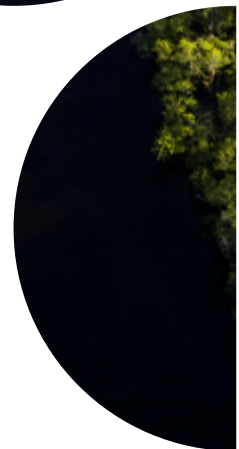
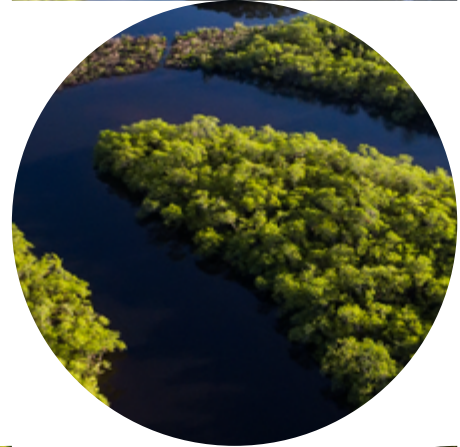
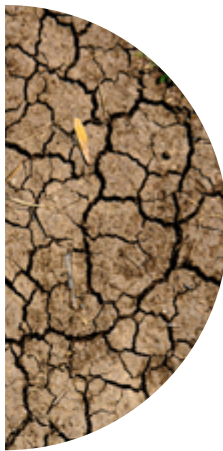


# Desafíos globales, soluciones regionales

América Latina y el Caribe frente  
a la crisis climática y de biodiversidad



Reporte de Economía  
y Desarrollo

**CAF** BANCO DE DESARROLLO  
DE AMÉRICA LATINA  
Y EL CARIBE



# Desafíos globales, soluciones regionales

América Latina y el Caribe  
frente a la crisis climática  
y de biodiversidad

Título:

Reporte de Economía y Desarrollo (RED) 2023

Desafíos globales, soluciones regionales:

América Latina y el Caribe frente a la crisis climática y de biodiversidad

Depósito Legal: DC2023001104

ISBN: 978-980-422-306-8

Editor CAF

Dirección de Investigaciones Socioeconómicas-Gerencia de Conocimiento.

Dirección de Comunicación Estratégica.

Las ideas y los planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

Los términos empleados y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de CAF en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Diseño gráfico: Estudio Bilder / Buenos Aires

Fotografías: Mike Erskine y Humphrey Muleba (portada), Tim Mossholder y Joel Vodell (contraportada), Filip Zrnzevic (p. 18), Rufus O'Dea (p. 80), Ruud Luijten (p. 140), Thomas Fatin (p. 177), David Troeger (p. 186), Markus Spiske (p. 206), Jonas Weckschmied (p. 264), Humberto Moreno-CAF Ecuador (p. 277).

Las restantes fotografías son del banco de imágenes CAF.

Esta y otras publicaciones digitales disponibles en [scioteca.caf.com](https://scioteca.caf.com)

© CAF-banco de desarrollo de América Latina y el Caribe- 2023

Todos los derechos reservados

Acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC-BY-NC-ND 4.0). Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



# Prólogo

Vivimos tiempos sensibles y turbulentos. Ya es usual hablar de la policrisis del siglo XXI, que está configurada, entre otros, por la desaceleración económica, la amenaza bélica y los desarrollos en materia tecnológica, a los que se suman el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. De todo lo anterior, es la amenaza climática la que pone más en jaque el bienestar de la humanidad y la continuidad de la vida en el planeta.

El progreso y el crecimiento económico han mejorado considerablemente los estándares de vida de la población mundial, pero lo han hecho a costa del consumo creciente de energía fósil, la transformación del suelo a gran escala y la sobreexplotación de los recursos naturales, desencadenando una crisis ambiental sin precedentes. El planeta está, como lo dijo el Secretario General de Naciones Unidas, en ebullición.

Las últimas décadas han hecho visible en América Latina y el Caribe la faceta más cruda de esta crisis. El drástico aumento de las temperaturas, la cantidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, las largas sequías, las inundaciones, los deslizamientos, la erosión costera y la acidificación de los océanos son escenarios cada vez más comunes para la población de la región. La degradación de los ecosistemas, además, se ha traducido en un deterioro de los servicios que la naturaleza aporta a las personas, comprometiendo la sostenibilidad del proceso de desarrollo y el bienestar de las generaciones venideras.

