un umbral especificado y establecer contratos basados en el rendimiento para las agencias de construcción o los operadores que vinculen los pagos con el rendimiento de los activos. Los gobiernos también pueden introducir y hacer cumplir regulaciones, códigos de construcción y normas de contratación pública, por ejemplo, para establecer normas mínimas de resistencia frente a fenómenos meteorológicos extremos (Hallegatte et al., 2019b, 2020).

Los gobiernos también pueden fomentar la densificación. La densificación tiene el potencial de reducir el tráfico, minimizar las interrupciones del transporte y reducir las barreras a la implementación de redundancias, diversificación y multimodalidad, incluso haciendo que caminar y montar en bicicleta sean opciones viables (Hallegatte et al., 2019b). Por el contrario, las expansiones urbanas suelen ofrecer menos alternativas de transporte e implican distancias más largas hasta servicios críticos como hospitales. Para promover ciudades densas, los gobiernos pueden considerar conjuntamente el crecimiento urbano y el desarrollo de infraestructuras, y situar estratégicamente servicios e infraestructuras públicas como viviendas sociales, hospitales, escuelas, carreteras y estaciones de metro.<sup>4</sup> También pueden utilizar incentivos fiscales, como la tasa por congestión.

## Acceso a la información

Los gobiernos pueden mejorar la toma de decisiones entre todas las partes interesadas invirtiendo en datos accesibles, modelizando los riesgos naturales y el cambio climático y estableciendo sistemas de alerta temprana. La cooperación internacional puede hacer frente al embotellamiento de la información ampliando la disponibilidad de datos y modelos, especialmente en los países de bajos y medianos ingresos. En Bolivia, un plan de modernización del aeropuerto incluye la instalación de equipos meteorológicos para la detección temprana de tormentas eléctricas, además de mejoras de ingeniería, como la construcción de tejados preparados para las tormentas de granizo, la implantación de nuevos sistemas de drenaje y la pavimentación y elevación de las zonas de aparcamiento y las carreteras de acceso para evitar inundaciones (IDB, 2022b).

Las inversiones en la creación de competencias y capacidad técnica, incluida la toma de decisiones utilizando los métodos de “incertidumbre profunda” (deep uncertainty methods, en inglés) mencionados anteriormente, pueden ayudar a maximizar la utilidad de estas herramientas y movilizar los conocimientos técnicos del sector privado (Hallegatte et al., 2019; Lempert et al, 2021).

<sup>4</sup> Ver también el [Capítulo 6: Ciudades resilientes](#).

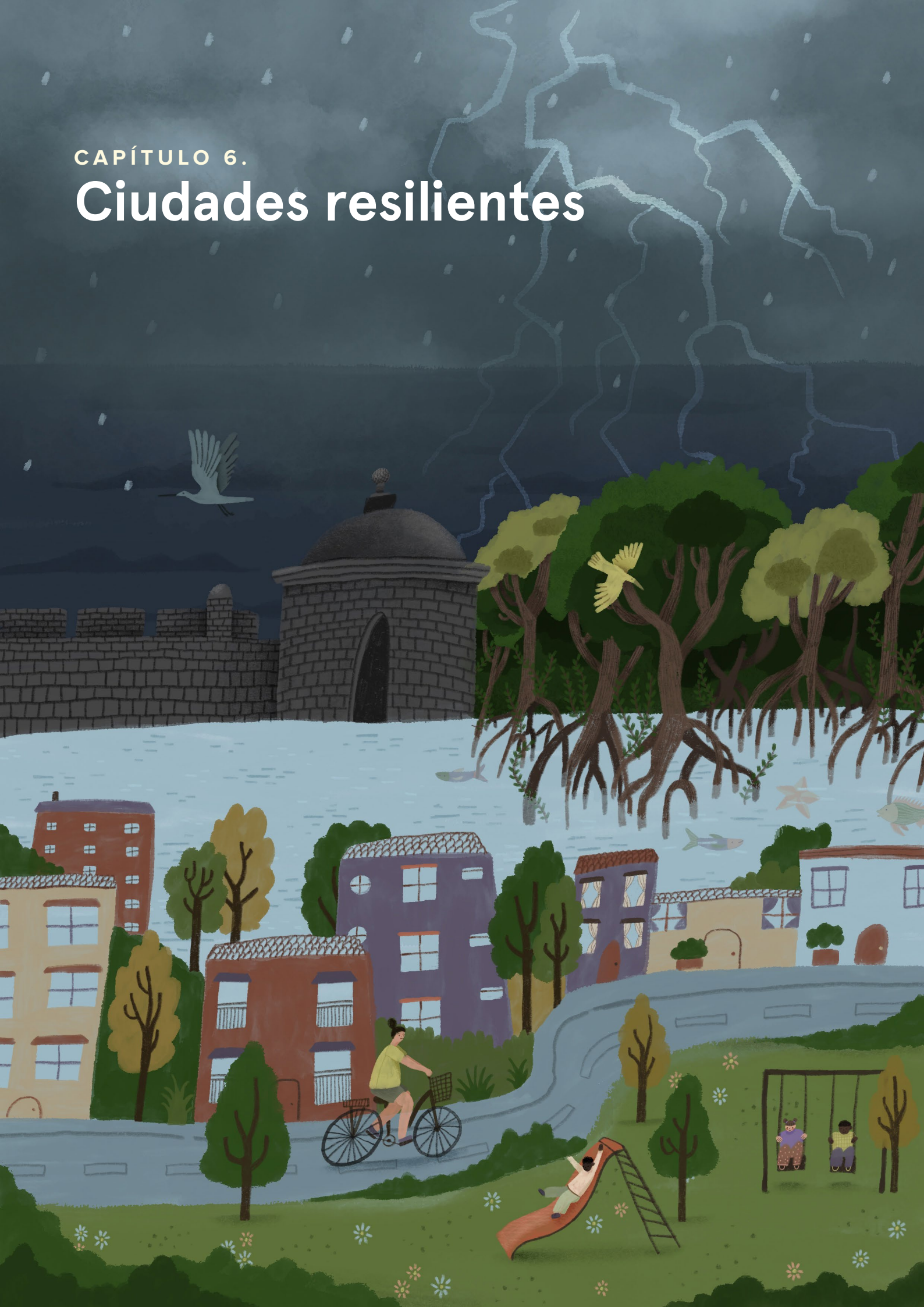
# Referencias

- Balboni, Clare Alexandra. 2021. *In harm's way? Infrastructure investments and the persistence of coastal cities*. Diss. Massachusetts Institute of Technology
- Colon, C., Hallegatte, S., Rozenberg, J., 2021. Criticality analysis of a country's transport network via an agent-based supply chain model. *Nat Sustain* 4, 209–215
- Connell, R., Canevari, L., Coleby, C., Wright, S., Robertson, J. N., Morgan, W., Cerezo, A., Rivero, A., Ugarte, G., Larson, R., Carr, C., Washington, R., Saucedo, E., Ramírez, E., Olivera, M., Becker, A., Pascual, J., Barandiarán, M., Ramírez, G., Crotte, A., Monter Flores, E., Martínez-Molina, J-P. 2015. Puerto de Manzanillo. Gestión de riesgos climáticos. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Hall, J.W., Aerts, J.C.J.H., Ayyub, B.M., Hallegatte, S., Harvey, M., Hu, X., Koks, E.E., Lee, C., Liao, X., Mullan, M., Pant, R., Paszkowski, A., Rozenberg, J., Sheng, F., Stenek, V., Thacker, S., Väänänen, E., Vallejo, L., Veldkamp, T.I.E., van Vliet, M., Wada, Y., Ward, P., Watkins, G., and Zorn, C. 2019. *Adaptation of Infrastructure Systems: Background Paper for the Global Commission on Adaptation*. Oxford: Environmental Change Institute, University of Oxford.
- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., 2019a. Are Losses from Natural Disasters More Than Just Asset Losses?, in: Okuyama, Y., Rose, A. (Eds.), *Advances in Spatial and Economic Modeling of Disaster Impacts*, *Advances in Spatial Science*.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2019b. *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Sustainable Infrastructure*. World Bank.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2020. *Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience*. World Bank.
- IDB, 2021. Program to Improve Road Corridors for Agroindustry and Forestry II (UR-L1182). Inter-American Development Bank Loan Proposal.
- IDB, 2022a. Road Infrastructure Rehabilitation and Maintenance Program in the Dominican Republic (DR-L1151). Inter-American Development Bank Loan Proposal
- IDB, 2022b. Air Infrastructure Program – Stage II (BO-L1209). Inter-American Development Bank Loan Proposal.
- ITF, 2016. *Adapting Transport to Climate Change and Extreme Weather: Implications for Infrastructure Owners and Network Managers*, ITF Research Reports, OECD Publishing.
- Kaufmann, D. (2023, May 30). Climate change could cut off the Panama Canal. Extracted from: dw.com. <https://www.dw.com/en/will-climate-change-cut-off-the-panama-canal-and-global-supply-chains/a-65761965>
- Kesete, Yohannes Y.; Raffo, Veronica; Pant, Raghav; Koks, Elco E.; Paltan, Homero; Russell, Tom; Hall, Jim W. 2021. *Climate Change Risk Analysis of Argentina's Land Transport Network*. World Bank.
- Koks, E., Rozenberg, J., Tariverdi, M., Dickens, B., Fox, C., Ginkel, K. van, Hallegatte, S., 2023. A global assessment of national road network vulnerability. *Environ. Res.: Infrastruct. Sustain.* 3, 025008.
- Lempert, R.J., Miro, M., Prosdoci, D., Lefevre, B., Monter Flores, E., 2021. *A DMDU Guidebook for Transportation Planning Under a Changing Climate*. Inter-American Development Bank.
- MADS, 2016. Plan de gestión del cambio climático para los puertos marítimos de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.
- Oviedo, D., Scholl, L., Innao, M., Pedraza, L., 2019. Do Bus Rapid Transit Systems Improve Accessibility to Job Opportunities for the Poor? The Case of Lima, Peru. *Sustainability* 11, 2795.
- Olaya, J. C., Dewez, R., Guerrero, P., Lefevre, B., Nalesso, M. & Zuloaga, D. 2020. Incluir el cambio climático en el análisis hidrológico para el trazado y diseño de infraestructura de transporte: Guía metodológica e implementación en 33 puentes vehiculares en Haití. Banco Interamericano de Desarrollo
- Olaya, J. C., Suardí, A., Lefevre, B., & Rodriguez, M. 2022. Transporte resiliente al cambio climático: cómo priorizar la inversión?: caso de República Dominicana. Banco Interamericano de Desarrollo.
- UNOPS. (2021). *Infrastructure for climate action*. United Nations Office for Project Services
- Rozenberg, J., and M. Fay. 2019. *Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need While Protecting the Planet*. World Bank.
- Venter, C., Jennings, G., Hidalgo, D., Pineda, A.F.V., 2018. The equity impacts of bus rapid transit: A review of the evidence and implications for sustainable transport. *International Journal of Sustainable Transportation* 12, 140–152.
- Rozenberg, J., Browne, N.; De Vries Robbé, S; Kappes, M., Lee, W., Prasad, A. 2021. *360° Resilience: A Guide to Prepare the Caribbean for a New Generation of Shocks*. World Bank.
- Wang, Q., Ming, W, & Koks, E. (2022). Global transportation infrastructure exposure to the change of precipitation in a warmer world. *Nature Communications*.



CAPÍTULO 6.

# Ciudades resilientes



# Authors

## Hipólito Talbot-Wright

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## Nora Libertun de Duren

ESPECIALISTA PRINCIPAL, VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[nlibertun@iadb.org](mailto:nlibertun@iadb.org)

## Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SENIOR, CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Libertun de Duren, N., Vogt-Schilb, A., 2023. Ciudades resilientes, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.



## Ciudades resilientes

La mayoría de las personas en América Latina y el Caribe habitan en las ciudades, donde también se concentran la mayor parte de la riqueza y la actividad económica de la región. Sin embargo, las ciudades se ven amenazadas por los crecientes riesgos del cambio climático como escasez de agua, olas de calor y aumento del nivel del mar, que causan víctimas mortales, producen enfermedades, suman a las familias en la pobreza, las obligan a abandonar sus hogares y a trasladarse, a menudo a barrios mal preparados en otras ciudades. Una adaptación clave es reducir la exposición prohibiendo el desarrollo en zonas de alto riesgo, por ejemplo, prohibiendo la construcción a lo largo de las costas que son o pueden llegar a ser peligrosas a medida que aumenta el nivel del mar. Pero reducir la exposición puede ser inviable o indeseable si eso implica desplazar a comunidades establecidas. También es necesario construir infraestructuras de protección y modernizar las edificaciones. Infraestructuras grises como diques, alcantarillas y centros de refrigeración pueden ofrecer protección contra los elementos y el clima, al igual que las soluciones basadas en la naturaleza. Entre ellas se encuentran manglares en las zonas costeras para absorber las marejadas ciclónicas y árboles para refrescar las ciudades y hacer más tolerables las olas de calor. Los gobiernos pueden utilizar las evaluaciones de riesgos, la zonificación y las regulaciones para contener el desarrollo en zonas propensas al riesgo y apoyar el desarrollo en zonas seguras. También pueden imponer, incentivar o permitir la implementación de soluciones basadas en la naturaleza. Las normas de construcción y mantenimiento pueden garantizar que las edificaciones sean aptas para los fenómenos climáticos actuales y futuros. Los instrumentos financieros pueden animar a los hogares a adaptarse, así como a hacer frente y recuperarse de los fenómenos meteorológicos extremos. Sin embargo, los gobiernos se enfrentan a dos obstáculos cruciales: la informalidad y la fragmentación institucional. Las estrategias contra el cambio climático serán más eficaces si contribuyen a mejorar la gobernanza, la coordinación, la planificación y la formalización.

# El cambio climático amenaza las ciudades

Las ciudades son motores de desarrollo que concentran infraestructuras esenciales, activos clave y actividades económicas, sociales, administrativas y culturales. Las zonas urbanas albergan a la mayoría de los habitantes del planeta: en 2018, el 55% de la población mundial vivía en centros urbanos (United Nations, 2018). Dadas las tendencias demográficas actuales, para 2050, más del 86% de la población en América Latina y el Caribe vivirán en ciudades, la tasa más alta entre las regiones en desarrollo del mundo (UN, 2018).

Las ciudades son muy vulnerables al cambio climático y se enfrentan a riesgos crecientes de escasez de agua, aumento del nivel del mar y fenómenos meteorológicos extremos como inundaciones y olas de calor. Estos fenómenos climáticos aumentan la mortalidad y la morbilidad, causan pérdidas económicas y de activos, empujan a los hogares a la pobreza y desplazan a las comunidades (Boland et al., 2021; Dodman et al., 2022; Vera and Sordi, 2020).

## Problemas en el hogar

El aumento de las temperaturas y las olas de calor hacen que las zonas urbanas sean menos habitables. Las ciudades sufren el efecto isla de calor: las edificaciones y las carreteras absorben el calor del sol, lo que suele aumentar la temperatura de la superficie entre 0,5 °C y 4 °C (Boland et al., 2021), y hasta 3 °C a 8°C en las ocho ciudades más grandes de América Latina y el Caribe (Oliver et al., 2021). En 2050, las ciudades más grandes de América del Sur tendrán entre cinco y diez veces más días de calor extremo: en algunos de los peores escenarios, temperaturas que solían producirse menos de 20 días al año podrían ocurrir seis meses al año (Kephart et al., 2022). Las olas de calor entrañan riesgos para la salud, pérdida de productividad y perturbaciones económicas (Dodman et al., 2022). El calor afecta de manera desproporcionada a los hogares más pobres, que suelen residir en edificaciones menos aisladas y en las zonas más calurosas de la ciudad y que no pueden permitirse el aire acondicionado. El calor afecta especialmente a las personas mayores de 65 años, el

segmento demográfico de más rápido crecimiento en las próximas décadas (Jiménez et al., 2021).

Los cambios en los patrones de precipitaciones aumentan el riesgo de escasez de agua en algunas ciudades.<sup>1</sup> Una población creciente, combinada con un suministro de agua insuficiente mal mantenido e infraestructuras vecinales sin terminar, aumenta la amenaza para la seguridad hídrica. Ciudades como La Paz, Bolivia y Ciudad de México, México ya sufren estrés por falta de agua dulce debido al cambio climático y albergan a algunos de los 350 a 411 millones de habitantes urbanos de todo el mundo que se verán amenazados por la escasez de agua en un escenario de calentamiento de entre 1,5 °C y 2 °C (Dodman et al., 2022). En Montevideo, Uruguay, una sequía extrema en 2023 dejó casi seco el único embalse de agua dulce, por lo que las autoridades no tuvieron más remedio que recurrir al agua de la desembocadura del Río de la Plata, que es demasiado salada para beber (Tocár, 2023).

## Riesgo de incendios urbanos

La disminución de las precipitaciones, el aumento de las temperaturas y la sequía incrementan la incidencia de los incendios forestales. La expansión urbana cerca de zonas silvestres aumenta la exposición (Boland et al., 2021). Valparaíso, Chile, sufrió el mayor incendio urbano de su historia en 2014, cuando un incendio forestal se propagó a la ciudad. Ardieron mil hectáreas, incluidas 2.900 viviendas; 12.500 personas fueron desplazadas; 500 resultaron heridas y 5 fallecieron. El incendio se originó en un bosque de pinos y eucaliptos, especies exóticas propensas al fuego en Chile, y se extendió a los barrios adyacentes de bajos ingresos. Contribuyó a la catástrofe el hecho de que muchas viviendas afectadas se construyeron con métodos precarios en barrios ocupados ilegalmente. Como consecuencia del deficiente acceso a los servicios públicos en esos barrios, la basura inflamable se acumuló en solares vacíos (Reszka and Fuentes, 2015). Más de tres millones de personas que viven en zonas urbano-forestales siguen expuestas a los incendios forestales en Chile (Sarricolea et al., 2023).

<sup>1</sup> Ver el Capítulo 3: Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento.

## La vulnerabilidad de los activos urbanos

El aumento del nivel del mar y las marejadas ciclónicas amenazan las zonas costeras y las zonas urbanas bajas. En todo el mundo, la población expuesta a una inundación costera de 100 años aumentará aproximadamente un 20% si el nivel del mar aumenta 15 cm con respecto a los niveles de 2020 (IPCC, 2022). Además, las zonas urbanas costeras compiten por el espacio con humedales, estuarios y manglares, que son cruciales para la protección contra las mareas. América Latina y el Caribe está especialmente expuesta, ya que es la región con la mayor proporción de población metropolitana viviendo cerca de la costa. Además, el aumento del nivel del mar supone una amenaza existencial para algunas islas del Caribe.

El exceso de precipitaciones aumenta el riesgo de inundaciones. El pavimento y las edificaciones de las ciudades bloquean el drenaje del agua. Los ríos canalizados y los humedales desecados impiden ajustar la capacidad de flujo del agua (Boland et al., 2021). En la región, 160 millones de personas de 70 grandes ciudades están expuestas a inundaciones urbanas (Tellman et al., 2018).

Los fuertes vientos de tormentas tropicales, ciclones y huracanes pueden causar daños estructurales en las edificaciones, sobre todo si no han sido diseñadas para resistir tales fenómenos climáticos. Los fenómenos climáticos también pueden dañar la infraestructura urbana e interrumpir servicios esenciales. Las inundaciones desbordan las plantas de tratamiento de aguas no preparadas. Las interrupciones del sistema de transporte, incluidas las carreteras y los servicios, pueden desconectar a ciertos sectores de la ciudad de los servicios esenciales. El cambio climático amenaza el sistema energético, ya que disminuye la eficiencia o destruye la generación, transmisión y distribución de energía, al tiempo que aumenta la demanda de soluciones de refrigeración y adaptación, como la desalinización. Estas cuestiones se tratan en los capítulos 3 a 5.

## Echando leña al fuego: Informalidad y rápido crecimiento

Los efectos del cambio climático se multiplican con el rápido crecimiento no planificado de las ciudades (Vera & Sordi, 2020). Cada mes, más de medio millón de personas migran a las ciudades en América Latina y el Caribe buscando fijar su residencia allí, y una gran parte de ellas se radican en asentamientos

informales (IDB, 2021). Entre 1990 y 2015 la informalidad urbana en la región creció del 6% al 26% (Vera et al., 2023). El propio cambio climático puede aumentar el flujo migratorio hacia las zonas urbanas, ya que repercute en los medios de subsistencia de las zonas rurales. En México, cada mes adicional de sequía aumenta la migración del campo a la ciudad en un 3,6%. Los periodos de tres o más años con temperaturas superiores a las normales también aumentan la migración (Nawrotzki et al., 2017).

La rápida expansión de las ciudades trae consigo numerosos problemas que agravan la vulnerabilidad al cambio climático. Estos problemas incluyen una planificación deficiente, falta de coordinación metropolitana, zonificación inadecuada, cumplimiento deficiente de los códigos de construcción, infraestructuras insuficientes y destrucción de ecosistemas vitales para la reducción de riesgos (Boland et al., 2021; Vera and Sordi, 2020). Por ejemplo, personas que requieren largos desplazamientos en su día a día añaden vulnerabilidad a las interrupciones en las carreteras, mientras que las infraestructuras deficientes y la falta de redundancias perturban aún más el servicio. A menudo surgen nuevos asentamientos en zonas expuestas: entre 1985 y 2015, la huella global de todos los asentamientos aumentó un 85%, mientras que la huella de los asentamientos expuestos al máximo nivel de riesgo de inundación aumentó un 122% (Rentschler et al., 2022). El hacinamiento en viviendas, barrios y transporte público crea focos de brotes de enfermedades, incluidas las transmitidas por el aire o el agua, más propensas a propagarse durante olas de calor, sequías e inundaciones (Vera y Sordi, 2020).<sup>2</sup>

El crecimiento urbano no planificado también trae consigo la informalidad en la vivienda, ya que los gobiernos locales no proporcionan niveles adecuados de servicios básicos (IDB 2021). Alrededor del 21% de todos los habitantes urbanos de la región viven en asentamientos informales, que suelen estar situados en zonas expuestas a riesgos naturales, como laderas propensas a desprendimientos o llanuras fluviales inundables (World Bank, 2022). Las estructuras en estas zonas suelen estar construidas con materiales de baja calidad, lo que expone a sus habitantes a un mayor riesgo ante fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor o inundaciones (Dodman et al., 2022; Satterthwaite et al., 2020). Por último, los asentamientos informales suelen estar superpuestos y carecen de acceso adecuado, si es que lo tienen, a los servicios básicos.

<sup>2</sup> Ver el Capítulo 7: Chequeo médico: cambio climático y salud.

# Construyendo mejores ciudades

## La ubicación importa

A la hora de adaptar las ciudades a los efectos del cambio climático y, en particular, al riesgo de inundaciones e incendios forestales, la ubicación es fundamental. Las ciudades pueden desarrollar estrategias de reubicación para evitar ocupar los lugares más expuestos al cambio climático. Sin embargo, retirarse de las zonas más expuestas no está exento de dificultades; las comunidades y los bienes de los lugares en riesgo pueden sufrir pérdidas materiales y culturales (Dodman et al., 2022). Por otra parte, las estrategias de recuperación de tierras pretenden reducir el riesgo de las zonas costeras mediante la construcción de vertederos, la edificación de diques, el drenaje del agua restante o la siembra de vegetación que favorezca la acumulación de tierra. Elevar los terrenos existentes también puede proteger a las ciudades de las inundaciones.

## Píntelo gris

Cuando la reubicación no es posible, la protección es clave. Las infraestructuras nuevas y mejoradas pueden reducir la exposición a algunos fenómenos meteorológicos extremos, por ejemplo bloqueando la entrada de inundaciones y marejadas ciclónicas, así como permitiendo el almacenamiento de agua. Las llamadas soluciones de infraestructura gris incluyen rompeolas y malecones (barreras erigidas en el océano para proteger las costas), diques, compuertas, muros e incluso barreras temporales de sacos de arena (Boland et al., 2021). En Barbados, el gobierno ha recurrido a la ingeniería costera para proteger las costas más desarrolladas del suroeste y el oeste, donde la erosión es habitual. Guyana utiliza diques para hacer frente a las inundaciones costeras (Mycoo and Donovan, 2017). La comprensión de que es probable que se produzcan inundaciones a gran escala en el país llevó a elevar las estaciones de bombeo (Mycoo and Donovan, 2017).

Aumentar la capacidad de drenaje con alcantarillas es fundamental en las ciudades donde se prevé que las precipitaciones aumenten en frecuencia o intensidad. Las ciudades pueden mejorar la capacidad de drenaje de los edificios y la cubierta superficial

o adaptar la infraestructura de transporte para que actúe como conducto. Barcelona, España, donde más del 90% de la superficie de la ciudad es impermeable, está mejorando su infraestructura de drenaje mediante la instalación de depósitos subterráneos, tecnologías de pavimento permeable y detención artificial (Favaro y Chelleri, 2018).

## O píntelo verde

La adaptación mediante infraestructuras grises puede ser costosa. En América Latina y el Caribe, se necesitarían USD\$ 7.100 millones al año para construir diques de protección contra las inundaciones costeras en un escenario medio del nivel del mar para 2050 (World Bank, 2010). Las soluciones basadas en la naturaleza, también conocidas como infraestructuras verdes, ofrecen alternativas rápidas y eficaces a las de la ingeniería tradicional al considerar los ecosistemas circundantes como un complemento, y no como una amenaza, del entorno urbano construido (Muñoz et al., 2019).

Los espacios verdes protegen de forma significativa contra las inundaciones y los vientos fuertes. Las ciudades pueden restaurar las cuencas fluviales, las llanuras aluviales y los humedales y construir nuevos. Estos ecosistemas urbanos ofrecen drenaje adicional, retención de agua durante inundaciones y lluvias, así como tratamiento de aguas residuales (Vera and Sordi, 2020). Buenos Aires, Argentina, creó un parque nacional de 36 hectáreas, el Parque Lugano, para restaurar la llanura inundable de la ciudad, mitigar las inundaciones y mejorar la calidad de vida de los barrios vulnerables a las crecidas fluviales del río Riachuelo en la zona suroeste (Buenos Aires, 2022, 2023).

Las infraestructuras grises y verdes suelen funcionar juntas (Recuadro 6.1). Curitiba, Brasil recurre a pavimentos permeables, parques urbanos y zonas verdes para gestionar las corrientes de agua (IDB, 2017). En Managua, Nicaragua, una solución rentable para gestionar los picos de caudal en zonas propensas a los ciclones consiste en combinar medidas de conservación y reforestación aguas arriba con mejores infraestructuras de retención y canalización aguas

abajo (Vega et al. 2015). La combinación de infraestructuras verdes y grises es también una oportunidad para replantearse la vida en las calles. En Ciudad de México, el proyecto “Calle Verde” hace que las calles sean más agradables para peatones, ciclistas y usuarios del transporte público, al tiempo que reduce el riesgo climático. Calle Verde consiste en labores de reparación de tuberías de drenaje, repavimentación de calles y aceras con hormigón permeable y siembra de árboles, y construcción de espacios verdes (Vera et al., 2023).

Los ecosistemas costeros, como los manglares y los humedales, pueden servir de barrera contra las marejadas ciclónicas, las inundaciones y la erosión, ya que almacenan agua y estabilizan los sedimentos o las costas (gráfico 6.1). En Estados Unidos, se calcula que los humedales evitaron daños materiales por valor de USD\$ 625 millones durante el huracán Sandy (Narayan et al., 2017). Los manglares suficientemente anchos reducen la altura de las olas hasta un 66% y la de las marejadas ciclónicas hasta 55 cm (Boland et al., 2021). Más de 18 millones de personas y USD\$ 82.000 millones en activos en todo el mundo podrían estar protegidos de las inundaciones gracias a los manglares (Losada et al., 2018).

Las soluciones basadas en la naturaleza también contribuyen a la protección de hábitats y de biodiversidad, así como al agua potable y al aire limpio, reduciendo a la vez el calor extremo en las ciudades, lo que se traduce en importantes beneficios colaterales para las personas y el medio ambiente. En Estados Unidos, el uso de árboles en entornos urbanos para eliminar la contaminación atmosférica supone USD\$ 5.400 millones anuales en costos de salud evitados y en pérdida de productividad (Nowak and Greenfield 2018)

## Ciudades frescas

Las ciudades deben tratar de reducir el efecto isla de calor y garantizar instalaciones adecuadas para protegerse durante las olas de calor. Ampliar la cobertura verde con parques y calles arboladas reduce sustancialmente el efecto isla de calor. En Medellín, Colombia, el programa Corredores Verdes redujo en 2 °C la temperatura promedio de la ciudad (Oliver et al., 2021).

Una arquitectura integrada al clima y al medio ambiente local puede garantizar el bienestar térmico. Por ejemplo, una adecuada orientación de las edificaciones es clave para minimizar la absorción de calor y aprovechar los patrones de viento para la ventilación. El diseño de las edificaciones también puede aumentar la refrigeración pasiva, por ejemplo, mejorando el aislamiento o ubicando las ventanas de tal forma que mejoren la circulación del aire (Alvear et al., 2022). En Brasil, una norma de construcción establece directrices para las viviendas familiares de bajos ingresos en función de la zona bioclimática en la que se encuentren, con recomendaciones sobre ventilación, sombreado, cerramientos exteriores y estrategias de acondicionamiento pasivo (Gonzales-Mahecha et al., 2020).

Instalar aire acondicionado en casas y edificios también es una solución. Pero un mayor uso del aire acondicionado no es una opción para muchos hogares informales y de bajos ingresos de la región. Los centros de refrigeración pueden proporcionar alivio a los hogares que no pueden permitírselo. El aire acondicionado también expulsa el aire caliente de los edificios, lo que puede aumentar el efecto isla de calor (Dodman et al., 2022; Salamanca et al., 2014). Los sistemas de refrigeración urbana son una

### RECUADRO 6.1

#### El barrio Bañado Sur en Asunción, Paraguay.

Situado a orillas del río Paraguay, en Asunción, el barrio Bañado Sur se enfrenta a inundaciones periódicas que, según las previsiones, se intensificarán debido al cambio climático y a los cambios en el uso del suelo aguas arriba. Estas inundaciones causan daños en viviendas, calles, sistemas de alcantarillado e infraestructuras eléctricas: en 2018, las inundaciones afectaron a 23.000 personas en los barrios ribereños de Bañados. En respuesta al aumento de las necesidades de vivienda, el Gobierno de Paraguay y la Municipalidad de Asunción crearon un Plan Maestro de Desarrollo para los barrios ribereños de la ciudad que se

adapta a las crecidas periódicas del río Paraguay. Utilizando soluciones basadas en la naturaleza para reducir el riesgo de inundación de 1.500 viviendas, construidas recientemente restauraron las lagunas y humedales que bordean el río y construyeron un nuevo parque lineal a lo largo de su costanera como forma de protección contra las inundaciones. El plan también contempla la construcción de infraestructuras que mejoren los servicios públicos básicos y reduzcan los riesgos climáticos, como sistemas de saneamiento sostenibles, un sistema de drenaje mejorado y la recolección de residuos sólidos (Oliver et al., 2021; World Bank, 2022).

estrategia tecnológicamente avanzada para enfriar zonas urbanas densamente pobladas. La refrigeración urbana puede reciclar el calor residual de las enfriadoras para producir agua caliente, lo que aumenta la eficiencia. También puede combinarse con almacenamiento en frío. En el centro de París, Francia, una enfriadora de distrito congela los depósitos de agua durante la noche, cuando la electricidad es más barata y el aire acondicionado es más eficiente energéticamente, y utiliza hielo para enfriar un centro comercial durante el día (di Cecca et al 2022).

Los tratamientos de superficies frías y la vegetación natural reducen el efecto isla de calor. Los tratamientos de superficies frías incluyen materiales de construcción alternativos que aumentan la reflexión solar o el sombreado y reducen así la cantidad de calor absorbido (Boland et al., 2021; Dodman et al., 2022). Las estructuras pueden reducir su absorción de calor con la aplicación de pintura blanca, que refleja la luz solar, o con la instalación de tejados verdes, que proporcionan sombra y evapotranspiración (Dodman et al., 2022). Estos tejados reducen el consumo de energía hasta un 32% en climas cálidos al disminuir la demanda de refrigeración. En el programa piloto Favela de tejados verdes en Río de Janeiro, las viviendas con tejados verdes eran hasta 20 °C más frescas en los picos de calor que aquellas con tejados tradicionales (Oliver et al., 2021).

## Soluciones de diseño

La mejora de las normas de construcción con fines de adaptación al clima es también una oportunidad para alcanzar otros objetivos de desarrollo sostenible. La Universidad de Belice está construyendo un edificio siguiendo principios de resiliencia y arquitectura ecológica, y que, a la vez, fue diseñado buscando minimizar las necesidades de mantenimiento y haciéndolo accesible para todas las personas con discapacidades (IDB, 2020).

Las edificaciones y las infraestructuras deben diseñarse teniendo en cuenta los riesgos presentes y futuros del cambio climático, así como la incertidumbre que rodea al cambio climático futuro.<sup>3</sup> Una construcción adecuadamente diseñada puede resistir catástrofes, como tormentas, por una fracción del costo de repararla si falla. Los sistemas existentes también pueden reforzarse.

Algunas transformaciones en la planificación urbana y la construcción de vivienda también pueden apoyar la adaptación en otros sectores. Por ejemplo, adoptar un mejor aislamiento o equipar mejor las cocinas ayuda a disminuir la demanda de servicios energéticos e hídricos sometidos a estrés por el cambio climático. El riesgo de incendios forestales puede reducirse controlando el rápido crecimiento urbano, evitando nuevos desarrollos en zonas de alto riesgo o incorporando medidas de protección contra incendios forestales como planes de evacuación, manejo de la vegetación y edificaciones resistentes al fuego (Boland et al., 2021).

<sup>3</sup> Ver el [Capítulo 1: Toma de decisiones para un futuro impredecible](#).

# El papel del gobierno

## Planificación urbana

Las deficiencias institucionales y financieras dificultan la adaptación de las ciudades. Las ciudades disponen de herramientas y recursos limitados y a menudo carecen de instituciones capaces de coordinar áreas metropolitanas extensas. Por ejemplo, la gestión forestal necesaria para reducir el riesgo de incendios forestales en una zona urbana puede no depender de la autoridad local de planificación urbana, sino de otra jurisdicción o de una institución del gobierno central (Boland et al., 2021). La falta de coordinación entre los gobiernos nacionales y subnacionales y entre jurisdicciones territoriales adyacentes obstaculiza la implementación de políticas públicas y socava el éxito de las medidas de adaptación al clima. Esto es especialmente relevante cuando las decisiones sobre el uso del suelo y las inversiones en infraestructuras no se coordinan a nivel metropolitano (IDB, 2021). La fragmentación institucional dentro de un área metropolitana también complica una acción climática eficaz. En América Latina y el Caribe, apenas la mitad de las zonas urbanas cuentan con órganos de administración unificados (Gómez-Álvarez et al., 2017).

Para superar la debilidad institucional es necesario mejorar la gobernanza en torno a la relación entre las ciudades y el cambio climático. Los gobiernos pueden empezar a evaluar la fragmentación institucional existente y los problemas de coordinación en relación con la adaptación al cambio climático, identificando los problemas críticos (Dodman et al., 2022). Una mejor gobernanza puede lograrse desarrollando estrategias y coordinando los planes urbanos y metropolitanos. Las estrategias climáticas permiten identificar las acciones pertinentes, promover la coordinación y asignar responsabilidades entre las instituciones.

La planificación es clave para desarrollar una adaptación integrada e inclusiva en las ciudades. La planificación urbana facilita la acción gubernamental, incluyendo la redundancia de sistemas críticos como transporte, energía, telecomunicaciones y salud; la diversificación de servicios; la gestión del crecimiento urbano; el aumento de la resiliencia de la

infraestructura; y la evitación del desarrollo en zonas expuestas (Boland et al., 2021; Dodman et al., 2022; Parnell, 2016). Es igualmente importante proporcionar servicios urbanos básicos a los barrios desatendidos e incluirlos en los programas de planificación regional destinados a gestionar el crecimiento urbano.

Las ciudades pueden diseñar planes de acción local contra el cambio climático para coordinar la política de adaptación. En Chile, la ley obliga a todas las ciudades a elaborar este tipo de planes antes de 2025. Un papel clave de los gobiernos es publicar orientaciones que las ciudades puedan utilizar para diagnosticar su exposición al riesgo climático, comprender las posibles soluciones e identificar las medidas que pueden tomar dentro de sus atribuciones legales para avanzar (Rakes et al., 2023).

## Saber es poder

Aumentar la concienciación sobre los riesgos del cambio climático mejora la toma de decisiones por parte de formuladores de políticas públicas, residentes y otros actores relevantes. Los gobiernos pueden desarrollar evaluaciones de riesgos, las cuales son útiles para crear un perfil de riesgo de ciudades o zonas urbanas. Pueden, por ejemplo, identificar indicadores clave de rendimiento para supervisar los avances en la implementación de medidas de adaptación (Dodman et al., 2022). Los gobiernos también pueden comprometerse directamente con los ciudadanos e influir en la acción climática, educando a la gente, promoviendo la accesibilidad y creando asociaciones público-privadas para crear normas y modelos de negocios.

Los sistemas de alerta temprana son una medida de adaptación rentable que permite evacuaciones oportunas y ordenadas, y ayuda a hogares y a autoridades a estar preparados (Dodman et al., 2022). Invertir USD\$ 800 millones en sistemas de alerta temprana puede evitar pérdidas de entre USD\$ 3.000 y USD\$ 16.000 millones (Boland et al., 2021). Los sistemas de alerta temprana dependen de una vigilancia constante y una comunicación eficaz; infortunadamente, suele ser más difícil llegar a las

personas más vulnerables. Entre las medidas de comunicación eficaces se encuentran las aplicaciones móviles, la radiodifusión y la señalización callejera.

No se dispone de información suficiente sobre los riesgos climáticos, especialmente a nivel urbano. Las herramientas de modelización del sistema climático mundial abarcan grandes escalas espaciales y plazos largos. Pero los gobiernos locales necesitan datos localizados y a corto plazo para tomar decisiones de adaptación eficaces (Pitman et al. 2022). Un factor agravante es que ningún modelo climático puede predecir, sin ambigüedades, cómo afectará el cambio climático los climas locales. Los planificadores deben basarse en escenarios que exploren la incertidumbre.<sup>4</sup> Otro problema es que los gobiernos locales pueden no tener incentivos para identificar o revelar los peligros y riesgos medioambientales en sus jurisdicciones, ya que estos pueden reducir el valor de las propiedades inmobiliarias, disminuir su atractivo para empresas y hogares, y socavar su base fiscal y sus perspectivas de crecimiento (US CEA 2023).

### El valor de la regulación

Las regulaciones pueden promover eficazmente la adaptación. Los códigos y normas de construcción que mejoran la resistencia a inundaciones y tormentas, el aislamiento, la ventilación natural y la resistencia a incendios forestales son herramientas prácticas para las nuevas edificaciones (Boland et al., 2021; WHO, 2018). Los códigos de construcción deben revisarse para incluir los riesgos futuros relacionados con el clima, en lugar de limitarse a reflejar datos pasados sobre problemas como los niveles de inundación y la frecuencia de las lluvias. Algunas regulaciones, como la aplicación de auditorías periódicas, normas de gestión y etiquetado, promueven la adaptación tanto en las edificaciones existentes como en las nuevas (Dodman et al., 2022). Una de las dificultades es que las normas de construcción no suelen aplicarse al parque de viviendas existente y los pobladores informales no suelen cumplirlas.

La zonificación es otra intervención de adaptación esencial de los gobiernos. Al prohibir la construcción de edificaciones en zonas de riesgo con infraestructuras de protección inadecuadas, las ciudades evitan la necesidad de adaptación futura (Boland et al., 2021). Barbados implantó un límite mínimo de retanqueo costero: no se pueden construir edificios a

menos de 30 metros de la marca de pleamar. Así se protege a las nuevas construcciones de la erosión y las inundaciones (Mycoo, 2006). La zonificación, tal y como se aplica a los códigos de construcción, debe establecerse teniendo en cuenta posibles escenarios de cambio climático incierto.

### Superando la informalidad y la desigualdad

Un problema clave es que los asentamientos informales surgen en zonas fuera del alcance de las regulaciones de zonificación. En los Andes, la expansión urbana ha alcanzado las laderas de colinas y montañas, lo que hace que los desprendimientos de tierra sean especialmente mortales (Puente-Sotomayor et al., 2021). Además, los asentamientos informales suelen construirse con materiales de mala calidad, infringiendo las normas de construcción. En Medellín, Colombia, la aplicación de las normas y códigos existentes reduciría el costo de los desprendimientos en un 63% (Vega & Hidalgo, 2016). Por último, los barrios más pobres carecen de recursos para llevar a cabo transformaciones de adaptación.

Hay dos elementos clave para hacer frente a la desigual distribución de los esfuerzos de adaptación: un enfoque holístico de la planificación urbana y la lucha contra la pobreza y el subdesarrollo.<sup>5</sup> Esto significa, por ejemplo, implicar a los residentes de los asentamientos informales en la planificación del uso del suelo. Significa ayudar a aquellos residentes que no pueden cumplir las regulaciones por sí solos (Puente-Sotomayor et al., 2021). Otras opciones son asegurar la tenencia de los habitantes (también llamada formalización), reubicar a las comunidades y mejorar la conectividad de los barrios (Nuñez and Wang, 2020).

Incluir instalaciones públicas en zonas expuestas a fin de disuadir la ocupación ilegal es una opción de política pública clave. Un buen ejemplo de ello es el Jardín Periférico de Medellín (Vera et al., 2023). Este contribuye a rehabilitar ecosistemas con árboles autóctonos en más de 65 hectáreas de terreno degradado ladera arriba. Reduce el riesgo de inundaciones y desprendimientos de tierras para los barrios adyacentes ladera abajo y, con su presencia, controla el crecimiento urbano ladera arriba. Senderos, ciclovías y corredores de movilidad ofrecen

<sup>4</sup> Ver el [Capítulo 1: Toma de decisiones para un futuro impredecible](#).

<sup>5</sup> Ver el [Capítulo 8: Llueve sobre mojado: el riesgo económico y ambiental para los pobres](#).



oportunidades recreativas, y hay zonas para el cultivo tradicional de orquídeas. El gobierno también construyó viviendas asequibles cerca del parque e implicó a los habitantes locales en su diseño y mantenimiento, proporcionándoles oportunidades de empleo y educación en el proceso.

Aunque las ciudades actúen para protegerse del cambio climático, puede que sus políticas no lleguen a las personas más desfavorecidas y, en algunos casos, podrían aumentar la vulnerabilidad de esas personas. Las infraestructuras de protección y la zonificación suelen distribuirse de forma desigual en favor de los hogares más ricos. Pueden incluso aumentar el riesgo en zonas desprotegidas o animar a personas ya vulnerables a trasladarse a lugares de mayor riesgo (Anguelovski et al., 2016; Dodman et al., 2022; Boland et al., 2021).

La adaptación descoordinada también puede ser un problema. En Bangkok, los habitantes de una urbanización no regulada construyeron muros privados para proteger sus viviendas de las inundaciones, pero el desvío de los caudales solo empeoró las inundaciones de los hogares más pobres situados río abajo, que no podían permitirse construir su propia protección (Limthongsakul et al., 2017).

Por último, es fundamental ofrecer oportunidades de vida asequibles, lejos del peligro. La forma más sostenible de evitar que el crecimiento informal se extienda a zonas urbanas expuestas es garantizar que las regulaciones y las opciones de inversión pública permitan el desarrollo de viviendas, servicios públicos y oportunidades de empleo en lugares más seguros. Pero esto a menudo requiere gestionar la oposición al desarrollo de los propietarios de viviendas existentes.

## Financiamiento para las ciudades

La falta de recursos o incentivos impide a menudo que los hogares apliquen medidas de adaptación. Los gobiernos pueden conceder subvenciones y préstamos a los residentes en asentamientos informales buscando animarlos a trasladarse a zonas menos expuestas. También pueden proporcionar viviendas asequibles en zonas más seguras.