La respuesta a la crisis climática y la pérdida acelerada de biodiversidad implican nuevos desafíos para una región que todavía carga con la necesidad de incrementar la productividad, eliminar la pobreza y aumentar la equidad. Así, el fortalecimiento de la resiliencia de las economías frente a los riesgos del cambio climático, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero —en línea con lo establecido en el Acuerdo de París— y la restauración del capital natural constituyen ingredientes esenciales en la búsqueda de un nuevo modelo de desarrollo que ampare un crecimiento más inclusivo, resiliente y sostenible.

La presente edición del Reporte de Economía y Desarrollo (RED) analiza los desafíos y las oportunidades que la acción frente al cambio climático y la protección de los ecosistemas y la biodiversidad representan para América Latina y el Caribe. El reporte hace énfasis en tres mensajes de relevancia para todos los países: la importancia de la adaptación, la necesidad de contribuir a la mitigación global y la urgencia de preservar el capital natural como factor clave en el propio proceso de desarrollo.

También destaca que las políticas para enfrentar estos desafíos pueden variar en función de la diversidad de recursos y riesgos de cada país, con posibles tensiones entre objetivos contrapuestos y oportunidades de sinergias que es necesario aprovechar. Así, este documento busca contribuir a la discusión sobre las mejores alternativas de política pública para promover economías productivas con bajas emisiones de carbono, mayor inclusión social y un uso sustentable de los recursos naturales.

Las necesidades de financiamiento para cumplir con las metas de desarrollo, climáticas y de preservación de la biodiversidad son abrumadoras. Por ello, CAF —banco de desarrollo de América Latina y el Caribe se ha comprometido a aumentar el financiamiento verde al 40 % de sus aprobaciones para el 2026 y a ser una de las instituciones más activas de la región en la movilización de recursos de los principales fondos verdes y aliados internacionales.

Nuestra región posee una excepcional riqueza en términos de ecosistemas y biodiversidad, que incluye bosques y manglares, que acumulan la mayor capacidad de absorción de carbono del planeta, océanos y mares, ríos y fuentes de agua dulce, suelos aptos para proveer alimentos a la población mundial y un enorme potencial para la generación de energía limpia. Con el financiamiento adecuado, América Latina y el Caribe seguirá consolidándose como una región-solución en la lucha global frente a la crisis climática y de biodiversidad, promoviendo una mejor calidad de vida para las generaciones presentes y futuras de latinoamericanos y caribeños.

**Sergio Díaz-Granados**

Presidente Ejecutivo de CAF —banco de desarrollo de América Latina y el Caribe

# Reconocimientos

La elaboración del Reporte de Economía y Desarrollo (RED) es responsabilidad de la Dirección de Investigaciones Socioeconómicas de la Gerencia de Conocimiento de CAF-banco de desarrollo de América Latina y el Caribe. La edición y coordinación general de esta entrega estuvo a cargo de Pablo Brassiolo y Ricardo Estrada, con el apoyo de Florencia Buccari y la asesoría académica de Elisa Belfiori, Juan Pablo Montero y Sebastián Vicuña. El reporte se realizó bajo la supervisión de Ernesto Schargrodsky, Director de Investigaciones Socioeconómicas, en conjunto con Adriana Arreaza, Gerenta de Conocimiento encargada durante el período inicial de elaboración del trabajo, y Verónica Frisancho, Gerenta de Conocimiento.

La redacción del reporte fue responsabilidad de:

**Capítulo 1** Pablo Brassiolo y Sebastián Vicuña

**Capítulo 2** Juan Odriozola y Manuel Toledo

**Capítulo 3** Ricardo Estrada y Federico Juncosa

**Capítulo 4** Gustavo Fajardo

**Capítulo 5** Pablo Brassiolo, Ricardo Estrada y Ernesto Schargrodsky

El equipo de asistentes de investigación estuvo formado por Florencia Buccari, Matías Garibotti, Daniela Goyheix, Diego Pitetti, Agustín Staudt y Pilar Toyos. Ana Gerez realizó la revisión editorial y corrección de estilo.