Los recursos financieros limitados son un obstáculo clave para el desarrollo de infraestructuras. (Dodman et al., 2022). Por ejemplo, las infraestructuras en las zonas costeras requieren inversiones iniciales. Pero sus beneficios, que a menudo adoptan la forma de costos evitados, son difíciles de convertirse en ingresos para su financiamiento (Hinkel et al., 2018). Dado que muchas infraestructuras proporcionan bienes públicos, los impuestos son una fuente clave de financiamiento. Sin embargo, las ciudades de la región tienden a depender en gran medida de las transferencias fiscales. Los ingresos locales en 2010 solo cubrieron alrededor del 30% del gasto subnacional total en América Latina (Fretes Cibils and Ter-Minassian, 2015).

Otro enfoque consiste en crear incentivos para que los constructores privados construyan edificaciones más respetuosas con el medio ambiente. La agilización de los procesos de revisión y concesión de permisos, así como las bonificaciones por densidad y altura, son algunos de estos incentivos. Otras opciones, utilizadas sobre todo en los países más ricos, son los créditos fiscales, la reducción de tarifas, las subvenciones y los préstamos a bajo interés para la construcción.

# Referencias

- Alvear, A., Esmaeili, M., González-Mahecha, E., Hernandez, C., & Minoja, L. (2022). Edificios verdes: lineamientos para la incorporación y contabilización de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Anguelovski, I., Shi, L., Chu, E., Gallagher, D., Goh, K., Lamb, Z., ... & Teicher, H. (2016). Equity impacts of urban land use planning for climate adaptation: Critical perspectives from the global north and south. *Journal of Planning Education and Research*, 36(3), 333-348.
- Badaoui, B., Coppola, F., Van Dijk J., Farhard, N., Ikert, A., Jay, L., Riaño, D., Redondo, A., Ribeiro, P., Sadouni, I., Vetter, R., Whaley, S., Zetkalic, A., 2020. Integrating climate adaptation: A toolkit for urban planners and adaptation practitioners, C40 Cities, [c40knowledgehub.org](https://c40knowledgehub.org).
- Boland, B., Charchenko, E., Knupfer, S., Sahdev, S., Farhad, N., Garg, S., & Huxley, R. (2021). Focused adaptation—a strategic approach to climate adaptation in cities. *C40 Cities and McKinsey Sustainability*.
- Buenos Aires. (2022). Lineamientos de Restauración Ecológica y Recomposición Ambiental Para la Ciudad de Buenos Aires. Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Buenos Aires. (2023, August). Parque Natural Lago Lugano. Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Retrieved from: <https://buenosaires.gob.ar/corporacionsur/parque-natural-lago-lugano>
- C40. (2018). Case Studies and Best Practice Examples: Mayor of London's Transport Strategy. New York, NY: C40 Knowledge.
- Davis, M. (2006). *Planet of slums* Verso.
- Di Cecca, F. Benassis, P. Poeuf. (2022). Energy Storage: The Parisian District Cooling System. *Energy Learning Journal*. The Renewable Energy Institute.
- Dodman, D., B. Hayward, M. Pelling, V. Castan Broto, W. Chow, E. Chu, R. Dawson, L. Khirfan, T. McPhearson, A. Prakash, Y. Zheng, and G. Ziervogel, 2022: Cities, Settlements and Key Infrastructure. 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*. Cambridge University Press, Cambridge,
- Favaro, A. and L. Chelleri, 2018: The Evolution of Flooding Resilience: The Case of Barcelona. In: *Smart, Resilient and Transition Cities: Emerging Approaches and Tools for A Climate-Sensitive Urban Development* [Galderisi, A. and A. Colucci (eds.)]. Elsevier.
- Fretes Cibils, V., and T. Ter-Minassian (eds.). 2015. *Decentralizing Revenue in Latin America: Why and How*. Washington, DC: IDB.
- González-Mahecha, E., Minoja, L., Rosse Caldas, L., & Tribouillard, C. (2020). *Vamos construir verde?: Guia práctico para edificações, espaços públicos e canteiros sustentáveis no Brasil*. Inter-American Development Bank.
- Gómez-Álvarez, D., R.M. Rajack, E. López-Moreno, and G. Lanfranchi (editors). 2017. *Gobernanza Metropolitana: El gobierno de las metrópolis para el desarrollo urbano sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Hallegette, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Bangalore, Mook; Rozenberg, Julie. 2017. *Unbreakable : Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. *Climate Change and Development*. World Bank.
- Hinkel, J., Lincke, D., Vafeidis, A. T., Perrette, M., Nicholls, R. J., Tol, R. S., ... & Levermann, A. (2014). Coastal flood damage and adaptation costs under 21st century sea-level rise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3292-3297.
- Hinkel, J. et al., (2018): The ability of societies to adapt to twenty-first-century sea- level rise. *Nature Climate Change*, 8(7), 570–578,
- IDB, 2017. *Agua y saneamiento Marco sectorial*. Washington. Banco Interamericano de Desarrollo.
- IDB, 2020. *Education Quality Improvement Program (EQIP) II. Loan Contract N°4798/OC-BL between Belize and the Inter American Development Bank*.
- IDB, 2021. *Housing and urban development sector framework*.
- IPCC, 2022. *Summary for Policymakers 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*. Cambridge University Press.
- Jiménez, C., Requejo, J., Foces, M., Okumura, M., Stampini, M., Castillo, A., 2021. *Economía plateada: Mapeo de actores y tendencias en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Kephart, J. L., Sánchez, B. N., Moore, J., Schinasi, L. H., Bakhtsiyarava, M., Ju, Y., ... & Rodríguez, D. A. (2022). City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America. *Nature medicine*, 28(8), 1700-1705.
- Limthongsakul, S., Nitivattananon, V., & Arifwidodo, S. D. (2017). Localized flooding and autonomous adaptation in peri-urban Bangkok. *Environment and Urbanization*, 29(1), 51-68.

- Losada, I. J., P. Menéndez, A. Espejo, S. Torres, P. Díaz-Simal, S. Abad, M. W. Beck, S. Narayan, D. Trespacios, K. Pfliegner, P. Mucke, L. Kirch. 2018. The global value of mangroves for risk reduction. Technical Report. The Nature Conservancy.
- Muñoz Castillo, R., Crisman, T.L., 2019. The Role of Green Infrastructure in Water, Energy and Food Security in Latin America and the Caribbean: Experiences, Opportunities and Challenges. Inter-American Development Bank.
- Mycoo, M. 2006. Sustainable Tourism Using Regulations, Market Mechanisms and Green Certification: A Case Study of Barbados. *Journal of Sustainable Tourism* 14(5):489–511.
- Mycoo, M., Donovan, M.G., 2017. A Blue Urban Agenda: Adapting to Climate Change in the Coastal Cities of Caribbean and Pacific Small Island Developing States. Inter-American Development Bank.
- Nawrotzki, R. J., DeWaard, J., Bakhtsiyarava, M., & Ha, J. T. (2017). Climate shocks and rural-urban migration in Mexico: exploring nonlinearities and thresholds. *Climatic change*, 140, 243-258.
- Narayan, S., Beck, M. W., Wilson, P., Thomas, C. J., Guerrero, A., Shepard, C. C., ... & Trespacios, D. (2017). The value of coastal wetlands for flood damage reduction in the northeastern USA. *Scientific reports*, 7(1), 1-12.
- Nowak, D.J., and E.J. Greenfield. 2018. "US Urban Forest Statistics, Values, and Projections." *Journal of Forestry* 116 (2): 164–77.
- Nuñez, J. R. & Wang, H. H. (2020). Slum upgrading and climate change adaptation and mitigation: Lessons from Latin America. *Cities*, 104, 102791.
- Oliver, E., Ozment, S., Grünwaldt, A., Silva, M. and Watson, G., 2021. Soluciones basadas en la naturaleza en América Latina y el Caribe: apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo.
- Puente-Sotomayor, F., Egas, A., & Teller, J. (2021). Land policies for landslide risk reduction in Andean cities. *Habitat International*, 107, 102298.
- Rakes, Kayla, Carlos Urriola-Cuevas, Andrés Pica-Téllez, Luis Gonzales, Gonzalo Pérez, Matias Sime, Sandra Briceño Pérez, Vladimir Figueroa, Jordan Harris, Hipolito Talbotwright, and Adrien Vogt-Schilb, 2023. Guía para la acción climática en municipios y gobiernos regionales: hacia territorios carbono-neutrales y resilientes ante el cambio climático. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rentschler, J et al 2022. Rapid Urban Growth in Flood Zones: Global Evidence since 1985. Policy Research Working Papers. World Bank.
- Reszka, P. and Fuentes, A., 2015. The great Valparaiso fire and fire safety management in Chile. *Fire Technology*, 51, pp.753-758.
- Rosenzweig, C., W.D. Solecki, L. Parshall, B. Lynn, J. Cox, R. Goldberg,... and F. Dunstan. 2009. Mitigating New York City's Heat Island: Integrating Stakeholder Perspectives and Scientific Evaluation. *Bulletin of the American Meteorological Society* 90(9):1297–312.
- Rodriguez, D.A., and C.E. Vergel-Tovar. 2018. Urban Development Around Bus Rapid Transit Stops in Seven Cities in Latin-America. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 11(2):175-201.
- Salamanca, F., M. Georgescu, A. Mahalov, M. Moustouli and M. Wang, 2014: Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 119(10), 5949–5965
- Satterthwaite, D., Archer, D., Colenbrander, S., Dodman, D., Hardoy, J., Mitlin, D. and Patel, S., 2020. Building resilience to climate change in informal settlements. *One Earth*, 2(2), pp.143-156.
- Sarricolea, P., Serrano-Notivol, R., Fuentealba, M., Hernández-Mora, M., De la Barrera, F., Smith, P., & Meseguer-Ruiz, Ó. (2020). Recent wildfires in Central Chile: Detecting links between burned areas and population exposure in the wildland urban interface. *Science of the Total Environment*, 706, 135894.
- Spalding M, Mclvor A, Tonneijck FH, Tol S and van Eijk P (2014) Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers & policy makers. Published by Wetlands International and The Nature Conservancy.
- Schmidt, I.B. and Eloy, L., 2020. Fire regime in the Brazilian Savanna: Recent changes, policy and management. *Flora*, 268, p.151613.
- Shoen, D., Libertun de Duren, N.R., 2020. Parques urbanos: Nueva York. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Pitman, A. J., Fiedler, T., Ranger, N., Jakob, C., Ridder, N. N., Perkins-Kirkpatrick, S. E., ... & Abramowitz, G. (2022). Acute climate risks in the financial system: examining the utility of climate model projections. *Environmental Research: Climate*.
- Tellman, B., McDonald, R. I., Goldstein, J. H., Vogl, A. L., Flörke, M., Shemie, D., ... & Veiga, F. (2018). Opportunities for natural infrastructure to improve urban water security in Latin America. *PLoS One*, 13(12), e0209470.
- Tocár, M. (2023, July 20). Drought leaves millions in Uruguay without tap water fit for drinking. *The Guardian*. Retrieved from <https://www.theguardian.com>

- UN Habitat. 2015. Green Building Interventions for Social Housing. Nairobi, Kenya: UN Habitat.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). United Nations.
- US CEA. (2023). US Central Economic Advisors. Economic Report of the President of the United States 2023.
- Vega, J. A., & Hidalgo, C. A. (2016). Quantitative risk assessment of landslides triggered by earthquakes and rainfall based on direct costs of urban buildings. *Geomorphology*, 273, 217–235.
- Vera, F., & Sordi, J. (2020). Diseño ecológico: estrategias para la ciudad vulnerable: adaptando la ciudad informal de América Latina y el Caribe al cambio climático. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Vera, F., Uribe, M.C., Del Castillo, S. (2023). Acción climática y Acuerdo de París: el rol de las ciudades de América Latina y el Caribe. Inter-American Development Bank.
- Vega, A., Jiménez, R., Miralles-Wilhelm, F., Muñoz, R., 2015. Adaptación al Cambio Climático y Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en Managua, Nicaragua. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Watts, N., Amann, M., Arnel, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K. and Boykof, M. (2019), “The 2019 report of the lancet countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate”, *The Lancet*, Vol. 394 No. 10211, pp. 1836-1878,
- WHO (2018). Housing and Health Guidelines. Geneva, Switzerland: WHO.
- World Bank. 2010. Economics of Coastal Zone Adaptation to Climate Change.
- World Bank (2022). Proyecto de resiliencia urbana en la Franja Costera de Asunción. World Bank. Retrieved January 3, 2023, from <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/11/15/proyecto-de-resiliencia-urbana-en-la-franja-costera-de-asuncion>
- World Bank 2022. World Development Indicators. World Bank

CAPÍTULO 7.

# Chequeo médico: cambio climático y salud



# Authors

## Hipólito Talbot-Wright

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## Mariana Alfonso

ESPECIALISTA PRINCIPAL, CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[marianaa@iadb.org](mailto:marianaa@iadb.org)

## Ignacio Astorga

ESPECIALISTA PRINCIPAL, SALUD  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[ignacioa@iadb.org](mailto:ignacioa@iadb.org)

## Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SENIOR, CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Alfonso, M., Astorga, I., Vogt-Schilb, A., 2023. Chequeo médico: cambio climático y salud, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.

# Chequeo médico: cambio climático y salud

El cambio climático afecta tanto la salud humana como los sistemas de salud. Los cambios en los patrones de temperatura y precipitaciones inducen una serie de enfermedades transmitidas por vectores y por patógenos acuáticos. Los fenómenos meteorológicos extremos, incluidas las olas de calor, son cada vez más intensos y frecuentes, causando muertes, lesiones, enfermedades y el deterioro de la salud mental. El cambio climático afecta de manera negativa los sistemas alimentarios, exacerbando los riesgos de desnutrición y seguridad alimentaria. También amenaza instalaciones como centros de salud, clínicas y hospitales o la infraestructura que permite su funcionamiento, incluidos el agua, la electricidad y las líneas de suministro.

Adaptación significa responder a los cambios en los patrones de enfermedad. Lo que incluye vigilar la aparición de nuevas enfermedades, a veces solo en cuestión de meses, y modificar o desarrollar nuevos tratamientos, programas de prevención y capacitación. También implica mantener operativos los sistemas de salud durante fenómenos meteorológicos extremos mediante el refuerzo de las infraestructuras de salud y la elaboración de planes de preparación ante emergencias. Tomar medidas en otros sectores, como programas de saneamiento del agua y la adopción de medidas ocupacionales y de seguridad en el lugar de trabajo también pueden reducir las repercusiones del cambio climático sobre la salud.

Los gobiernos pueden implementar directamente muchas de estas medidas de adaptación. Puede resultar difícil separar la política de adaptación al cambio climático de la política de salud tradicional, ya que se refuerzan mutuamente. Las intervenciones del gobierno incluyen la evaluación de la vulnerabilidad del sistema de salud para hacer frente al cambio climático, el diseño de planes de adaptación de salud y su integración en los planes de adaptación nacional. En concreto, las autoridades deben elaborar planes de contingencia para el sistema de salud frente a fenómenos meteorológicos extremos y brotes de enfermedades causadas por el clima. También deben mejorar los sistemas de alerta temprana, basados en indicadores climáticos y de salud, a fin de mejorar la detección de brotes de enfermedades; desarrollar nuevos tratamientos y planes de prevención en coordinación con los organismos gubernamentales y el sector privado; e impulsar el objetivo de una cobertura de salud universal.

# El cambio climático amenaza la salud humana y los sistemas de salud

Como dice el dicho, “Salud es riqueza”. La buena salud permite a las personas disfrutar de la vida, hacer frente a los desafíos que esta plantea y transmitir oportunidades a las nuevas generaciones. Sin embargo, el cambio climático amenaza la salud humana y los sistemas de salud. El cambio climático trae consigo nuevos problemas de salud. Los fenómenos meteorológicos extremos pueden dañar los centros de salud y perturbar su funcionamiento (WHO 2021). En última instancia, los efectos del cambio climático sobre la salud podrían sumir en la pobreza extrema a entre 25 y 44 millones de personas en todo el mundo, lo que incluye hasta 4,7 millones de personas en América Latina y el Caribe (Jafino et al., 2020).

## Caldo de cultivo para la enfermedad

A medida que cambian las temperaturas y los patrones de precipitaciones, también cambian la distribución y la frecuencia de enfermedades que se transmiten por vectores, alimentos o agua, y que dependen de la exposición a los elementos, como el calor y el frío. El cambio climático también aumenta el riesgo de transmisión viral entre especies y, por tanto, de pandemias de origen zoonótico como la rabia y el hantavirus (Carlson et al., 2022).

Uno de los principales efectos del cambio climático es el estrés térmico por calor. Esto ocurre cuando las temperaturas o los niveles de humedad son demasiado altos o al exponer el cuerpo humano directamente al sol o a vestimenta inadecuada. Y es entonces cuando empiezan a fallar los mecanismos naturales del organismo para regular su temperatura interna. El estrés térmico puede ser mortal, sobre todo entre los adultos mayores y los niños pequeños. En América del Sur, el número de muertes relacionadas con el calor aumentó un 160% entre 2000 y 2021. El envejecimiento es un factor, pero las olas de calor excepcionales están claramente vinculadas a tasas de mortalidad más altas (Hartinger, 2023). El estrés térmico también reduce la productividad laboral, especialmente en el caso de los trabajadores al aire libre, que suelen ser más pobres. Esto le costó a la región USD \$22.000 millones en 2021, con efectos

particularmente contundentes en la construcción y la agricultura (Hartinger et al., 2023). De aquí a 2030, el cambio climático podría cobrarse el equivalente a 2,5 millones de empleos en la región debido al impacto del estrés térmico en la productividad (Saget et al., 2020). El estrés térmico también puede enfermar a las personas, un fenómeno que se está produciendo en Centroamérica, donde está causando una epidemia de enfermedad renal crónica (Wesseling et al., 2020).

El aumento de las temperaturas y las variaciones en las precipitaciones favorecen a vectores patógenos como los mosquitos, cuya área de distribución y patrones de reproducción se están alterando, lo que aumenta la posibilidad de que enfermedades como el dengue, la malaria y el zika alcancen proporciones epidémicas (Romanello et al., 2021). En 2019, la temporada de transmisión de la malaria fue un 39% más larga de lo habitual en las tierras altas tropicales a nivel mundial (Romanello et al., 2021). En América del Sur, la idoneidad climática del dengue aumentó un 35% entre 1951 y 2021 (Hartinger et al., 2023).

Han aumentado los riesgos de enfermedades transmitidas por el agua a causa de patógenos acuáticos sensibles a los vaivenes climáticos y a las sustancias tóxicas que se originan en bacterias nocivas de agua dulce (IPCC, 2022). Las altas temperaturas y el aumento de las precipitaciones crean condiciones favorables para la proliferación de agentes patógenos, como algas, plantas y bacterias, en las fuentes de agua superficiales y subterráneas (WHO, 2017). El exceso de precipitaciones provoca el colapso de las plantas de aguas residuales, lo que permite que contaminantes penetren en el agua potable (WHO, 2017). En el otro extremo del espectro, el descenso del nivel de las aguas aumenta la concentración de sustancias tóxicas y la contaminación biológica, ya que la disminución de las precipitaciones totales reduce la capacidad de las aguas superficiales para diluir y eliminar los contaminantes (WHO, 2017). En cualquier caso, los fenómenos extremos que se esperan del cambio climático, desde inundaciones hasta sequías, tienen efectos nocivos sobre la disponibilidad de agua potable.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ver el [Capítulo 3: Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento](#).



## Un peligro para la alimentación

El cambio climático también afecta la producción de alimentos y, por tanto, la seguridad alimentaria (IPCC, 2022, Romanello et al., 2021). Las olas de calor, el aumento de las temperaturas, las sequías, la variabilidad de las precipitaciones y la acidificación de los océanos afectan negativamente el rendimiento de la productividad, disminuyen la producción de alimentos y generan importantes pérdidas de cosechas. La temporada de cultivo de alimentos básicos como el trigo, el maíz y la soja en la región se redujo de un 2,5% a un 1,3% entre 1981 y 2022 (Hartinger et al., 2023). La reducción proporcional de los rendimientos agrava la inseguridad alimentaria, que ya afecta a más de 200 millones de personas en la región. Entre 2030 y 2050, un promedio de 95.000 niños podrían morir cada año en el mundo por desnutrición inducida por el cambio climático (WHO, 2014).<sup>2</sup>

## Cuando la naturaleza es desastrosa para la salud

Los fenómenos meteorológicos extremos también afectan directamente la salud. Por ejemplo, las desastres, como inundaciones y huracanes, pueden provocar, lesiones graves y la muerte. Como consecuencia de fenómenos meteorológicos extremos pueden aparecer enfermedades transmitidas por los alimentos y el agua o aumentarse su frecuencia. La exposición al polvo, a los aeroalérgenos, a las partículas y al humo de los incendios forestales agrava las enfermedades cardiovasculares y respiratorias. La contaminación atmosférica ya está causando 138.000 muertes al año en América Latina y el Caribe (CODS, 2019). En América del Sur, la exposición a altos niveles de riesgo por incendios forestales

aumentó en promedio siete días por persona al año en 2018-2021 en comparación con los niveles históricos, afectando especialmente a Argentina y Chile, con entre 14 y 20 días más por persona (Hartinger et al., 2023).

Por último, el cambio climático empeora la salud mental. Los fenómenos meteorológicos extremos, el desplazamiento, la inseguridad alimentaria, la escasez de agua, la pérdida de medios de subsistencia, la pérdida de biodiversidad y el malestar social pueden causar una serie de problemas mentales, como ansiedad, depresión, tristeza, trastorno de estrés post-traumático, tendencias suicidas, agresiones y violencia intrafamiliar, a menudo contra la mujer (IPCC, 2022).

## Estragos en el sistema de salud

El cambio climático también aumenta la morbilidad y la mortalidad al amenazar la integridad estructural de centros de salud, clínicas y hospitales o de la infraestructura que facilita su funcionamiento, incluidas las redes de transporte y distribución de energía y agua (World Bank, 2017).<sup>3</sup> Los fenómenos meteorológicos extremos pueden aumentar rápidamente la demanda de servicios de salud e interrumpir las cadenas de suministro (WHO, 2020). Además, el cambio climático afecta la calidad de los servicios de salud al alterar la demanda local de los mismos. Por ejemplo, un aumento de las enfermedades transmitidas por vectores o de origen zoonótico modifica el número y el perfil de los trabajadores del sector de la salud necesarios para prestar los servicios. Por último, pueden surgir nuevos riesgos para la salud si los efectos del cambio climático causan trastornos sociales, desplazamiento de la población, deterioro económico y migración (IPCC, 2022).

<sup>2</sup> Ver el [Capítulo 2: Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación](#).

<sup>3</sup> Los [capítulos 1, 3, 4, 5 y 6](#) sobre la adaptación de los servicios de infraestructura y la planificación urbana al cambio climático aportan más datos.

# Adaptaciones para fortalecer el sistema de salud

## Adaptar el diagnóstico, la prevención y el tratamiento

El primer paso para curar una enfermedad es diagnosticarla. Para un sistema de salud resiliente al clima, esto significa establecer y reforzar los sistemas de vigilancia de las enfermedades producidas por el clima e integrar la vigilancia meteorológica en los sistemas de alerta temprana de riesgos para la salud (World Bank, 2017). La mejor estrategia es considerar todos los riesgos para la salud de forma integrada, vigilando simultáneamente las enfermedades animales, las enfermedades humanas y los determinantes medioambientales a medida que interactúan (World Bank, 2021).

Cuando el cambio climático conlleva nuevas enfermedades, el sistema de salud tiene que responder formando a profesionales que diagnostiquen esas enfermedades, desarrollen tratamientos y diseñen medidas de prevención. Por ejemplo, la exposición al estrés térmico se ha convertido recientemente en una causa frecuente de enfermedad renal. Los tratamientos de la enfermedad renal no dependen de que el estrés térmico sea la causa. Pero los programas de prevención deben ajustarse para reducir su prevalencia (recuadro 7.1).

Al definir las medidas de adaptación, el sector de la salud debe reconocer que algunos efectos del cambio climático son inciertos y pueden variar rápidamente. Por ejemplo, aunque el riesgo de dengue estaba contenido en Argentina hasta hace poco, en 2023 el país sufrió un grave episodio de dengue que

afectó a cerca de 100.000 (Ministerio de Salud de Argentina, 2023). Por ello, las estrategias de respuesta y los planes de contingencia deben contemplar diversos escenarios climáticos.<sup>4</sup>

## Garantizar la capacidad estructural

También es importante invertir en tener preparados todos los elementos de los servicios de salud para los fenómenos meteorológicos extremos. Hay que mejorar la preparación, planificación y rehabilitación ante emergencias, teniendo en cuenta todos los peligros relevantes. Los objetivos incluyen establecer mecanismos de coordinación y sistemas de información así como planes de mitigación de riesgos de catástrofes para garantizar la continuidad de los servicios durante los fenómenos meteorológicos extremos (World Bank, 2021, Astorga et al., 2023). El personal médico debe haber sido capacitado para actuar en condiciones de emergencia. Este debe recibir capacitación para atender a las víctimas de desastres climáticos (PAHO 2020a) y poder identificar y recetar atención continua para todos los problemas relacionados con el clima, incluidos aquellos que tienen consecuencias para la salud mental (WHO 2022).

El sector de la salud también debe asegurarse de que las estructuras físicas y los suministros médicos puedan resistir fenómenos meteorológicos extremos (World Bank, 2017; 2021). Una opción de adaptación consiste en diseñar y construir instalaciones médicas resistentes al impacto de fenómenos como

### RECUADRO 7.1.

#### Costa Rica lucha contra el estrés térmico con un reglamento laboral

El Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico de Costa Rica, establecido en 2015 tiene por objeto la protección de las personas que trabajan al aire libre. El reglamento surgió después de que numerosos estudios demostraran que la exposición al estrés térmico es una causa de enfermedad renal crónica entre los trabajadores agrícolas en Centroamérica (Wesseling et al., 2020). Siguiendo el modelo de la campaña “Agua, descanso, sombra” de la Administración de

Seguridad y Salud en el Trabajo de EE. UU., el reglamento de Costa Rica sostiene que los empleadores deben proporcionar a los trabajadores medidas de protección. Dichas medidas incluyen capacitación, equipos de protección individual (como sombreros y sombrillas), tiempo para aclimatarse al calor, bebidas rehidratantes y zonas de sombra para descansar. Además, los trabajadores deben estar inscritos en un programa de vigilancia de salud centrado en la salud y la función renal.

inundaciones, desprendimientos de tierras o sobrecalentamiento debido a olas de calor.<sup>5</sup> El diseño y la construcción de infraestructura también deben contemplar la posible interrupción de servicios básicos, como interrupciones temporales del suministro de agua o electricidad durante fenómenos meteorológicos extremos. Por último, la infraestructura debe estar preparada para el aumento repentino de pacientes, mientras que las reservas y cadenas de suministro de productos médicos esenciales deben gestionarse teniendo en cuenta tanto la redundancia como la resiliencia.

Adoptar la tecnología digital también puede ser una forma de aumentar la resiliencia (Astorga et al, 2023). Por ejemplo, se puede hacer uso de la telemedicina y de la transmisión digital de recetas y resultados de análisis, incluso cuando el sistema de transporte se ve interrumpido por el clima extremo. Los registros digitalizados y los pedidos digitales pueden hacer que el proceso de aprovisionamiento sea más eficiente y fácil de seguir. Como siempre, la tecnología digital debe adoptarse de tal forma que minimice la exposición a amenazas digitales, como el cibersecuestro de datos (*ransomware* en inglés), al tiempo que se garantizan los derechos de privacidad y se asegura que los procesos incluyan a las personas que no tienen acceso a la tecnología (Cathles et al., 2022).

## Intercambio de conocimientos y mejora de la comunicación

El acceso a los datos es clave para adaptar la programación y las intervenciones en materia de salud (World Bank, 2017; WHO, 2015). Por ejemplo, el cambio climático afectará la distribución geográfica de los riesgos existentes para la salud, como la malaria y el dengue. Ya existen estrategias bien establecidas para hacer frente a muchos de estos riesgos. Las mosquiteras y los insecticidas, por ejemplo, son métodos comprobados para controlar las enfermedades transmitidas por mosquitos (World Bank, 2017; 2021).

La adaptación, basada en el acceso a información correcta, incluye la implementación de soluciones existentes en nuevas zonas geográficas.

Es importante destacar que las acciones de otros sectores repercuten en el sector de la salud. Soluciones intersectoriales, como los programas de saneamiento, la política de seguridad energética, los sistemas alimentarios sostenibles, el transporte activo que da más importancia a los desplazamientos a pie y en bicicleta que a los vehículos, y la educación contribuyen a crear un sector de la salud más resiliente (IPCC, 2022). Un ejemplo de ello es aumentar el acceso al agua potable, que disminuye la incidencia y el riesgo de enfermedades transmitidas a través del agua.<sup>6</sup> Otros ejemplos son la ampliación del acceso a zonas verdes urbanas y el diseño de edificios con aire acondicionado y refrigeración pasiva (Romanello et al., 2021).

Una comunicación oportuna entre los responsables de tomar de decisiones, los medios de comunicación y el público en general puede ayudar a coordinar medidas preventivas contra riesgos para la salud como brotes de enfermedades o fenómenos meteorológicos extremos (WHO, 2015). Las previsiones del impacto de las olas de calor basadas en datos meteorológicos permiten establecer un sistema integral de alerta. Esto puede alertar a la población sobre el riesgo de exposición y ayudar a preparar el sistema de salud (PAHO 2021). El desarrollo tanto de previsiones de exposición a enfermedades y tormentas como de umbrales de riesgo (p. ej., de la exposición al calor y al sol) puede mejorar la comunicación con las partes interesadas sobre los peligros para la salud (WHO, 2015). La digitalización es clave para que las alertas tempranas sean eficaces. Por ejemplo, el envío de alertas a través de mensajes de texto a los habitantes de las zonas afectadas les da tiempo para refugiarse y es una de las formas más eficaces para salvar vidas cuando se produce un desastre natural.

<sup>5</sup> Ver también el Capítulo 6: Ciudades resilientes.

<sup>6</sup> Capítulo 3: Montar la ola de adaptación en los sectores de agua y saneamiento

## Intervenciones de los gobiernos: una tabla de salvación para la adaptación

Los gobiernos pueden implementar directamente muchas de las adaptaciones mencionadas en la sección anterior, ya que a menudo gestionan directamente grandes partes del sistema de salud. Pero el sector privado también desempeña un papel importante. Las clínicas privadas prestan servicios de salud, y la mayor parte de la prevención debe realizarse en el lugar de trabajo y en la vida privada. Así pues, la política gubernamental también debe aspirar a facilitar la adaptación en el sector privado.

Gran parte de la política de adaptación del sector de la salud refleja la política de salud tradicional (World

Bank, 2021; Astoria et al, 2021). De hecho, un sistema que funcione debe ser capaz de detectar nuevos riesgos para la salud y responder a ellos, independientemente de que hayan sido generados por el cambio climático o no. El papel de la política de adaptación es anticipar y facilitar este proceso.

### Una postura preventiva

Las llamadas *evaluaciones de vulnerabilidad en materia de salud y adaptación al cambio climático* (*climate change and health vulnerability and adaptation assessments* en inglés) son una aportación clave para diseñar planes de adaptación (WHO, 2021). A través de estas evaluaciones, los gobiernos deben investigar exhaustivamente cómo afectará el cambio climático al sector de la salud a nivel nacional y subnacional, identificando, por un lado, a las poblaciones vulnerables (incluido cualquier sesgo de género, véase el recuadro 2) y, por el otro, los puntos débiles del sistema (World Bank, 2021; Astorga et al., 2023). En América Latina y el Caribe, 26 países reportan haber desarrollado dicha evaluación exhaustiva a partir de octubre de 2021 (WHO, 2021d).<sup>7</sup>

Un papel clave de los gobiernos es coordinar el diseño de planes de adaptación para el sistema de salud. Los gobiernos suelen utilizar los llamados *planes nacionales de adaptación de salud* para identificar los sectores prioritarios para la adaptación. Éstos definen el curso de las futuras políticas (WHO and IISD, 2021; World Bank, 2021). Lo ideal sería que los planes se basaran en evaluaciones exhaustivas de la vulnerabilidad. Hasta ahora, solo dos países de la región, Brasil y Cuba, cuentan con un plan nacional de salud y cambio climático, y luchan por ponerlos en práctica debido a las limitaciones financieras y de recursos humanos. Otros nueve países están en la fase de preparación de planes (WHO, 2021d).<sup>8</sup>

Los gobiernos también deben fomentar y establecer mecanismos para vigilar los peligros y riesgos para la salud relacionados con el clima, los resultados

#### RECUADRO 7.2

#### Cuestiones de género

A la hora de identificar las adaptaciones necesarias para el sector de la salud, es importante tener en cuenta cómo varían las repercusiones del cambio climático en función del género. Las actitudes sociales o las ocupaciones definidas por el género y los roles sociales a menudo influyen en la forma en que el cambio climático afecta la salud (WHO, 2012). No es de extrañar que las olas de calor y el aumento de las temperaturas afecten negativamente la salud de los trabajadores de la construcción que son, en su mayoría, hombres. Por el contrario, en las zonas rurales las mujeres sufren una mayor inseguridad alimentaria; los roles tradicionales de género que las sitúan en desventaja frente a los hombres en términos de educación, ingresos y estatus social también juegan en su contra en el acceso a los alimentos (Romanello et al., 2021). Los gobiernos pueden tener en cuenta las desigualdades y diferencias en la adaptación al cambio climático en el sector, mediante la integración de la perspectiva de género en la política y la planificación sectoriales. (WHO, 2012). Un primer paso en esta dirección es identificar las diferencias y desigualdades de género aumentando la disponibilidad de información de salud, desglosada por género (Romanello et al., 2021).

<sup>7</sup> Entre ellos Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Islas Vírgenes Británicas, Jamaica, Nicaragua, Paraguay, Perú, República Dominicana., San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago y Uruguay.

<sup>8</sup> Obsérvese que México, Honduras, Panamá, Ecuador y Chile no participaron en la evaluación.

de salud y la eficacia del sistema de salud y de las respuestas de política pública. Una forma práctica de desarrollar sistemas de alerta temprana de los riesgos para la salud relacionados con el clima es coordinar y compartir información entre los organismos gubernamentales, no gubernamentales e internacionales responsables de la vigilancia y la implementación de medidas, como los servicios meteorológicos y los organismos nacionales de emergencia (WHO, 2015). Argentina y Costa Rica son los dos únicos países que han puesto en marcha sistemas de vigilancia y alerta temprana que utilizan información climática y cubren los problemas de salud relacionados con el cambio climático, incluidas las lesiones y muertes por fenómenos meteorológicos extremos y altas temperaturas (WHO, 2021d).

### **Un enfoque de equipo en materia de gobernanza**

Los ministerios de salud deben mejorar la colaboración con otros sectores cuyas políticas afectan la salud humana (p. ej., los ministerios que supervisan el agua y el saneamiento, la educación, el trabajo y las cuestiones medioambientales) a nivel nacional y subnacional. Las medidas para mejorar la coordinación incluyen definir responsabilidades claras y mecanismos de rendición de cuentas, incorporar el cambio climático en las principales políticas y programas de salud y establecer puntos focales para el cambio climático. Desafortunadamente, más de la mitad de los países de la región no han establecido un mecanismo de trabajo, como equipo o comité, que implique y unifique a todas las partes relevantes dentro y fuera del sector de la salud para responder al cambio climático (Astorga et al., 2023).

Por último, las autoridades del sector de la salud deberían participar en el diseño o en la actualización de la política climática (WHO, 2015). A escala mundial, el 94% de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), que son los

planes climáticos presentados a las Naciones Unidas en el marco del Acuerdo de París, mencionan la salud. Pero el tema tiende a tratarse de manera imperfecta. Por ejemplo, solo el 61% de las NDC establecen claramente prioridades de adaptación y menos del 10% mencionan la salud mental y el apoyo psicosocial (WHO, 2021).

### **Política reguladora**

Las regulaciones pueden ayudar en la adaptación del sector de la salud. Entre las medidas concretas cabe citar la modificación de las normas de zonificación para evitar la construcción de hospitales que puedan estar expuestos a fenómenos meteorológicos extremos y el establecimiento de normas para la infraestructura de salud de modo que pueda soportar brotes de enfermedades y fenómenos meteorológicos extremos (WHO, 2015).

Los gobiernos también pueden aplicar medidas de seguridad y salud en el trabajo, respetuosas con el clima, para reducir la exposición de los trabajadores a los riesgos para la salud relacionados con el clima (Saget et al, 2020). Por su parte, los empleadores deben informar a sus trabajadores sobre sus condiciones laborales y ajustar los entornos de trabajo en consecuencia. Las medidas de seguridad pueden ser tan sencillas como acordar horarios de trabajo fuera de las horas más calurosas del día, garantizar el acceso al agua, proporcionar instalaciones con aire acondicionado o incluso simplemente suministrar sombreros. La mejor práctica es animar a los trabajadores a acordar estas normas con las empresas y el gobierno. Costa Rica ha implementado un Reglamento para la Prevención y Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas al Estrés Térmico, que fue adoptado por el Consejo de Salud Laboral en 2015 (recuadro 1). Estas regulaciones obligan a los empresarios a proporcionar sombra, agua, descansos y ropa de protección a los trabajadores agrícolas que trabajan al aire libre.

## Política fiscal y seguro de salud

Los formuladores de políticas públicas también pueden replantearse la política fiscal. Algunas medidas que pueden contribuir a lograr las adaptaciones necesarias son reasignar recursos dentro del presupuesto; añadir partidas específicas a los presupuestos de salud para emergencias climáticas y enfermedades relacionadas con el clima (entre otras cosas, colmando el gran déficit de financiamiento existente para la salud mental y el apoyo psicosocial); garantizar el financiamiento para mitigar los riesgos para la salud y tener en cuenta los determinantes medioambientales de la salud a la hora de priorizar el financiamiento de las inversiones (WHO, 2015).

También es fundamental fomentar la cobertura universal de la atención médica, para lo cual la mejora del financiamiento en materia de salud es un paso clave. Los gobiernos en América Latina y el Caribe gastan, en promedio, menos del 5% del PIB en salud (WHO 2023), aunque la Organización Panamericana de la Salud (2020b) estima que se necesitaría un 6% para avanzar hacia la cobertura universal de la atención médica. Los únicos países de la región que alcanzan este listón son Argentina (6.6%), Colombia (6.5%), Cuba (11%) y Uruguay (6.6%).

El seguro es esencial para reducir las barreras financieras a la atención médica y proteger a las personas de gastos que excedan sus planes de salud. También puede servir para incentivar la atención preventiva y primaria. El 26% de todo el gasto de salud de la región se paga del propio bolsillo de los asegurados, muy por encima del promedio de la OCDE (12%), y oscila entre más del 50% en Guatemala y Venezuela y menos del 20% en Colombia, Cuba, Jamaica y Uruguay (WHO, 2023). Por último, los sistemas de salud de la región tienden a depender de una mezcla fragmentada de actores públicos y privados. Esto tiende a dividir a la población por condiciones sociales, limitando el acceso de los más vulnerables, a la vez que cuesta más que las opciones gestionadas por el gobierno y de pagador individual (OECD and WB, 2020). Las reformas en materia de salud pueden reducir las desigualdades en el acceso, proporcionar mejores resultados de salud en general y hacer que la región sea más resiliente a los efectos del cambio climático.

# Referencias

- Astorga, Ignacio; Sorio, Rita; Bauhoff, Sebastian, 2023. Salud y cambio climático: ¿cómo proteger la salud de las personas frente a la crisis climática?. IDB policy note.
- Carlson, C.J., Albery, G.F., Merow, C. et al., 2022. Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature*.
- Cathles, Alison, Claudia Suaznabar y Fernando Vargas, 2022. Radiografía de la transformación digital en las firmas de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.
- CODS, 2019. Calidad del aire: Un problema urgente para América Latina y el Caribe. Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina.
- 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 [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press.
- Jafino, B.A., Walsh, B.J., Rozenberg, J., Hallegatte, S., 2020. Revised Estimates of the Impact of Climate Change on Extreme Poverty by 2030, Policy Research Working Paper 9417. The World Bank.
- Hartinger, S.M., Yglesias-González, M., Blanco-Villafuerte, L., Palmeiro-Silva, Y.K., Lescano, A.G., Stewart-Ibarra, A., Rojas-Rueda, D., Melo, O., Takahashi, B., Buss, D. and Callaghan, M., 2023. The 2022 South America report of The Lancet Countdown on health and climate change: trust the science. Now that we know, we must act. *The Lancet Regional Health—Americas*, 20.
- Ministerio de Salud de Argentina, 2023. Boletín Epidemiológico Nacional 652.
- OECD and WB (2020), Health at a Glance: Latin America and the Caribbean 2020. Organisation for Economic Co-operation and Development and the World Bank.
- PAHO, 2020a Climate Change for Health Professionals: A Pocket Book. Pan American Health Organization.
- PAHO, 2020b Fiscal Space for Health in Latin America and the Caribbean. Pan American Health Organization.
- PAHO, 2021. Heatwaves: A Guide for Health-based Actions. Pan American Health Organization.
- PAHO 2022. Mental health and climate change: policy brief. Pan American Health Organization.
- Rataj, E., Kunzweiler, K. & Garthus-Niege, S. (2016). Extreme weather events in developing countries and related injuries and mental health disorders - a systematic review. *BMC Public Health* 16, 1020.
- Romanello, M., McGushin, A., Di Napoli, C., Drummond, P. et al. (2021). The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future.
- Saget, C., Vogt-Schilb, A., Luu, T., 2020. El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Internacional del Trabajo..
- United Nations 2015, The Paris Agreement.
- World Bank. (2017). Climate-smart healthcare: Low-carbon and resilience strategies for the health sector. World Bank.
- World Bank (2021). COVID-19 and Climate-Smart Healthcare. Health Sector Opportunities for a Synergistic Response to the COVID-19 and Climate Crises.
- World Health Organization. (2012). Mainstreaming gender in health adaptation to climate change programmes: user's guide.
- World Health Organization. ( 2014) . Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s.
- World Health Organization. (2015). Operational framework for building climate resilient health systems. World Health Organization.
- World Health Organization (2017). Climate-resilient water safety plans: managing health risks associated with climate variability and change.
- World Health Organization. (2020). WHO guidance for climate resilient and environmentally sustainable health care facilities.
- World Health Organization, ( 2021) . Climate change and health: vulnerability and adaptation assessment.
- WHO and IISD (2021). Review: Health in National Adaptation Plans (NAPs). World Health Organization and the International Institute for Sustainable Development
- World Health Organization. ( 2021d) . WHO health and climate change global survey report
- World Health Organization, 2022. Mental health and climate change: policy brief
- World Health Organization, 2023. Global Health Expenditure Database.





CAPÍTULO 8.

# Llueve sobre mojado: el riesgo económico y ambiental para los pobres



# Autores

## Hipólito Talbot-Wright

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## Alexandre Bagolle

ESPECIALISTA, PROTECCIÓN SOCIAL  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[abagolle@iadb.org](mailto:abagolle@iadb.org)

## Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SENIOR, CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Bagolle, A., Vogt-Schilb, A., 2023. Lluve sobre mojado: el riesgo económico y ambiental para los pobres, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.

## Llueve sobre mojado: el riesgo económico y ambiental para los pobres

El cambio climático afecta de forma desproporcionada a los hogares de bajos ingresos, que son los más expuestos, los más vulnerables, los que tienen menor capacidad de recuperación y un acceso limitado a las opciones de adaptación. La ubicación de dichos hogares y su dependencia de los activos de riesgo como principal fuente de ahorro, tales como la vivienda y el ganado, explican en gran medida su mayor vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. Además, como viven cerca de los niveles de subsistencia, a menudo tienen que recortar sus necesidades básicas cuando se producen catástrofes. Tras una catástrofe, los hogares de bajos ingresos son los menos preparados para recuperarse, y están sujetos a posibles consecuencias a largo plazo, como caer en la pobreza. Esto puede ocurrir porque sufren pérdidas catastróficas, dejan de recibir educación, sufren retraso en el crecimiento debido a la malnutrición o no pueden acceder a la atención médica y quedan incapacitados. Los hogares más pobres suelen tener un acceso limitado a la protección social, a los programas de adaptación y a instrumentos financieros como seguros y préstamos que les ayuden a recuperarse. Los programas de adaptación deben diseñarse en todos los sectores para incluir a los hogares de bajos ingresos. Por ejemplo, las regulaciones de zonificación deben tener en cuenta el impacto en las viviendas de bajos ingresos y los sistemas de alerta temprana deben diseñarse para llegar a todos. La protección social, la diversificación de los ingresos y la inclusión financiera son formas cruciales de reducir la vulnerabilidad. Es especialmente importante adaptar los programas de protección social existentes para garantizar que puedan ampliarse rápidamente y llegar a los afectados por fenómenos meteorológicos extremos. Por último, los servicios de salud y educación deben hacerse resilientes, mejorando la infraestructura y utilizando la tecnología digital para que puedan funcionar durante los fenómenos meteorológicos extremos.

## Los desastres nunca vienen solos para los más pobres

El cambio climático afecta de forma desproporcionada a los hogares de bajos ingresos. En países vulnerables como Nicaragua, República Dominicana, Paraguay, El Salvador, Guatemala, Bolivia y Honduras, entre el 57% y el 90% de los pobres viven en municipios que han sufrido al menos cinco desastres climatológicos en la última década (Bagolle et al., 2023). Una mayor exposición a las catástrofes se traduce en más daños, que recaen principalmente en los pobres. Por ejemplo, el 20% de los residentes pobres en San Salvador, El Salvador, y el 17% en Tegucigalpa, Honduras, denuncian daños por desprendimientos de tierras (Fay, 2005).

En las ciudades, la relación entre el estatus socioeconómico y la exposición al cambio climático es especialmente notable debido a la escasez de suelo.<sup>1</sup> Los habitantes más pobres de las ciudades se ven a menudo presionados por los elevados precios del suelo para instalarse en barrios de bajos ingresos pero de alto riesgo (Hallegatte et al., 2017). Las familias de bajos ingresos pueden elegir deliberadamente vivir en zonas urbanas de mayor riesgo porque presentan oportunidades. Por ejemplo, los hogares en las zonas propensas a inundaciones de Mumbai aceptan el riesgo de inundación porque dichas zonas también ofrecen acceso a puestos de trabajo, escuelas, centros de salud y redes sociales (Patankar, 2015).

En las zonas rurales, las comunidades pobres también se ven amenazadas por el cambio climático. La sequía, la degradación del suelo y la pérdida de ecosistemas representan una amenaza cada vez mayor, sobre todo porque los medios de subsistencia de las familias pobres dependen de manera desproporcionada de los servicios y recursos que proporciona el medio ambiente (UNEP, 2009).<sup>2</sup> En países como Honduras, Bolivia, Guatemala y Haití, la agricultura está estrechamente vinculada con la calidad del suelo, los bosques y las fuentes de agua, y de ella depende el sustento del 30-50% de la población (Bagolle et al., 2023).

Los esfuerzos de adaptación también tienden a ser desiguales, dejando expuestos y desprotegidos a

los hogares de menores ingresos. La toma de decisiones sobre inversiones de adaptación, como diques y drenajes, suele dar prioridad a la protección de los activos, una estrategia que perjudica a los hogares de ingresos más bajos (Hallegatte et al., 2017). La informalidad aumenta aún más su exposición. Las urbanizaciones formales pueden cumplir las regulaciones sobre el uso del suelo, pero la falta de aplicación de las regulaciones, combinada con el precio del suelo, puede hacer que pobladores informales se asienten en las laderas de las colinas, las riberas de los ríos o las proximidades de desagües y alcantarillas, todas ellas zonas expuestas a riesgos naturales (Lall and Deichmann, 2012).

### Vulnerabilidad de los activos

Los hogares pobres son más vulnerables a los efectos del cambio climático, ya que a menudo viven en estructuras que no están diseñadas para resistir los peligros naturales. Los asentamientos informales son especialmente vulnerables: una inundación típica puede destruir una casa informal típica, mientras que las casas modernas o los edificios multifamiliares son mucho más resistentes (Hallegatte et al., 2017). Una mayor proporción de los activos de los hogares pobres está expuesta al cambio climático y, en general, son menos resistentes a sus efectos. Normalmente, los hogares pobres poseen un mayor porcentaje de sus activos en formas materiales, como viviendas, material de construcción o ganado, mientras que los no pobres tienen mayor acceso financiero y pueden ahorrar en instituciones financieras (Hallegatte et al., 2017; Moser and Felton, 2007; Nkedianye et al., 2011). Esta asimetría en el tipo de activos se traduce en daños más importantes para los pobres. Por ejemplo, el quintil más bajo de Honduras perdió el 18% de sus activos a causa del huracán Mitch, frente al 3% del quintil más alto (Morris et al., 2002).

La vulnerabilidad se agrava porque los hogares pobres invierten menos en la reducción de riesgos y tienen poco acceso a mecanismos de alerta temprana. Al carecer de recursos para la inversión a largo

<sup>1</sup> Ver el [Capítulo 6: Ciudades resilientes](#).

<sup>2</sup> Ver el [Capítulo 2: Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación](#).

plazo, las personas más pobres suelen confiar en horizontes de planificación a corto plazo (Lawrance, 1991). Además, muchos hogares de bajos ingresos residen en asentamientos informales cuya propiedad de la tierra no está clara y corren el riesgo de ser desalojados. La inseguridad de sus condiciones de vida desincentiva aún más la inversión en la reducción de riesgos, como la modernización para reforzar las viviendas contra desastres (Rentschler, 2013). En Buenos Aires, el temor al desalojo y los bajos ingresos familiares son las principales razones de la escasa inversión en infraestructuras de vivienda en los asentamientos informales sin seguridad de tenencia (van Gelder, 2010).

### Viviendo al borde de la pobreza

La pobreza y la vulnerabilidad agravan los efectos negativos del cambio climático. La pérdida de un dólar en el consumo tiene un impacto más significativo en el bienestar de las familias pobres que en el de aquellas no pobres, ya que viven más cerca al nivel de subsistencia y tienen menos recursos para hacer frente a los fenómenos meteorológicos extremos (Hallegatte et al., 2017). La incapacidad de los pobres para reducir gastos —mientras que los ricos pueden recortar en artículos de lujo— pone en riesgo su capacidad para cubrir sus necesidades básicas, como la alimentación, cuando se enfrentan a fenómenos meteorológicos extremos (Hallegatte et al., 2016; 2017).

De hecho, los efectos del cambio climático en la producción de alimentos suponen una amenaza para los hogares pobres, que destinan una mayor parte de sus ingresos a la alimentación (Hallegatte et al., 2016).<sup>3</sup> El aumento de los precios de los alimentos puede reducir su consumo. En los países de bajos ingresos, un aumento del 10% en el precio de los alimentos puede reducir la ingesta diaria en 72 kilocalorías (Green et al., 2013). Sin embargo, el acceso a los mercados puede ayudar a mitigar el impacto de los shocks de los precios de los alimentos causados por el cambio climático al diversificar el conjunto de fuentes de alimentos. Estudios han demostrado que en aquellas zonas de Filipinas que tienen un nivel escaso de precipitaciones se ha experimentado un descenso del 4% en el consumo de alimentos; sin embargo, este efecto desaparece en las zonas cercanas a las autopistas (Safir et al., 2013; Hallegatte et al., 2016).

Los fenómenos meteorológicos extremos también pueden empujar a la pobreza a personas no pobres pero vulnerables. Las personas que se encuentran en los márgenes del umbral de pobreza corren constantemente el riesgo de caer por debajo de dicho umbral. En América Latina y el Caribe, las encuestas de hogares recopiladas por el BID revelan que el 37% de la población gana entre USD \$5 y USD \$12,4 dólares al día, por lo que corre el riesgo de caer en la pobreza como consecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos. En India, el 44% del 12% de los hogares de 36 comunidades de Andhra Pradesh, que cayeron en la pobreza a lo largo de 25 años, reportaron “la sequía, la falta de riego o las enfermedades de los cultivos” como causa de su pérdida de ingresos (Krishna, 2006).

Las familias pobres y las que corren el riesgo de caer en la pobreza también dependen más de infraestructuras y servicios públicos, y son menos capaces de hacer frente por sí solas a los fallos del sistema (Hallegatte et al., 2017). Los desastres naturales pueden generar interrupciones de servicios en las infraestructuras públicas, lo que afecta a todos en cierta medida. Sin embargo, las personas más pobres tienden a ser menos capaces de protegerse contra dichas interrupciones. A menudo dependen de infraestructuras menos desarrolladas o mal mantenidas, como carreteras sin asfaltar que son muy poco prácticas en épocas de lluvia; o de sistemas de drenaje insuficientes que pueden obstruirse con residuos sólidos (Hallegatte et al., 2017).

### Empleo y salarios

El cambio climático tendrá graves repercusiones en los mercados laborales y, sin duda, consecuencias sociales negativas. En los países en desarrollo, las microempresas y las pequeñas y medianas empresas (pymes) particulares —a menudo en el sector informal— son la principal fuente de creación de empleo y desempeñan un papel importante en la reducción de la pobreza. No obstante, también son las más vulnerables debido a su limitada capacidad para prever los efectos del cambio climático o adaptarse a ellos (Hallegatte et al., 2016). Los sectores de la agricultura, la ganadería, la pesca, la silvicultura y el turismo se verán gravemente afectados por el cambio climático y sufrirán las consecuencias en materia de empleo que surjan. El cambio climático también afecta negativamente la productividad: el aumento

3 Ver el Capítulo 2: Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación.

de las temperaturas y las olas de calor disminuyen la productividad laboral, ya que el calor extremo dificulta el trabajo y los trabajadores deben aminorar su ritmo laboral. En América Latina y el Caribe, esta pérdida de productividad podría costar el equivalente a 2,5 millones de empleos de tiempo completo, y afectaría sobre

todo a los trabajadores informales de la construcción y la agricultura (Saget et al., 2020).<sup>4</sup> Los desastres naturales, como huracanes e inundaciones, también provocan pérdidas de productividad laboral y un aumento de la informalidad (ILO, 2018; Pecha, 2017).

## Bajos ingresos = Baja resiliencia

Los hogares con menos ingresos tienen menos resiliencia. Son los menos preparados para adaptarse al cambio climático y, cuando se ven afectados por este, son los que menor capacidad tienen para recuperarse. Las posibles consecuencias a largo plazo incluyen el riesgo de caer en trampas de pobreza a causa de pérdidas catastróficas de activos o interrupciones en la acumulación de capital humano (IPCC, 2022, Hallegatte et al., 2017).

La pérdida de activos es, en efecto, uno de los principales factores de caída en las trampas de pobreza. Si los activos del hogar descienden por debajo de cierto valor crítico, la reconstrucción del patrimonio se hace difícil o casi imposible (Carter and Barrett, 2006). La hambruna de 1984-1985 en Etiopía es un claro ejemplo de este efecto: los hogares con pocos activos tardaron una década, en promedio, en volver a tener ganado a los niveles anteriores a la hambruna (Dercon, 2004). La falta de acceso a herramientas de gestión de riesgos también contribuye al impacto del cambio climático en la pobreza, ya que incentiva decisiones de inversión subóptimas. Por ejemplo, los pequeños propietarios plantan cultivos de bajo rendimiento y bajo riesgo y limitan su inversión en fertilizantes (Cole et al., 2013).

### Una lección difícil: repercusiones a largo plazo en la educación y la salud

Los fenómenos meteorológicos extremos también pueden tener importantes repercusiones a largo plazo en la educación y la salud de las personas, afectando la acumulación de capital humano. Este tipo de fenómenos pueden llevar a las familias pobres y vulnerables a adoptar estrategias de adaptación negativas, como interrumpir la educación

escolar de los niños, aumentar el trabajo infantil o interrumpir los chequeos médicos. A finales de la década de 1990, en las zonas rurales de Nicaragua más afectadas por el huracán Mitch, aumentó el trabajo infantil y disminuyeron la retención escolar y la progresión a través de los cursos de secundaria (Ureta, 2005; Vakis, Kruger and Mason, 2004; Baez and Santos, 2007; Baez & Mason, 2008). La desnutrición infantil también aumenta tras los desastres naturales, lo que pone a los niños en riesgo de sufrir “retraso del crecimiento”, una alteración del crecimiento que es duradera y limita su salud y sus capacidades cognitivas futuras. Las consecuencias negativas de los fenómenos meteorológicos extremos pueden contribuir así a la creación de trampas de pobreza duraderas y a la transmisión intergeneracional de la pobreza.

Los fenómenos meteorológicos extremos también causan graves daños a la infraestructura educativa, lo que provoca la pérdida de días lectivos y un menor aprendizaje. En América Latina y el Caribe, nueve de cada diez niños y niñas están expuestos al menos a dos tipos de amenazas climáticas y medioambientales, lo que pone en riesgo su acceso a la educación (UNICEF, 2021a). En 2021, los huracanes y las tormentas tropicales Eta e Iota dañaron o destruyeron casi 1.000 escuelas en Honduras y Guatemala. En Honduras, el año escolar se cerró un mes antes de lo previsto (IDB and ECLAC, 2021). El huracán Mathew dañó más de 300 escuelas en Haití en 2016. Las escuelas que quedaron intactas se utilizaron a menudo como refugio, lo que provocó que más de 100.000 estudiantes perdieran clases (UNICEF 2016).

Las altas temperaturas repercuten negativamente en el rendimiento académico, sobre todo de los estudiantes pertenecientes a las minorías y de bajos

<sup>4</sup> Capítulo 7: Chequeo médico: cambio climático y salud.

ingresos (Park et al., 2021). En las aulas, hacen que los niños pierdan la concentración, lo que se traduce en un menor índice de graduación a tiempo de la escuela secundaria. El 70% de las aulas analizadas por el BID en la región, diez años atrás, no tenían niveles adecuados de comodidad térmica (San Juan, 2014).

El cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos también pueden enfermar, lesionar o incapacitar a las personas, y causarles la muerte.<sup>5</sup> Los gastos de salud resultantes empujan anualmente a la pobreza a unos 100 millones de personas en todo el mundo (WHO 2013). La pérdida de ingresos de los enfermos y sus cuidadores también repercute significativamente en el bienestar de la familia. Los hogares pobres carecen en gran medida de seguro y deben asumir el costo, a menudo mediante deudas con altas tasas de interés, para acceder a la atención médica (Hallegatte et al., 2016; 2017). El acceso a la cobertura médica universal presenta una alternativa de reducción del riesgo contra los peligros para la salud.

### Se necesita un colchón financiero más grande

La inclusión financiera ayuda a las personas afectadas por acontecimientos adversos a recuperarse. El acceso a la banca reduce los riesgos de los activos, ya que los ahorros en cuentas bancarias son menos vulnerables que los ahorros en ganado o vivienda (Hallegatte et al., 2017). Sin embargo, los hogares más vulnerables carecen a menudo de acceso a productos formales de ahorro, préstamo o seguros. Las personas pueden no tener acceso a herramientas financieras formales por diversas razones, como el costo de las cuentas bancarias, la distancia y el tiempo necesarios para acceder a una sucursal, la falta de documentación y la desconfianza en los bancos. Además, algunas personas prefieren permanecer en el sector informal o desconocen las ventajas de utilizar herramientas financieras para la gestión de riesgos (Allen et al. 2012).

Los seguros son otro instrumento para proteger los activos y gestionar el riesgo. Cuando se producen desastres más graves, el acceso al crédito y a los seguros proporciona resiliencia a los hogares afectados (Hallegatte et al., 2016; 2017).<sup>6</sup> Los seguros también fomentan la inversión en la reducción de riesgos. Por ejemplo, los agricultores que cuentan con seguros

tienden a invertir más en métodos de cultivo más arriesgados y de mayor rendimiento que los agricultores que no están asegurados. También realizan mayores inversiones globales en la fase de plantación, lo que les permite equilibrar sus decisiones de inversión con una gestión eficaz del riesgo (Emerick et al. 2016). Sin embargo, la cobertura de seguros es prácticamente inexistente para los hogares más pobres de la región. Cuando no están asegurados, los habitantes de los países de bajos y medianos ingresos sufren más y se recuperan más lentamente de las catástrofes naturales (Peter, Dahlen, and Saxena 2012).

Es importante diversificar los ingresos de los hogares pobres y vulnerables. Muchos hogares dependen de una única fuente de ingresos. Ello se debe a que obstáculos como el acceso limitado al crédito y al financiamiento, la falta de conocimientos técnicos o el acceso inadecuado a los mercados restringen su capacidad para ganarse la vida a partir de distintas fuentes. Algunos programas sociales están diseñados específicamente para superar estas barreras (Davies et al., 2013). Dichos programas suelen complementar las transferencias monetarias con acceso a capacitación, financiamiento o transferencia de activos productivos. En Nicaragua, un programa experimental combinaba transferencias monetarias con subvenciones dedicadas a la capacitación o al emprendimiento de una pequeña actividad no agrícola. Dos años después, los agricultores que habían recibido capacitación o la subvención empresarial tenían más posibilidades de mantener sus ingresos y su consumo frente a las sequías (Macours, 2022). Pese a que dichos programas y la evidencia de su eficacia son escasos, la evaluación de los existentes arroja resultados prometedores (Andrews et al., 2021).

### La migración: ¿una bendición o una maldición?

Los fenómenos meteorológicos extremos son uno de los principales impulsores de la migración y el desplazamiento, y el cambio climático no hará más que aumentar la presión. La migración y el desplazamiento, relacionados con el clima, se concentran principalmente en los países de bajos y medianos ingresos. A menudo se originan en zonas rurales y los destinos son principalmente ciudades y otras regiones rurales dentro de un país, seguidos por la migración a países fronterizos (IPCC, 2022). La

<sup>5</sup> Capítulo 7: Chequeo médico: cambio climático y salud.

<sup>6</sup> Ver el Capítulo 9: Adaptar las finanzas públicas y privadas para el financiamiento de la adaptación.

reubicación de 300 familias indígenas de una isla de Panamá, que se encuentra apenas por encima del nivel del mar, ha generado interés internacional, ya que podría servir como experiencia piloto de oleadas de población mucho mayores que podrían aparecer (Newsome, 2023). En América Latina y el Caribe, hasta 17 millones de personas, es decir, el 3% de la población regional, podrían verse obligadas a desplazarse de aquí a 2050 huyendo de zonas con menor disponibilidad de agua, menor productividad de los cultivos o bajo amenaza del creciente aumento del nivel del mar (Clement et al., 2021).

La migración no es necesariamente una consecuencia negativa del cambio climático; también puede ser una buena adaptación (IPCC, 2022). Es viable cuando las alternativas de adaptación están muy limitadas o agotadas, y la exposición y la vulnerabilidad son significativas. En cualquier caso, la migración por cambio climático puede no ser siempre una elección voluntaria, ya que las personas pueden estar profundamente apegadas a sus medios de subsistencia, oportunidades económicas, redes sociales y lazos culturales con un lugar específico. Las personas que viven en pequeños estados insulares pueden no considerar el traslado como una solución favorable o práctica, y algunos individuos pueden desear emigrar, pero carecen de los medios para hacerlo.

La migración suele cambiar la composición y la estructura de los hogares, ya que algunos no emigran como una unidad. A menudo, son los varones los

únicos miembros que se desplazan para enviar remesas a sus familias. Esta migración parcial de los hogares puede aumentar las vulnerabilidades o presentar oportunidades (IPCC, 2022). Cuando solo un adulto se marcha de un hogar, el adulto que se queda (a menudo una mujer) debe asumir mayores cargas de trabajo. Al mismo tiempo, los hogares también pueden experimentar una mayor libertad económica, y las remesas suponen para ellos una fuente de ingresos más diversificada.

Mediante la adaptación de todos los sectores al cambio climático y la garantía de que la adaptación sea incluyente, los gobiernos deben prevenir los desplazamientos involuntarios. Las políticas públicas también deben ayudar a quienes necesitan desplazarse. Cuando la migración es la mejor opción, son importantes las políticas y prácticas relacionadas con los desplazamientos de población a través de las fronteras internacionales. En los lugares en los que la reubicación permanente y asistida por el gobierno se hace inevitable, la participación activa de las poblaciones locales en la planificación y la toma de decisiones aumenta la probabilidad de obtener resultados satisfactorios. La inclusión eficaz de los inmigrantes en las comunidades receptoras requiere decisiones sobre políticas y planificación acertadas a nivel regional, nacional y local en materia de vivienda, infraestructura, suministro de agua, escuelas, protección social y asistencia médica en las regiones receptoras (IPCC, 2022).



# Sincronizando la adaptación y el desarrollo

Las herramientas de desarrollo convencionales pueden ser opciones de adaptación. Por ejemplo, los nuevos asentamientos en zonas seguras y las estructuras de mejor calidad reducen la vulnerabilidad a largo plazo (Hallegatte et al., 2016; 2017). No obstante, las transformaciones de adaptación deben ser incluyentes a fin de lograr compensar las repercusiones sobre los pobres. La infraestructura de protección contra las inundaciones debe llegar a los barrios de bajos ingresos, incluidos los informales.<sup>7</sup> Los sistemas de alerta temprana (indispensables para avisar a la población en riesgo que debe prepararse o evacuar) tienen que llegar a todas las personas. La cobertura de seguros y el acceso a la información deben ser generalizados. El desarrollo de redes de transporte que conecten a las comunidades puede mejorar el acceso a los mercados, aumentar la resiliencia a las shocks de los precios causados por las crisis alimentarias locales y fomentar la diversificación de los ingresos de los habitantes (Hallegatte et al., 2016; 2017).

## Reducción de la exposición

Reducir la exposición de los hogares de bajos ingresos al cambio climático es primordial y, para ello, la inclusión es clave. La zonificación es un planteamiento estándar para evitar el asentamiento en las zonas más expuestas o desprotegidas, pero a fin de que la zonificación sea incluyente es necesario abordar algunos problemas clave. El primer problema es la falta de aplicación de las regulaciones, que hace que las personas se asienten de manera informal en zonas de riesgo, sin tener en cuenta las restricciones (Hallegatte et al., 2017). En segundo lugar, la zonificación basada en el riesgo puede hacer subir los precios en zonas más seguras y ponerlas fuera del alcance de los más vulnerables. Las regulaciones restrictivas sobre el uso del suelo pueden tener consecuencias imprevistas, ya que los hogares de bajos ingresos suelen asentarse en zonas de riesgo. Esto puede provocar un aumento en los costos de la vivienda, dificultando a los hogares rurales pobres trasladarse a zonas urbanas y acceder a empleos mejor

remunerados, asistencia médica y oportunidades educativas (Hallegatte et al., 2017).

La creación de instituciones sólidas que hagan cumplir las regulaciones sobre el uso del suelo es fundamental para hacer frente a la exposición. Sin embargo, la aplicación de las regulaciones debe ir acompañada de políticas que ofrezcan alternativas viables a aquellos hogares de bajos ingresos que decidan asentarse en zonas de riesgo. Para garantizar que las personas puedan residir en lugares seguros y, al mismo tiempo, tener acceso a trabajos y servicios decentes, es necesario hacer inversiones en transporte y otras infraestructuras junto con regulaciones de zonificación (Hallegatte et al., 2016). La reducción de la exposición también puede abordarse desde un enfoque positivo mediante el desarrollo de zonas más seguras. Un enfoque clave de la planificación urbana consiste en superponer mapas de zonas seguras con mapas de alto potencial de desarrollo a fin de determinar las prioridades (Hallegatte et al., 2016; 2017). A la hora de decidir qué zonas se deben proteger con inversiones como diques o soluciones basadas en la naturaleza, las autoridades no deben tomar sus decisiones basándose únicamente en el valor financiero de los bienes que quedarían protegidos, sino que también podrían contabilizar los habitantes o ponderar las pérdidas que podrían sufrir los hogares más pobres en el análisis económico de los proyectos de inversión pública. (Hallegatte et al., 2017).

## Fortaleciendo la salud y la educación

Dado que el recorte del acceso a la educación y a la salud son formas clave en las que el cambio climático empuja a las personas a las trampas de pobreza, los gobiernos deben hacer que los servicios de salud y educativos sean resilientes.<sup>8</sup> Mejorar la resiliencia del sistema educativo al cambio climático exige tener en cuenta medidas durante el diseño, la construcción y el mantenimiento de los edificios escolares que permitan su funcionamiento durante fenómenos meteorológicos extremos, como sequías y olas de calor, o que sirvan de refugio cuando sea necesario.

<sup>7</sup> Capítulo 6: Ciudades resilientes.

<sup>8</sup> Capítulo 7: Chequeo médico: cambio climático y salud.

La tecnología digital puede permitir la educación a distancia durante las emergencias climáticas hasta el regreso a las aulas, pero para ello es necesario que los hogares más pobres tengan acceso a Internet. En 2020, 77 millones de habitantes de zonas rurales de América Latina o el Caribe carecían de dicho acceso (Ziegler et al., 2020). Además, los programas educativos deben garantizar que los estudiantes tengan los conocimientos, valores y capacidad necesarios para responder y adaptarse al cambio climático. Deben garantizar que los estudiantes cuenten con más medios de subsistencia, estén más empoderados y sean capaces de innovar y encontrar soluciones. La educación mejora la resiliencia a los fenómenos climáticos (UNICEF, 2021b).

### Adaptando la protección social para capear con éxito el cambio climático

Los programas de protección social, como las transferencias monetarias, son fundamentales para reducir las repercusiones del cambio climático sobre los medios de subsistencia. En primer lugar, las transferencias monetarias periódicas y constantes aumentan el ahorro preventivo, evitan estrategias perjudiciales para hacer frente a los riesgos y mejoran la resiliencia de los hogares beneficiarios (Bastagli et al., 2016). En segundo lugar, las transferencias monetarias entregadas tras las catástrofes ayudan a las familias a mantener el consumo de alimentos y las hace menos propensas a sacar a sus hijos de la escuela (Hallegatte et al., 2017).

Al mismo tiempo, es necesario mejorar los sistemas y programas de protección social para que sirvan mejor a los fines de la adaptación. Los cuales, por un lado, suelen excluir a los hogares pobres. Y, a menudo, tienen como requisito tener un empleo formal, lo que constituye una enorme barrera para las personas pobres en América Latina y el Caribe, donde el 59% de la población activa tiene un empleo informal (Saget et al., 2020). Los programas destinados a aliviar la pobreza, como los programas de transferencias monetarias no contributivas, también presentan mala cobertura. En la región, las transferencias monetarias solo cubren en promedio al 56% de la población en situación de extrema pobreza. Llegar a las zonas rurales remotas, donde viven muchos pobres, es especialmente difícil. Además, las cantidades transferidas son inadecuadas, ya que solo representan el 30% de la brecha de pobreza, es decir, la cantidad de ingresos adicionales que los receptores deberían

recibir para ser considerados no pobres (Stampini et al., 2021). Mejorar la cobertura y la adecuación de la protección social es un primer paso para que los hogares sean más resilientes.

Una segunda mejora necesaria es flexibilizar los programas para que puedan ampliarse rápidamente y proporcionar ayuda a las personas afectadas por fenómenos meteorológicos extremos. Esto significa desembolsar mayores cantidades a más beneficiarios (gráfico 8.1) y requiere ajustes a distintos niveles (Beazley et al., 2019; Williams and Gonzales, 2020; Costella et al 2023; Bagolle et al 2023). A nivel de programas, los gobiernos deben establecer de antemano normas y criterios (como la declaración de un desastre natural) que desencadenen transferencias extraordinarias, así como criterios y mecanismos para determinar los beneficiarios (basados, por ejemplo, en los ingresos, la actividad económica o la composición del hogar). Las simulaciones numéricas demuestran que es más seguro incluir a demasiada gente que insistir en cumplir criterios exclusivos a costa de excluir a algunos hogares cuando más ayuda necesitan (Hallegatte et al., 2017). Sin embargo, es importante que los montos y la duración de las transferencias monetarias de emergencia se fijen de antemano, con cláusulas automáticas de caducidad, para garantizar la sostenibilidad fiscal.

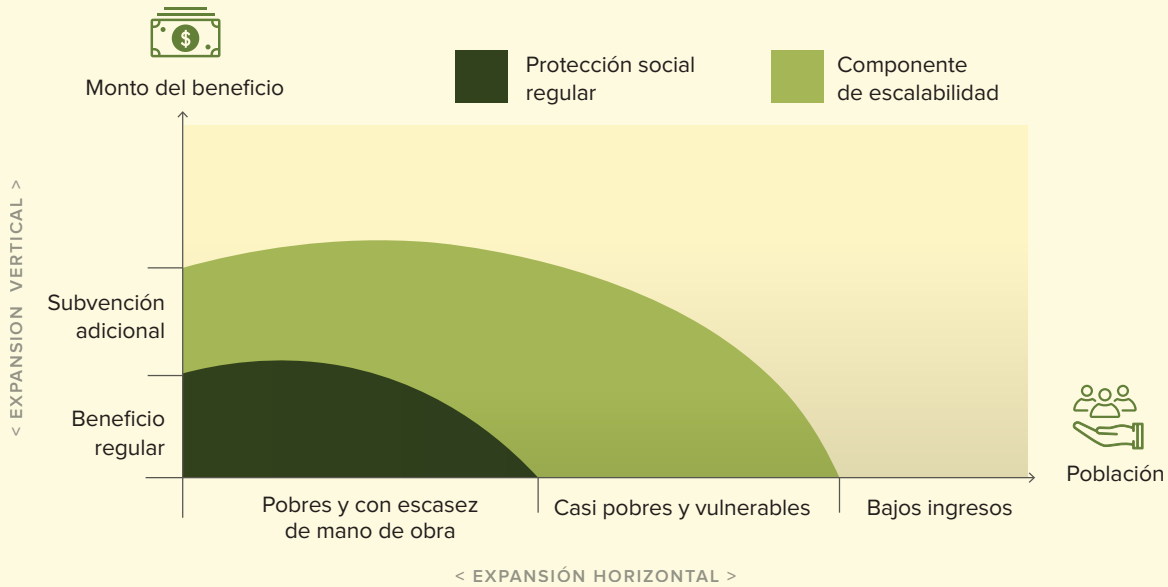
A nivel operativo, es fundamental profundizar en los registros sociales. Los registros existentes deberían ampliarse más allá de la población tradicional de los programas de protección social (hogares en situación de pobreza) para incluir a las poblaciones vulnerables cercanas a la línea de pobreza y otras categorías de población en situación de riesgo (por ejemplo, los agricultores). La información socioeconómica contenida en los registros sociales debería integrarse con otras fuentes de información relacionadas con la exposición de los hogares a las amenazas climáticas, y los gobiernos deberían asegurarse de que la información se actualice con frecuencia. Los registros también deben incluir números de cuentas bancarias o de banca móvil, cuando proceda, para garantizar que el gobierno pueda utilizar una combinación de canales de pago digitales y presenciales (Costella et al., 2023).

En el plano financiero, los gobiernos deben garantizar la disponibilidad de fondos. Los fondos de reserva del gobierno, el financiamiento contingente y los seguros del gobierno son todos rápidamente accionables durante las emergencias (Hallegatte et al., 2017).<sup>9</sup> En términos más generales, los gobiernos tendrán que garantizar el presupuesto para mantener

<sup>9</sup> Capítulo 9: Adaptar las finanzas públicas y privadas para el financiamiento de la adaptación.

GRÁFICO 8.1

### Ampliación de la protección social tras un desastre con más dinero para llegar a más personas



Source: Based on O'Brien et al 2018

una cobertura adecuada de los programas regulares de transferencia monetaria (Galindo et al., 2022). Una opción es reducir los subsidios energéticos, que costaron el 1,1% del PIB en la región en 2018 (Conte Grand, Rasteletti y Muñoz, 2022) y son hasta seis veces más caros que las transferencias monetarias por dólar desembolsado a los hogares pobres (Feng et al., 2022). Otra opción es orientar mejor los programas de protección social existentes excluyendo a los hogares con ingresos más altos (Vogt-Schilb et al., 2019).

Por último, a nivel de gobernanza, es necesario desarrollar nuevos procesos, procedimientos y marcos regulatorios (Costella et al., 2023). Los marcos deben especificar las funciones y responsabilidades de los agentes de protección social tras los desastres naturales. También deben establecer mecanismos de coordinación con las organizaciones de gestión de riesgos y de ayuda humanitaria.

# Referencias

- Alderman, H., J. Hoddinott, and B. Kinsey. (2006). "Long Term Consequences of Early Childhood Malnutrition." *Oxford Economic Papers* 58: 450–74.
- Allen, F., A. Demirgüç-Kunt, L. F. Klapper, and M. S. Martínez Peria. 2012. "The Foundations of Financial Inclusion: Understanding Ownership and Use of Formal Accounts." Policy Research Working Paper 6290, World Bank.
- Andrews, Colin; de Montesquiou, Aude; Arevalo Sanchez, Ines; Dutta, Puja Vasudeva; Paul, Boban Varghese; Samaranyake, Sadna; Heisey, Janet; Clay, Timothy; Chaudhary, Sarang. 2021. *The State of Economic Inclusion Report 2021: The Potential to Scale*. World Bank.
- Baez, J. E., & Mason, A. (2008). *Dealing with climate change: household risk management and adaptation in Latin America*
- Baez, Javier and Santos Indhira. (2007). "Children's Vulnerability to Weather Shocks: A Natural Disaster as a Natural Experiment", Doctoral Dissertation, Maxwell School of Public Affairs (Syracuse University) and Kennedy School of Government (Harvard University)
- Bagolle, A., C. Costella, L. Goyeneche (2023). *Protección social y cambio climático: ¿cómo proteger a los hogares más vulnerables frente a las nuevas amenazas climáticas?* BID.
- Bastagli, F. (2014). "Responding to a Crisis: The Design and Delivery of Social Protection." Overseas Development Institute, London
- Bastagli, F., Hagen-Zanker, J., Harman, L., Barca, V., Sturge, G., Schmidt, T. and Pellerano, L. (2016). "Cash transfers: what does the evidence say. A rigorous review of programme impact and the role of design and implementation features". London: Overseas Development Institute.
- Beazley, R., Solórzano, A., & Barca, V. (2019). *Study on Shock Responsive Social Protection in Latin America and the Caribbean Summary of key findings and policy recommendations*. Oxford Policy Management in collaboration with the World Food Programme.
- Carter, M. R., P. D. Little, T. Mogue, and W. Negatu. 2007. "Poverty Traps and Natural Disasters in Ethiopia and Honduras." *World Development* 35: 835–56.
- Carter, M. R., and C. B. Barrett. 2006. "The Economics of Poverty Traps and Persistent Poverty: An Asset-Based Approach." *Journal of Development Studies* 42: 178–99.
- Clement, V., Rigaud, K.K., de Sherbinin, A., Jones, B., Adamo, S., Schewe, J., Sadiq, N., Shabahat, E., 2021. *Groundswell Part 2: Acting on Internal Climate Migration*.
- Cole, S., X. Gine, J. Tobacman, P. Topalova, R. Townsend, and J. Vickery. 2013. "Barriers to Household Risk Management: Evidence from India." *American Economic Journal: Applied Economics* 5: 104–35.
- Conte Grand, M., Rasteletti, A. and Muñoz, J.D., 2022. "Impuestos a los combustibles en la teoría y en la práctica." Banco Interamericano de Desarrollo.
- Costella, Cecilia; Diez, Ana; Beazley, Rodolfo; Alfonso, Mariana, 2023. *Shock-responsive social protection and climate shocks in Latin America and the Caribbean: Lessons from COVID-19*. IDB.
- Davies, Mark & Béné, Christophe & Arnall, Alexander & Tanner, Thomas & Newsham, Andrew & Coirolo, Cristina. (2013). *Promoting Resilient Livelihoods Through Adaptive Social Protection: Lessons from 124 Programmes in South Asia*. *Development Policy Review*. 31.
- Dercon, S. 2004. "Growth and Shocks: Evidence from Rural Ethiopia." *Journal of Development Economics* 74: 309–29
- Dercon, S., and C. Porter. 2014. "Live Aid Revisited: Long-Term Impacts of the 1984 Ethiopian Famine on Children." *Journal of European Economic Association* 12: 927–48.
- Emerick, K., A. de Janvry, E. Sadoulet, and M. H. Dar. 2016. "Technological Innovations, Downside Risk, and the Modernization of Agriculture." *American Economic Review* 106: 1537–61.
- Fay, M. 2005. *The Urban Poor in Latin America*. *Directions in Development Series*. Washington, DC: World Bank.
- Feng, K., Hubacek, K., Liu, Y., Marchán, E., Vogt-Schilb, A., 2018. *Efectos distributivos de los impuestos a la energía y de la eliminación de los subsidios energéticos en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Galindo Paliza, L.M., Hoffman, B. and Vogt-Schilb, A., 2022. *¿Cuánto costará lograr los objetivos del cambio climático en América Latina y el Caribe?* Banco Interamericano de Desarrollo.
- Green, R., L. Cornelissen, A. D. Dangour, R. Turner, B. Shankar, M. Mazzocchi, and R. D. Smith. 2013. "The Effect of Rising Food Prices on Food Consumption: Systematic Review with Meta-regression." *BMJ* 346: f3703
- Hallegatte, Stephane; Bangalore, Mook; Bonzanigo, Laura; Fay, Marianne; Kane, Tamaro; Narloch, Ulf; Rozenberg, Julie; Treguer, David; Vogt-Schilb, Adrien. 2016. *Shock Waves : Managing the Impacts of Climate Change on Poverty*. World Bank.

- Hallegatte, S., M. Bangalore, and M. A. Jouanjean. 2016. "Higher Losses and Slower Development in the Absence of Disaster Risk Management Investments." Policy Research Working Paper 7632, World Bank
- Hallegatte, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Bangalore, Mook; Rozenberg, Julie. 2017. *Unbreakable : Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. World Bank.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2020. *Adaptation Principles : A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience*. World Bank
- Hoddinott, J. 2006. "Shocks and Their Consequences across and within Households in Rural Zimbabwe." *Journal of Development Studies* 42: 301–21.
- IDB and ECLAC (2021) Evaluación de los efectos e impactos de la tormenta tropical Eta y el huracán Iota en Honduras. IDB and United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean.
- Jensen, R. 2000. "Agricultural Volatility and Investments in Children." *American Economic Review*.
- Krishna, A. 2006. "Pathways Out of and into Poverty in 36 Villages of Andhra Pradesh, India." *World Development*, special issue: "Corruption and Development: Analysis and Measurement."
- Lall, S. V., and U. Deichmann. 2012. "Density and Disasters: Economics of Urban Hazard Risk." *World Bank Research Observer* 27: 74–105
- Lawrance, E. C. 1991. "Poverty and the Rate of Time Preference: Evidence from Panel Data." *Journal of Political Economy* 54–77.
- Macours, K., Premand, P., & Vakis, R. (2022). Transfers, Diversification and Household Risk Strategies: Can Productive Safety Nets Help Households Manage Climatic Variability? *The Economic Journal*.
- Morris, S. S., Neidecker-Gonzales, O., Carletto, C., Mungui a, M., Medina, J. M., & Wodon, Q. (2002). Hurricane Mitch and the livelihoods of the rural poor in Honduras. *World development*.
- Moser, C., and A. Felton. 2007. "Intergenerational Asset Accumulation and Poverty Reduction in Guayaquil, Ecuador, 1978-2004." *Reducing Glob. Poverty Case Asset Accumul.* 15–50
- Moser, C. O. N. 2008. *Reducing Global Poverty: The Case for Asset Accumulation*. Washington, DC: Brookings Institution Press
- Newsome, M., 2023. How an Indigenous community in Panama is escaping rising seas. *Science News*.
- Nkedianye, D., J. de Leeuw, J. O. Ogutu, M. Y. Said, T. L. Saidimu, S. C. Kifugo, D. S. Kaelo, and R. S. Reid. 2011. "Mobility and Livestock Mortality in Communally Used Pastoral Areas: The Impact of the 2005–2006 Drought on Livestock Mortality in Maasailand." *Pastoralism* 1: 1–17.
- ODI (Overseas Development Institute) and GFDRR (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery). 2015. "Unlocking the Triple Dividend of Resilience—Why Investing in DRM Pays Off."
- Park, R.J., Behrer, A.P. & Goodman, J. (2021) Learning is inhibited by heat exposure, both internationally and within the United States. *Nat Hum Behav* 5, 19–27
- Patankar, A. 2015. "The Exposure, Vulnerability and Adaptive Capacity of Households to Floods in Mumbai." Policy Research Working Paper 7481, World Bank.
- Peter, G. von, S. von Dahlen, and S. C. Saxena. 2012. "Unmitigated Disasters? New Evidence on the Macroeconomic Cost of Natural Catastrophes." BIS Working Paper No. 394, Bank for International Settlements.
- Rentschler, J. E. 2013. "Why Resilience Matters—The Poverty Impacts of Disasters." Policy Research Working Paper 6699, World Bank.
- Safir, A., S. F. A. Piza, and E. Skoufias. 2013. "Disquiet on the Weather Front: The Welfare Impacts of Climatic Variability in the Rural Philippines." Policy Research Working Paper 6579, World Bank.
- Saget, C, A Vogt-Schilb, and T Luu, 2020. El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Internacional del Trabajo.
- San Juan, Hoses and Martini (2014). *Aprendizaje en las escuelas del siglo XXI: Nota 5: Auditoría ambiental y condiciones de confort en establecimientos escolares*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- UNICEF (2016) One week after Hurricane Matthew, at least 300 schools damaged in Haiti, over 100,000 children miss out on learning. October 10th Press Release. United Nations Children's Fund.
- UNICEF (2021) The climate crisis is a child rights crisis: Introducing the Children's Climate Risk Index. United Nations Children's Fund.
- Ureta, Manuelita. (2005). "Hurricane Mitch, Family Budgets and Schooling in Nicaragua", manuscript, Department of Economics, Texas A&M University.
- Vakis, R., Kruger, D., and Mason, A. (2004). "Shocks and Coffee: Lessons from Nicaragua," draft, Human Development Department, Latin America and the Caribbean Region, World Bank.

- van Gelder, J.-L. 2010. "Tenure Security and Housing Improvement in Buenos Aires." *Land Lines* 33(1):126-146
- Vogt-Schilb, A., Walsh, B., Feng, K., Capua, L.D., Liu, Y., Zuluaga, D., Robles, M., Hubacek, K., 2019. Uso de transferencias monetarias para eliminar el impacto sobre la pobreza de un impuesto al carbono: Simulaciones para América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.
- WHO (World Health Organization). 2013. *Universal Health Coverage: Report by the Secretariat*.
- Williams, A. M., & Gonzalez, S. B. (2020). *Towards Adaptive Social Protection Systems in Latin America and the Caribbean: A Synthesis Note on Using Social Protection to Mitigate and Respond to Disaster Risk*. World Bank Group.
- World Bank 2015. "Another Nargis Strikes Everyday: Post-Nargis Social Impacts Monitoring Five Years On."
- World Bank. 2013. *World Development Report 2014: Risk and Opportunity—Managing Risk for Development*. World Bank.
- Yamano, T., H. Alderman, and L. Christiaensen. 2005. "Child Growth, Shocks, and Food Aid in Rural Ethiopia." *American Journal of Agricultural Economics* 87: 273–88.
- Ziegler, S., Segura, J.A., Bosio, M. and Camacho, K., 2020. *Rural connectivity in Latin America and the Caribbean: A bridge for sustainable development in a time of pandemic*.

CAPÍTULO 9.

# Adaptar las finanzas públicas y privadas para el financiamiento de la adaptación



# Autores

## Hipólito Talbot-Wright

ASESOR EN CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[hipolitot@iadb.org](mailto:hipolitot@iadb.org)

## Marco Buttazzoni

ESPECIALISTA SENIOR, GESTIÓN FISCAL  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[mbuttazzoni@iadb.org](mailto:mbuttazzoni@iadb.org)

## Gianleo Frisari

ECONOMISTA SENIOR, CONECTIVIDAD, MERCADOS Y FINANZAS  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

## Adrien Vogt-Schilb

ECONOMISTA SENIOR, CAMBIO CLIMÁTICO  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
[avogtschilb@iadb.org](mailto:avogtschilb@iadb.org)

Ilustración por Daniela Hernández

Cita sugerida: Talbot-Wright, H., Buttazzoni, M., Frisari, G., Vogt-Schilb, A., 2023. Adaptar las finanzas públicas y privadas para el financiamiento de la adaptación, en: Talbot-Wright, H., Vogt-Schilb, A. (Eds.), Con El Calor y El Agua al Cuello: Nueve Caminos Hacia Un Desarrollo Resiliente al Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo.



## Adaptar las finanzas públicas y privadas para el financiamiento de la adaptación

El cambio climático representa un riesgo para las finanzas públicas y privadas. Los fenómenos meteorológicos extremos pueden aumentar los gastos de alivio en caso de desastres y reducir los ingresos fiscales. Los fenómenos climáticos también causan pérdidas a las empresas e impagos de préstamos que pueden propagarse por toda la economía. Al mismo tiempo, la adaptación de la infraestructura, la agricultura y los sistemas sociales requiere grandes inversiones tanto por parte de los gobiernos como de los actores privados. Los gobiernos pueden utilizar herramientas fiscales como el crédito contingente, los bonos verdes y las reformas de impuestos ambientales para gestionar el riesgo climático y financiar la adaptación. También deben actualizar las normas de contratación e inversión de tal forma que se tome en cuenta el riesgo climático. Las regulaciones financieras, como la divulgación del riesgo climático y las pruebas de resistencia, pueden reducir el riesgo de propagación al tiempo que incentivan la adaptación. Los bancos centrales deberían integrar los factores climáticos en las carteras y la política monetaria. La ampliación de la inclusión financiera, mediante el acceso a seguros y ahorros, reduce la dependencia de los hogares de la ayuda posdesastre. Es fundamental mejorar la coordinación entre los organismos financieros, ambientales y sectoriales. El desarrollo de herramientas como estrategias financieras climáticas, taxonomías de inversión y rastreadores de gasto climático contribuye a la planificación y evaluación. Por último, solo una transición ordenada hacia las cero emisiones netas puede contener realmente los riesgos climáticos.

## El cambio climático conlleva riesgos físicos y de transición

Las finanzas públicas y privadas se ven amenazadas por dos tipos de riesgos del cambio climático (TCFD, 2017; Delgado et al., 2021). *Los riesgos de transición* son el primer tipo y están asociados con cambios en las políticas, innovación en tecnología disruptiva y lo que sienten inversores y consumidores frente a actividades incompatibles con la transición hacia una economía mundial con cero emisiones netas. Por ejemplo, a medida que la preferencia de los consumidores se desplace hacia los vehículos eléctricos y los propietarios de los generadores de energía favorezcan las energías renovables frente a los combustibles fósiles, es probable que disminuya la demanda mundial de petróleo y gas. Esto mermará los beneficios de las empresas de combustibles fósiles y los ingresos fiscales de los gobiernos. En América Latina y el Caribe, de aquí a 2035 podrían perderse por esta vía entre uno y tres billones de dólares en derechos de petróleo y gas (Solano-Rodríguez et al., 2021; Welsby et al., 2021).

Este capítulo se centra en un segundo tipo de riesgo, llamado *riesgo físico*. Se trata de los riesgos relacionados con los fenómenos meteorológicos extremos y los de evolución lenta. Entre 2000 y 2019, 110 tormentas afectaron a América Latina y el Caribe, causando daños por valor de USD\$ 39.000 millones, principalmente en el Mar Caribe (Frisari, 2022). Durante el mismo periodo, las inundaciones causaron daños por un valor de USD\$ 26.000 millones y las sequías por un valor de USD\$ 13.000 millones. Es probable que estas cifras aumenten por los efectos del cambio climático. Los fenómenos de evolución lenta, como se muestra en los capítulos anteriores, también afectarán la agricultura, la infraestructura, las ciudades y los sistemas sociales, amenazando con generar costos adicionales para los gobiernos, las empresas y los hogares.

## Política fiscal para gestionar el riesgo climático

Los fenómenos meteorológicos extremos pasan factura a las finanzas públicas. Tras los grandes desastres, se espera que los gobiernos gasten en ayuda de emergencia para sus poblaciones afectadas (Delgado et al., 2021). Normalmente deben pagar la reconstrucción de infraestructuras e instalaciones públicas. Si las empresas públicas o los bancos nacionales se ven afectados de manera significativa, se espera que los gobiernos los rescaten. Esta expectativa también puede extenderse a las empresas privadas de importancia económica, política o cultural. Los gobiernos también sufren a raíz de la reducción de los ingresos fiscales al caer la producción durante algunos meses o años. En la región, la ocurrencia de al menos un fenómeno meteorológico extremo al año puede aumentar el déficit fiscal entre un 0,8% y un 0,9% del PIB (Alejos, 2018).

### Financiamiento de los costos de los eventos meteorológicos extremos

Al evaluar la sostenibilidad fiscal, el erario debe tratar la ayuda y la reconstrucción como un pasivo contingente y estar preparado para ello. Dadas las incertidumbres del cambio climático que afectan los sistemas financieros, los responsables de las decisiones necesitan análisis para anticiparse a los riesgos. Al explorar diversos escenarios sobre cómo podrían materializarse los riesgos climáticos,<sup>1</sup> los gobiernos pueden anticiparse a las repercusiones climáticas y gestionar las posibles obligaciones fiscales en lugar de abordarlas de manera reactiva como aseguradoras de último recurso (Delgado et al., 2021).

Una serie de instrumentos financieros puede ayudar a los países a gestionar esa responsabilidad. Cada

<sup>1</sup> Ver Toma de Decisiones bajo Incertidumbre en el capítulo 1.

día, en algún lugar de la región, una inundación relativamente pequeña causa daños en edificios, carreteras y otras infraestructuras. Los gobiernos pueden recurrir a la (re)asignación presupuestaria, los fondos de contingencia y los fondos de reserva para absorber las pérdidas derivadas de fenómenos de bajo impacto con una probabilidad de ocurrencia media-alta. Deberían autorizar previamente los gastos para los esfuerzos de socorro y reconstrucción en sus presupuestos nacionales y subnacionales a fin de evitar la necesidad de rehacer un presupuesto tras los desastres.

En el caso de desastres de baja probabilidad e impacto medio-alto, como los incendios forestales graves, otra opción de retención de riesgos son los créditos contingentes. Los créditos contingentes son préstamos concertados antes del desastre a fin de facilitar liquidez poco después de su ocurrencia. Por ejemplo, la Facilidad de Crédito Contingente para Emergencias Causadas por Desastres Naturales (CCF, por su sigla en inglés) del BID emite préstamos que se activan con desencadenantes paramétricos predefinidos, como el tipo, la ubicación y la intensidad de un desastre natural (Lewis et al., 2023). Es importante destacar que estos préstamos también incluyen incentivos para reducir los riesgos y mejorar la gestión del riesgo de desastres, que a menudo son más importantes que la liquidez per se. Hasta noviembre de 2022, doce países de la región habían suscrito préstamos por valor de USD\$ 2.600 millones para cubrir riesgos climáticos. Otras instituciones, como el Banco Mundial y el FMI ofrecen préstamos similares.

En el caso de fenómenos de muy baja probabilidad y muy alto impacto, como huracanes catastróficos, las opciones de transferencia de riesgo incluyen, por un lado, los seguros, especialmente para proteger las infraestructuras críticas, y por el otro, los bonos de desastres y los grupos de riesgo (BMZ, 2022, Cissé 2021). Estos instrumentos suelen ser caros. El gobierno de Chile ha emitido bonos y swaps por valor de USD\$ 630 millones reembolsables con ciertas condiciones en caso de terremoto, por los que paga una prima anual del 4,75% de dicho monto (Ministry of Finance of Chile, 2023a). Asimismo, recientemente el gobierno de Nicaragua se suscribió al Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility, que proporciona rápidamente recursos al país en caso de que se vea afectado por un fenómeno meteorológico extremo.

Las cláusulas de resiliencia climática de la deuda pública, a menudo denominadas “cláusulas huracán”, pueden ayudar a los países a gestionar las consecuencias macroeconómicas de fenómenos de gran magnitud. Permiten a los prestatarios retrasar los reembolsos durante unos años después de la ocurrencia de un fenómeno de gran impacto como un huracán. Y lo que es más importante, los préstamos suelen estar condicionados a la mejora de las regulaciones presupuestarias y sectoriales para mejorar la preparación ante desastres. Las Bahamas y Barbados han contraído préstamos con el BID que tienen cláusulas de este tipo (Lewis et al., 2023). Las empresas privadas también utilizan cláusulas similares (Meirovich et al., 2022).

En la 27ª conferencia anual de la ONU sobre cambio climático se decidió ofrecer ayuda financiera a los países en desarrollo más afectados por el cambio climático. Este apoyo se destina específicamente a pérdidas y daños, que pueden deberse a fenómenos meteorológicos extremos o a impactos del cambio climático de evolución lenta. Se ha creado un comité para elaborar los detalles de este financiamiento, pero aún no se sabe cómo repercutirá la decisión en los países de la región.

La inclusión financiera reduce la necesidad de ayudas públicas. Las cuentas bancarias y los activos financieros ayudan a mantener los ahorros fuera de peligro, mientras que los ahorros en especie, como el ganado y la vivienda, pueden desaparecer debido a desastres naturales (Hallegatte et al., 2017). Los seguros privados permiten a los hogares y las empresas transferir el riesgo, dándoles acceso a recursos para financiar la reconstrucción. Por ejemplo, los seguros indexados a las condiciones meteorológicas pagan en función de variables fácilmente observables, como las precipitaciones. Esto puede llevar la cobertura de la transferencia de riesgos a los agricultores más pequeñas y pobres al reducir los costos de administración (Lema al., 2023).<sup>2</sup> La contrapartida es que los pagos no están directamente vinculados a las pérdidas, lo que significa que algunos agricultores sufrirán pérdidas y no serán compensados, mientras que otros serán compensados sin sufrir pérdidas. Los gobiernos deben establecer y hacer cumplir normas de calidad para los productos de seguros paramétricos (Cissé 2021).

<sup>2</sup> Ver el Capítulo 2: Replantando la biodiversidad y replanteando la alimentación.

Los más vulnerables suelen carecer de acceso a productos formales de ahorro, préstamo o seguros. Entre las razones figuran los costos de mantener una cuenta, la falta de documentación, no tener acceso a una sucursal y los costos de las transacciones. Al eliminar estas barreras, los gobiernos deberían desempeñar un papel clave en la promoción de la inclusión financiera.

## Financiamiento de la adaptación

La mejor manera de reducir la necesidad del financiamiento de riesgos a posteriori es reducir el riesgo en primer lugar. Los recursos privados son cruciales para financiar la reducción de riesgos, pero los incentivos erróneos, la información insuficiente y las onerosas regulaciones suelen obstaculizar el gasto privado en materia de adaptación (CPI, 2023; Delgado et al., 2021). Los capítulos anteriores muestran cómo los gobiernos pueden actualizar las regulaciones, utilizar incentivos económicos y gastar mejor para aliviar estas barreras.

Los gobiernos también pueden actualizar las normas de inversión pública para asegurarse de que los nuevos proyectos tengan en cuenta los riesgos climáticos. Los sistemas nacionales de inversión pública, a través de los cuales la mayoría de los países de la región regulan los proyectos de infraestructura, pueden actualizarse para que exijan un análisis del riesgo de desastres para dar luz verde a nuevos proyectos (Delgado et al., 2021). En Jamaica, la Public-Private Partnership Policy (política de la alianza público-privada) ordena la integración de los riesgos climáticos en las diferentes fases del ciclo del proyecto, de modo que se tengan en cuenta los impactos climáticos que puedan surgir durante la vida prevista del proyecto (Frisari et al., 2020). En Panamá, el Ministerio de Ambiente ha publicado orientaciones para garantizar que el riesgo climático y la adaptación al mismo se tengan en cuenta en la evaluación, el diseño y la estructuración financiera de las inversiones públicas (Ministerio de Ambiente de Panamá, 2020).

Los gobiernos deben incluir consideraciones de adaptación al clima en los procesos de contratación pública. Un problema común es que las normas de contratación pública suelen dar prioridad a la minimización de los costos de compra, descuidando el mantenimiento futuro y los costos relacionados con el clima. Para evitar esto, los gobiernos pueden incluir exigencias ambientales en las especificaciones técnicas, la selección de contratos, los criterios de

adjudicación, las cláusulas de ejecución de contratos y los productos de referencia (Delgado et al., 2023). Para avanzar en este proceso se utilizan dos herramientas: la primera es el *Marco de Evaluación de la Gestión de las Finanzas Públicas para el Cambio Climático* (conocido como PEFA por sus siglas en inglés) y sirve para evaluar la preparación de los sistemas frente a los riesgos climáticos, garantizando que puedan adaptarse a posibles interrupciones. La segunda, que pertenece al módulo de sostenibilidad, es la Metodología para la Evaluación de los Sistemas de Contratación (conocido como MAPS por sus siglas en inglés) y se utiliza para destacar ámbitos de los procesos de contratación que pueden hacerse más respetuosos con el medio ambiente.

En términos más generales, la adaptación al cambio climático está vinculada al presupuesto público (Delgado et al., 2021, Hallegatte et al., 2019). Muchas de las adaptaciones comentadas en capítulos anteriores requieren gasto público, por ejemplo, para mejorar la redundancia de la red de transporte, sembrar y mantener vegetación que proteja contra inundaciones y olas de calor o reforzar los planes de protección social. Aunque algunas de ellas puedan parecer inasequibles a primera vista, un apoyo fiscal insuficiente a la gestión del riesgo climático puede resultar contraproducente, afectando negativamente el equilibrio presupuestario y la deuda pública. Presupuestar el mantenimiento es clave, ya que la falta de mantenimiento adecuado puede aumentar los costos de capital de la infraestructura en un 50% (Rozenberg and Fay, 2019).

Los gobiernos también pueden promover transformaciones de adaptación mediante la creación de fondos específicos. En Colombia, el 80% de los ingresos generados por el impuesto sobre el carbono, unos USD\$ 100 millones en 2022, se destina al fondo de sustentabilidad y resiliencia climática (Fondo para la Sustentabilidad y Resiliencia). Este fondo apoya la reducción y vigilancia de la deforestación, promueve la conservación de las fuentes de agua y fomenta la protección, preservación, restauración y uso sostenible de zonas y ecosistemas estratégicos (Talbot-Wright et al., 2023).

Por último, las reformas fiscales ambientales pueden ayudar a financiar la adaptación. En 2020, América Latina y el Caribe gastó USD\$ 60.000 millones, el 1,3% del PIB, en subvenciones a los combustibles fósiles (Parry, Black, and Vernon, 2021). Los gobiernos de todo el mundo destinan casi USD\$ 540.000 millones a apoyar a los productores agrícolas,

principalmente en los sectores bovino y lácteo. El 87% de esas ayudas se consideran ineficaces y poco equitativas. También generan riesgos relacionados con la contaminación, el fomento de dietas poco saludables y la falta de resiliencia debida a la elección de cultivos (FAO, UNDP, and UNEP, 2021). Estas subvenciones desincentivan la acción por el clima y suponen una carga para las finanzas públicas. Reformar este tipo de subvenciones al tiempo que se protege a los hogares pobres y a las empresas vulnerables debe ser una prioridad (Ahumada et al., 2023; Missbach et al., 2023).

### ¿Se ofrece recompensa? Bonos verdes y bonos vinculados a la sostenibilidad

En última instancia, el financiamiento de cualquier gasto público en adaptación procede del sistema fiscal general, y la mayor parte del gasto público en adaptación que requiera elevadas inversiones iniciales se financiará con deuda pública. Pero los gobiernos también pueden utilizar instrumentos financieros específicos destinados a la adaptación.

Un ejemplo de esto son los bonos verdes soberanos (Delgado et al., 2021). Los bonos verdes se emiten para financiar proyectos de sectores elegibles o con fines elegibles, como el refuerzo de infraestructuras públicas contra fenómenos meteorológicos extremos (CBI, 2022). Los inversores interesados en proyectos relacionados con el cambio climático pueden ofrecer condiciones ligeramente mejores para un bono verde (*greenium*) que para un bono convencional (Delgado et al., 2021). Pero los *greeniums* son pequeños en comparación con los diferenciales de los países y las variaciones diarias típicas de las tasas de mercado. Por ejemplo, Colombia emitió simultáneamente bonos verdes y convencionales en 2021 con condiciones financieras idénticas, y los bonos verdes cotizaron en promedio 0,1 puntos porcentuales por debajo de los convencionales (Hussain

2022). A modo de comparación, en el último año, los bonos colombianos cotizan entre 6 y 10 puntos porcentuales por encima de los bonos del Tesoro estadounidense.

Más allá de los *greeniums*, los bonos verdes obligan a los gobiernos a desarrollar planes claros de inversión en adaptación (Delgado et al., 2021). En Colombia, el marco de los bonos verdes incluye actividades para la conservación de los recursos naturales, como el agua y la biodiversidad; la gestión del riesgo climático en la agricultura, incluidos los sistemas de alerta temprana; y los edificios sostenibles (Ministry of Finance and Public Credit of Colombia, 2021). La emisión de bonos verdes en la región pasó de USD\$ 14.000 millones en septiembre de 2019 a USD\$ 30.000 millones en junio de 2021 (Green Finance LAC Platform 2022).

Otro ejemplo son los bonos vinculados a la sostenibilidad. En lugar de financiar proyectos específicos como hacen los bonos verdes, estos están vinculados a indicadores clave de rendimiento. Cuando el gobierno emite estos bonos, define objetivos para los años venideros. Establece penalizaciones que se pagarán a los suscriptores de los bonos si no consigue alcanzar dichos objetivos o, del mismo modo, una bonificación en caso de alcanzarlos. De este modo se crea un incentivo a largo plazo para utilizar las regulaciones y las inversiones para avanzar en los objetivos ambientales. Chile fue el primer país en emitir bonos ligados a la sostenibilidad en 2022. El país recaudó USD\$ 2.000 millones al tiempo que se comprometía a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a aumentar la producción de energías renovables hasta 2032 (Ministry of Finance of Chile, 2023b). Aún no se han emitido bonos vinculados a la sostenibilidad con objetivos de adaptación; los demás capítulos de este documento pueden servir de inspiración para diseñar indicadores de resultados orientados a la adaptación.

# Promover un sector financiero resiliente

## Sorpresas y reacciones en cadena

Un problema clave del riesgo físico es que puede propagarse y generar reacciones en cadena a través del sistema financiero. Las empresas y los hogares pueden estar directamente expuestos a riesgos físicos, por ejemplo, si poseen bienes inmuebles en una zona costera amenazada por el aumento del nivel del mar. Un banco situado a cierta distancia de la costa también puede estar expuesto al riesgo del aumento del nivel del mar si su cartera incluye hipotecas sobre bienes inmuebles costeros (Brunetti et al., 2021). En Brasil, el impacto del cambio climático en sequías, inundaciones y olas de calor de aquí a 2050 podría aumentar la morosidad un 12%, reducir los depósitos entre un 3% y un 22% y contraer el crédito en torno a un 23% (Asuncao et al, 2023). En Colombia, la Superintendencia Financiera descubrió que las inundaciones provocadas por el cambio climático podrían aumentar las pérdidas crediticias entre un 0,2% y un 2,2% del total de activos bancarios para 2080 (FSB, NGFS 2022).

Es posible que el sector financiero no esté previendo todo el alcance de los riesgos físicos (Brunetti et al., 2021; Grippa et al., 2019). Debido a los cambios en la intensidad, frecuencia y localización de los fenómenos extremos, como sequías y tormentas, es posible que los modelos de riesgo financiero existentes no identifiquen los nuevos riesgos. Por ello, algunos activos pueden tener un precio superior al que sugeriría una comprensión exacta de su exposición a los riesgos físicos. Cuando se utilizan como garantía, estos activos podrían generar más deuda de la que sería óptima, aumentando así el riesgo para los prestamistas (Brunetti et al., 2021). Por ejemplo, un banco que mantiene hipotecas puede parecer que tiene balances saneados cuando el riesgo de impago de las hipotecas se evalúa a partir de datos pasados. Pero si el aumento del riesgo de huracanes implica más impagos en el futuro, el banco puede quebrar.<sup>3</sup> Esto podría generar reacciones en cadena: las empresas y los hogares que recurren a ese banco podrían perder sus ahorros, a menos que el gobierno o el banco central decidan rescatar al banco, repartiendo el

costo entre los contribuyentes o los tenedores de la moneda nacional.

Además, el riesgo físico puede reducir la diversificación de las carteras de inversores, aseguradoras y reaseguradoras. Esto se debe a que los riesgos de incendios forestales, inundaciones y aumento del nivel del mar pueden cambiar rápidamente y afectar muchos tipos de activos al mismo tiempo (Brunetti et al., 2021). Esto puede dar lugar a riesgos sistemáticamente correlacionados en toda la economía y el sistema financiero, reduciendo la precisión de los modelos que estiman los riesgos en las instituciones financieras apalancadas.

Las aseguradoras, en respuesta al aumento de la exposición de sus clientes, pueden subir los precios o limitar la cobertura (lo que a veces se conoce como “retirada de la aseguradora”). En California, muchos proveedores de seguros de vivienda han dejado de cubrir el riesgo de incendios forestales. Esto deja a muchas empresas y hogares sin seguro, lo que los deja más expuestos a los efectos del cambio climático (Collier et al, 2021; Grippa et al., 2019; Brunetti et al., 2021). Además, el cambio climático aumenta los costos para las aseguradoras. Las aseguradoras cobran primas a los asegurados e invierten esos fondos en diversos activos, como acciones, bonos e inmuebles. Pero según un estudio, más del 35% de las inversiones de las aseguradoras en todo el mundo están expuestas a riesgos físicos o de transición (IAIS, 2021). En distintos escenarios de cambio climático, las aseguradoras podrían perder entre el 7% y el 50% de su capital disponible para cubrir siniestros.

Por último, el riesgo climático es un problema para los bancos centrales. Pone en peligro sus objetivos de promover el crecimiento, controlar la inflación y garantizar la estabilidad financiera del sistema (NGFS, 2021; Frisari et al., 2019). Como en el caso de las aseguradoras, los bancos centrales deben preocuparse por los riesgos climáticos no solo en los sistemas bancario y monetario de la economía que supervisan, sino también en sus propios balances (NGFS, 2021).

<sup>3</sup> Ver también [Toma de Decisiones bajo Incertidumbre en el capítulo 1](#).

## Diagnóstico del riesgo financiero

El primer paso para gestionar el riesgo es evaluarlo. La Network for Greening the Financial System (NGFS), una red de supervisores y bancos centrales, que encabeza la respuesta financiera al riesgo climático a escala mundial, ha utilizado los llamados modelos de evaluación integrada para evaluar los riesgos físicos y de transición del sistema financiero mundial en seis escenarios de cambio climático (NGFS, 2023). Una de las principales deficiencias de estos modelos es que ofrecen una cobertura geográfica limitada; por ejemplo, suelen agrupar a todos los países en América del Sur, restringiendo gravemente su capacidad para evaluar el riesgo físico a una escala relevante.

Los gobiernos también pueden evaluar directamente el riesgo para los activos físicos y transmitir esta información al público (Frisari et al., 2019). En Chile, el Ministerio del Medio Ambiente desarrolló la plataforma ARCLim, donde se recopilan y ponen a disposición de la sociedad datos sobre la exposición y vulnerabilidad de los activos físicos ante diferentes escenarios de cambio climático (Pica-Tellez et al., 2020). Dado que el cambio climático futuro es muy incierto, los modelos financieros y físicos nunca evaluarán con precisión el riesgo, y los responsables de la toma de decisiones deben basarse en una amplia gama de escenarios.<sup>4</sup>

Los bancos centrales también deberían incorporar los riesgos climáticos en sus modelos y en sus análisis sobre cómo llevar a cabo la política monetaria, incluso utilizando escenarios climáticos prospectivos (Frisari et al., 2019; Grippa et al., 2019; NGFS, 2021). Por ejemplo, la Autoridad Bancaria Europea llevó a cabo un proyecto piloto en toda la UE con el objetivo de cartografiar la exposición de los bancos al riesgo climático y estimar la proporción de activos vulnerables al mismo (EBA 2020). El Banco Central Europeo ha incluido pruebas de resistencia climática en sus actividades anuales de supervisión bancaria con el fin de identificar la exposición de los bancos a los riesgos climáticos (ECB, 2022).

Los grupos de trabajo institucionalizados pueden ayudar a ampliar la comprensión de estos riesgos por parte del sistema financiero e identificar las mejores prácticas en el sector (Jaramillo et al., 2023). Por ejemplo, Chile organizó una mesa redonda público-privada sobre financiamiento verde en la que actores del sector privado, el Ministerio de Hacienda, reguladores financieros y supervisores identificaron

buenas prácticas que contribuyen a elaborar directrices significativas. En Ecuador, la recién creada Iniciativa de Finanzas Sostenibles es una asociación público-privada-académica que busca catalizar los beneficios que las finanzas sostenibles y la inversión de impacto pueden aportar a la economía ecuatoriana.

## Evaluar, gestionar y divulgar los riesgos

Para reducir el riesgo climático en las empresas y evitar su propagación, los gobiernos pueden exigir a las empresas que evalúen y divulguen con frecuencia sus riesgos climáticos y las medidas que han adoptado para hacerles frente (Frisari et al., 2019).

En 2017, un grupo de trabajo mundial de empresas e instituciones financieras, el Grupo de Trabajo sobre Divulgación Financiera Relacionada con el Clima (TCFD, por su sigla en inglés, recomendó que toda empresa o institución financiera que cotice en bolsa divulgue 11 elementos en materia de gobernanza, estrategia, opciones de gestión de riesgos, métricas y objetivos que utilice para evaluar los riesgos y oportunidades relacionados con el clima (Recuadro 9.1).

Los gobiernos exigen cada vez más a las empresas financieras que revelen los riesgos climáticos y apliquen prácticas para gestionarlos. A estas empresas se les puede exigir, por ejemplo, que mantengan un nivel seguro de liquidez estructural para minimizar los riesgos de quiebra. Las grandes empresas pueden estar obligadas a aplicar buenas prácticas como las recomendadas por el TCFD (Delgado et al., 2021, Frisari et al., 2019).

Once países de la región han puesto en marcha en los últimos años medidas de regulación o supervisión dedicadas al cambio climático (Frisari, 2022). En Chile y Colombia, por ejemplo, recientes regulaciones obligan a los emisores a incorporar el riesgo climático en su informe anual, siguiendo las recomendaciones del TCFD (CMF 2022; SFC, 2021). Otros países, como Costa Rica, República Dominicana, Honduras y México han publicado directrices para fomentar la divulgación voluntaria de información sobre sostenibilidad por parte de los emisores (Herrera et al., 2023).

Los bancos centrales también deberían revelar su exposición al riesgo climático y la estrategia para gestionar dicha exposición. En Brasil, la estrategia del Banco Central sigue las recomendaciones del TCFD.

<sup>4</sup> ww

**RECUADRO 9.1****Las 11 divulgaciones recomendadas por el TCFD en materia de oportunidades y riesgos climáticos**

Las divulgaciones recomendadas por el TCFD tienen por objeto proporcionar información útil a inversores y a otras partes interesadas en materia de gobernanza, estrategias, gestión de riesgos, métricas y objetivos de las empresas en relación con el cambio climático. La información recomendada es la siguiente:

**GOBERNANZA**

- Describa la supervisión por parte de la junta en materia de oportunidades y riesgos climáticos.
- Describa el papel de la dirección en la evaluación y gestión de oportunidades y riesgos climáticos.

**ESTRATEGIA**

- Describa las oportunidades y riesgos climáticos que la organización ha identificado a corto, mediano y largo plazo.
- Describa el impacto de oportunidades y riesgos climáticos en las actividades, la estrategia y la planificación financiera de la organización.
- Describa la resiliencia de la estrategia de la organización, teniendo en cuenta diferentes escenarios relacionados con el clima, incluido un escenario de 2° C o inferior.

Fuente: TCFD (2017)

**GESTIÓN DE RIESGOS**

- Describa los procesos de la organización para identificar y evaluar riesgos climáticos.
- Describa los procesos de la organización para gestionar riesgos climáticos.
- Describa cómo se integran los procesos de identificación, evaluación y gestión de riesgos climáticos en la gestión global de riesgos de la organización.

**MÉTRICAS Y OBJETIVOS**

- Divulgue los parámetros utilizados por la organización para evaluar oportunidades y riesgos climáticos en consonancia con su estrategia y su proceso de gestión de riesgos.
- Describa las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de Alcance 1, Alcance 2 y, si procede, Alcance 3, así como los riesgos relacionados.
- Describa los objetivos utilizados por la organización para gestionar oportunidades y riesgos climáticos y los resultados respecto a los objetivos.

Recientemente creó un comité de responsabilidad socioambiental de la organización y elaboró un informe sobre riesgos socioambientales y una política de responsabilidad. También está incluyendo consideraciones sobre el cambio climático en sus funciones de regulación y supervisión (BCB, 2023). Por ejemplo, desde 2020 exige que las entidades financieras desarrollen procesos y funciones para la gestión de riesgos climáticos y ha introducido divulgaciones obligatorias inspiradas en el Marco del TCFD. Los bancos centrales también pueden predicar con el ejemplo, integrando consideraciones de sostenibilidad en la gestión de sus carteras (Frisari et al., 2019;

Grippa et al., 2019; NGFS, 2021). Esto podría significar que se eviten las inversiones en activos expuestos a riesgos climáticos, o que se descuente su valor al evaluar los riesgos y rendimientos de los distintos activos de sus carteras.

El gobierno también puede obligar a las instituciones altamente reguladas, como los fondos de pensiones, a evaluar y gestionar los riesgos climáticos a la hora de invertir. En Chile, el gobierno obliga a los fondos de pensiones a integrar consideraciones sobre el riesgo climático en sus políticas y procesos de inversión, así como en sus sistemas de evaluación de riesgos (Frisari et al., 2019; Frisari, 2022).



# Se avecina una tormenta: necesidades de capacitación, planificación y coordinación

## Clasificar las actividades económicas y el gasto público

Los ministerios de finanzas pueden fomentar la transparencia y mejorar la información relacionada con el financiamiento de la lucha contra el cambio climático. Uno de los desafíos es que no existen definiciones establecidas de lo que implica la adaptación al clima. Esto puede dar lugar a un financiamiento insuficiente de la adaptación y al lavado de imagen verde, donde las actividades se presentan falsamente como beneficiosas para el medio ambiente cuando en realidad no lo son.

Para hacer frente a este problema, algunos ministerios están elaborando una taxonomía que clasifica las actividades en función de su contribución a los objetivos ambientales, incluida la adaptación. La Unión Europea fue pionera en este enfoque con su Taxonomía de Finanzas Sostenibles en 2020. Su principio fundamental es que, para que una actividad de inversión se considere sostenible, debe contribuir sustancialmente al menos a uno de los objetivos de la taxonomía, incluido el fomento de la adaptación al cambio climático, evitando al mismo tiempo daños significativos a cualquiera de los demás objetivos y cumpliendo las salvaguardias mínimas (Pettingale, 2022). Colombia, en 2022 y México, en 2023, han aprobado taxonomías nacionales que hacen hincapié en la adaptación al clima.

Los gobiernos también están desarrollando herramientas para saber qué parte de su presupuesto se destina al cambio climático. El principal desafío a la hora de contabilizar los gastos relacionados con el cambio climático es pasar de una clasificación económica o administrativa del presupuesto —es decir, según la institución, el programa o la finalidad administrativa (personal, operaciones, etc.)— a una clasificación funcional (gastos en cambio climático, género, reducción de la pobreza, etc.). El etiquetado de gastos del cambio climático puede ser una solución a corto plazo. Con el etiquetado de gastos, los gobiernos identifican, o “etiquetan”, los gastos según criterios definidos y permiten una clasificación presupuestaria paralela (Ferro et al., 2020). En Chile,

una revisión gubernamental de 729 iniciativas o programas en el presupuesto de 2021 encontró que 58 de ellos, con un valor combinado de casi USD\$ 1.000 millones, tienen un componente climático, con 22 relacionados con la adaptación y 16 que afectan tanto la adaptación como la mitigación (DIPRES, 2022).

El etiquetado de gastos también puede identificar el gasto que va en contra de los objetivos del cambio climático. Un estudio del BID reveló que Argentina, Colombia, Jamaica, México y Perú destinan entre el 1,1% y el 3,3% de sus presupuestos nacionales a acciones de lucha positiva contra el cambio climático. Sin embargo, estos países también invierten un porcentaje mayor, que oscila entre el 1,9% y el 8,6% de sus presupuestos, en programas que repercuten negativamente en los esfuerzos contra el cambio climático, como las subvenciones a los combustibles fósiles (Ferro et al., 2020).

## Planificación y coordinación de la política climática

No se pueden tomar medidas a partir de datos si no se cuenta con las competencias. Los formuladores de políticas públicas deben reconocer que los conocimientos necesarios para adaptar las finanzas al cambio climático van más allá de los conocimientos financieros tradicionales. Deben determinar con precisión las competencias críticas, evaluar las capacidades internas, identificar las lagunas de conocimientos, colmar dichas lagunas y desarrollar su capacidad para actuar frente al cambio climático.

Los ministerios de hacienda pueden elaborar estrategias financieras para esbozar sus objetivos climáticos y una hoja de ruta de políticas, regulaciones e inversiones para alcanzarlos (Jaramillo et al., 2023). Estas estrategias pueden utilizarse para comprometerse con un calendario de desarrollo de reformas fiscales ambientales, taxonomías verdes, clasificadores funcionales del gasto público y regulaciones de divulgación financiera. También pueden promover la cooperación internacional, servir de herramienta para el diálogo con los bancos multilaterales de desarrollo

y definir instancias de vinculación público-privada para identificar necesidades y acciones.

Lo ideal sería que las estrategias financieras estuvieran vinculadas a estrategias climáticas nacionales más amplias (Jaramillo et al., 2023). Por ejemplo, la Ley Marco del Cambio Climático en Chile fija los objetivos para lograr una economía resiliente al clima para 2050 y establece metas y responsabilidades para la mayoría de los ministerios, incluido el de Hacienda. Aunque cada ministerio debe perseguir sus propios objetivos de adaptación, los ministerios de Medio Ambiente y Hacienda son fundamentales para coordinar las medidas, obtener fondos y ratificar los objetivos ambientales y fiscales generales.

Por último, la mejor manera de reducir el riesgo climático es preparar una transición ordenada pero

rápida hacia las cero emisiones netas (Fazekas et al., 2022). Simulaciones recientes de los supervisores financieros muestran que la exposición de los mercados a los riesgos climáticos sería manejable en escenarios ordenados de transición a una economía con bajas emisiones de carbono. Pero seguir produciendo emisiones de gases de efecto invernadero empeoraría el cambio climático y produciría importantes pérdidas económicas y financieras derivadas de la materialización de riesgos físicos. Retrasar las políticas de descarbonización solo aumentaría los riesgos de la transición (FSB, NGFS 2022). Las estrategias nacionales deben tener como objetivo el desarrollo con bajas emisiones de carbono, además de la resiliencia climática.

# Referencias

- Ahumada, H., Espina-Mairal, S., Navajas, F. and Rasteletti, A., 2023. Effective Carbon Rates on Energy Use in Latin America and the Caribbean: Estimates and Directions for Reform. Technical Note. Inter-American Development Bank.
- Alejos, L. A. 2018. Three Essays in Public Finance in Developing Countries. Doctoral thesis, University of Michigan.
- Brunetti, C., Dennis, B., Gates, D., Hancock, D., Ignell, D., Kiser, E.K., Kotta, G., Kovner, A., Rosen, R.J. and Tabor, N.K., 2021. Climate change and financial stability. FEDS Notes
- CBI. 2022. Green Bond Database Methodology. Climate Bonds Initiative
- Cissé, J. D. (2021). Climate and Disaster Risk Financing Instruments: An Overview.
- CMF. (2021). Norma de Carácter General N°461. Modifica la estructura y contenido de la memoria anual de los emisores de valores y modifica y deroga normas que indica. Comisión para el Mercado Financiero de Chile.
- Collier, S. J., Elliott, R., & Lehtonen, T. K. (2021). Climate change and insurance. *Economy and Society*, 50(2), 158-172.
- DIPRES (2022). Gasto presupuestario total en materias relativas a cambio climático, año 2021. Revisión de la oferta programática e iniciativas de inversión. Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda de Chile.
- Delgado, R., Huáscar, E., Pereira, A. (2021). Política fiscal y cambio climático: experiencias recientes de los ministerios de finanzas de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Delgado, R., Eguino, H., Vogt-Schilb, A., Alejos, L., Pimenta, C., Harper, L., Edwards, G., & Rasteletti, A. (2023). Política fiscal para la resiliencia y la descarbonización: aportes al diálogo de políticas. Banco Interamericano de Desarrollo.
- EBA.2022. Mapping climate risk: Main findings from the EU-wide pilot exercise. European Banking Authority.
- ECB, 2023. 2022 climate risk stress test. European Central Bank.
- FAO, UNDP and UNEP. 2021. A multi-billion-dollar opportunity – Repurposing agricultural support to transform food systems. Food and Agriculture Organization, United Nations Development and Environment Programmes.
- Fazekas, A., Bataille, C., Vogt-Schilb, A., 2022. Prosperidad libre de carbono: cómo los gobiernos pueden habilitar 15 transformaciones esenciales. Banco Interamericano de Desarrollo.
- FSB, NGFS. “Climate Scenario Analysis by Jurisdictions: Initial findings and lessons.” Financial Stability Board (2022).
- Frisari, G. L., Gallardo, M., Nakano, C., Cárdenas, V., & Monnin, P. (2019). Sistemas financieros y riesgo climático: Mapeo de prácticas regulatorias, de supervisión y de industria en América Latina y el Caribe, y las mejores prácticas internacionales aplicables. Banco Interamericano de Desarrollo. Nota técnica, IDB-TN, 18.
- Frisari, G., Mills, A., Silva Zuniga, M., Donadi, E., Ham, M., Shepherd, C., Pohl, I. 2020. Improving Climate Resilience in Public Private Partnerships in Jamaica. Inter-American Development Bank
- Frisari, G., 2022. Scaling Up Sustainable Finance and Investment in the Global South: The case of Latin Marica and the Caribbean. In U Volz (editor), *Scaling Up Sustainable Finance and Investment in the Global South*. CEPR Press, London
- GRI, 2023. GRI Standards by language. <https://www.globalreporting.org/standards/download-the-standards/>. Global Reporting Iniciative.
- Grippa, P., Schmittmann, J., Suntheim, F., (2019). Climate change and financial risk. Finance and Development. International Monetary Fund.
- Hallegatte, Stephane; Vogt-Schilb, Adrien; Bangalore, Mook; Rozenberg, Julie. 2017. *Unbreakable : Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. Climate Change and Development. World Bank.
- Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. 2019. *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity*. Sustainable Infrastructure. World Bank.
- Herrera, Diego, Andrea Pradilla, Estefania Rubio, and Jaime Sarmiento, 2023. Divulgación (disclosure) de sostenibilidad y riesgos relacionados con el cambio climático en América Latina y el Caribe: hacia la transparencia en los mercados financieros verdes. Banco Interamericano de Desarrollo.
- IAIS (2021). The impact of climate change on the financial stability of the insurance sector. Global Insurance Market Report Special Topic Edition. Basel, Switzerland: International Association of Insurance Supervisors.
- Jaramillo, M., Delgado, R., Talbot-Wright, H., Torres, D. 2023. Estrategias financieras climáticas: análisis de experiencias internacionales. Banco Interamericano de Desarrollo.

- Lema, D., Gallacher, M., Galetto, A., Gastaldi, L., Gatti, N., 2023. Variabilidad climática y seguros paramétricos en la agricultura del Cono Sur. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Lewis, Amy, A Vogt-Schilb, A Fazekas, and H Talbot-Wright, 2023. Climate Change Sector Framework Document. Inter-American Development Bank.
- Meirovich, H., S. Gómez, and I. Araujo. 2022. Scaling Adaptation Finance in the Private Sector. Washington, D.C.: IDB Invest.
- Ministerio de Ambiente de Panamá. 2020. Guía técnica de cambio climático para proyectos de infraestructura de inversión pública. Ministerio de Ambiente del Gobierno de Panamá
- Ministry of Finance and Public Credit of Colombia. 2021. Colombia Sovereign Green Bond Framework. Ministry of Finance and Public Credit of Colombia.
- Ministry of Finance of Chile. 2021. Green Bonds. Allocation, Eligibility & Environmental Impact. 2020 report. Ministry of Finance of Chile.
- Ministry of Finance of Chile. 2023a. Ministerio de Hacienda finaliza contratación de seguro contra terremotos por US\$ 630 millones con el Banco Mundial. Retrieved from <https://www.hacienda.cl/noticias-y-eventos/noticias/hacienda-finaliza-contratacion-seguro-terremotos>
- Ministry of Finance of Chile. 2023b. Chile's Sustainability-Linked Bond Report. Ministry of Finance of Chile.
- Missbach, L., Steckel, J.C. and Vogt-Schilb, A., 2022. Transferencias monetarias en el contexto de reformas de fijación de precios del carbono en América Latina y el Caribe. Documento de trabajo del Banco Interamericano de Desarrollo.
- NGFS Scenarios Portal. (2023). Retrieved from <https://www.ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/explore/>
- Parry, I., S. Black y N. Vernon. 2021. Still Not Getting Energy Prices Right: A Global and Country Update of Fossil Fuel Subsidies.
- Pica-Téllez, A.; Garreaud, R.; Meza, F.; Bustos, S.; Falvey, M.; Ibarra, M.; Duarte, K.; Ormazábal, R.; Dittborn, R. & Silva, I.; 2020. Informe Proyecto ARCLim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.
- Pettingale, H., Maupeou, S., Reilly, P., FTI Consulting, (2022). EU Taxonomy and the Future of Reporting. Harvard Law School Forum on Corporate Governance.
- Rozenberg, J., and M. Fay. 2019. Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need While Protecting the Planet. World Bank.
- SFC (2021, December 31). Circular Externa 31 de 2021 Diciembre 2022: Instrucciones relativas a la revelación de información sobre asuntos sociales y ambientales, incluidos los climáticos. Superintendencia Financiera de Colombia.
- Solano-Rodríguez, B., Pye, S., Li, P.H., Ekins, P., Manzano, O. and Vogt-Schilb, A., 2021. Implications of climate targets on oil production and fiscal revenues in Latin America and the Caribbean. Energy and Climate Change, 2.
- Talbot-Wright, H., Delgado, R., Vogt-Schilb, A., Torres, D., Loo-Kung, R., 2023. Expectativas de los ministerios de hacienda, economía y finanzas sobre los precios al carbono y evidencia de su efectividad. Banco Interamericano de Desarrollo.
- TCFD, 2017. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Task Force on Climate-related Financial Disclosures.
- Welsby, D., Solano, B., Pye, S., Vogt-Schilb, A., 2021. Falsas expectativas: reservas de gas natural varadas y sus ingresos fiscales asociados en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.







El cambio climático ha llegado, poniendo en peligro vidas, ecosistemas y economías. *Con el calor y el agua al cuello* ofrece una mirada muy necesaria sobre cómo los países pueden adaptarse a esta nueva y dura realidad. Escrito para un público general en un lenguaje claro y no técnico, el libro examina las amenazas climáticas y las estrategias de adaptación sector por sector, centrándose en los retos específicos de América Latina y el Caribe.

¿Cómo pueden nuestras ciudades utilizar los humedales y los parques, así como otros elementos de planificación urbana, para protegerse de las inundaciones y los desprendimientos de tierra? ¿Qué puede hacerse para garantizar la salud y bienestar de las personas vulnerables durante olas de calor y epidemias? ¿Existen innovaciones en materia de energías renovables, seguridad alimentaria, transporte y política fiscal y financiera especialmente adaptadas a las nuevas circunstancias de la región? El libro aborda estas preguntas y muchas otras con un profundo análisis basado en tres principios fundamentales: la necesidad de soluciones flexibles para enfrentar la incertidumbre que conlleva el cambio climático; la interdependencia de los sectores; y la necesidad de reformar la gobernanza para garantizar una adaptación coordinada e integrada que haga hincapié en las comunidades locales y las partes interesadas.

Al desglosar el complejo tema de la adaptación climática en capítulos digeribles, *Con el calor y el agua al cuello* provee herramientas a ciudadanos, responsables políticos y líderes empresariales para construir sociedades prósperas y resilientes en medio de las perturbaciones climáticas, al tiempo que establece lecciones valiosas para un público mundial.