Los capítulos se beneficiaron de documentos de investigación elaborados específicamente para esta publicación por el Centro de Cambio Global de la Universidad Católica de Chile, Florencia Airaudo, Facundo Danza, Alipio Ferreira, Jorge Hernán García, Marcela García, Pedro Hancevic, Juliana Helo Sarmiento, Gustavo Lagos, Eungik Lee, Jorge Higinio Maldonado, Teresa Molina-Millán, Rocío del Pilar Moreno-Sánchez, Juan Carlos Muñoz Mora, Héctor Núñez, Evi Pappa, David Peters, Alexander Pfaff, Ana Pirela Ríos, Leonie Ratzke, Jimena Rico-Straffon, Juan Rosellón, Cristian Salas, Heloisa Schneider, Hernan Seoane, Hayley Stevenson, Michael Tanner, Joaquín Vial y Zhenhua Wang.

El reporte se enriqueció gracias a los comentarios de Francisco Alpízar, Eduardo Cavallo, Marcelo Mena, Ricardo Raineri, María Priscila Ramos y Juan Pablo Rud; y de los siguientes funcionarios de CAF: Lian Allub, Fernando Álvarez, Guillermo Alves, Lucila Berniell, Cristian Bonavida, Martha Castillo, Brenda Ciuk, Jorge Concha, Walter Cont, Dolores de la Mata, Martin Finkelstein, René Gomez-García Palao, Alejandro Miranda, Alicia Montalvo, Daniel Ortega, Emil Rodríguez Garabot, Edgar Salas, Edgar Salinas, María Carolina Torres, Mauricio Velásquez y Federico Vignati.

# Índice general

# 1

Abreviaciones — 16

Introducción — 17

## **Cambio climático y biodiversidad: de las bases físicas a la perspectiva económica — 19**

**Mensajes clave — 20**

**Introducción — 23**

**Cambio climático y pérdida de biodiversidad: dos caras de la misma moneda — 25**

Bases físicas del cambio climático — 25

Ecosistemas, biodiversidad y su interrelación con el cambio climático y las actividades humanas — 33

**Impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe — 35**

Efectos de los cambios paulatinos en las características del clima — 36

Efectos de los eventos extremos relacionados con el cambio climático — 49

**Emisiones y captura de gases de efecto invernadero en América Latina y el Caribe — 55**

Contribución histórica de la región a la acumulación de carbono en la atmósfera — 55

Emisiones actuales de América Latina y el Caribe: cuánto, dónde y cómo — 56

Cobertura y uso del suelo y balance de carbono — 67

**Perspectiva económica del cambio climático, la pérdida de biodiversidad e implicaciones para la política climática y ambiental — 74**

Políticas públicas para hacer frente al cambio climático y la pérdida de biodiversidad — 75

Carácter global del fenómeno y el problema de la coordinación — 75

Costos y beneficios de la mitigación climática — 76

**Desafíos para las políticas climáticas y de conservación — 78**



# 2

## **Actividades económicas: sostenibilidad en la producción y el consumo** — 81

**Mensajes clave** — 82

**Introducción** — 85

**Emisiones e impacto medioambiental de los sectores** — 86

Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra — 88

Suministro de energía — 98

Otros sectores: transporte, industria y edificaciones — 106

**Precios al carbono** — 113

**Adaptación y mitigación en el sector agropecuario** — 117

Técnicas agropecuarias vinculadas al cambio climático — 117

Políticas para la adaptación en el sector ASOUT — 119

Retos de implementación en el sector de ASOUT — 120

Biocombustibles — 123

Cambios del lado de la demanda — 124

**Transición energética y mitigación en el sector energético** — 124

Generación eléctrica, fuentes renovables de energía y el rol del gas natural — 124

Transporte: electrificación y movilidad sustentable — 129

Soluciones del lado de la demanda — 132

Adaptación en el sector energético — 133

**Adaptación y mitigación en otros sectores económicos** — 135

Industria: sostenibilidad mediante reciclaje y reducciones en la demanda — 135

Turismo: sostenibilidad mediante la preservación de los ecosistemas — 136

Construcción: ciudades y edificios sustentables — 137

Minería: insumos para un futuro con energías renovables — 138

# 3

## **Ecosistemas y biodiversidad ante el cambio climático** — 141

**Mensajes clave** — 142

**Servicios ecosistémicos: claves para la respuesta al cambio climático y el desarrollo humano** — 145

Los servicios que la naturaleza aporta a las personas — 145

Actividad económica y degradación de los ecosistemas — 147

**Ecosistemas y biodiversidad en América Latina y el Caribe** — 150

Una región potenciada por su prominente biodiversidad — 150

Ecosistemas terrestres y sus servicios — 154

El rol de los ecosistemas costeros y marinos — 161

**Radiografía de la degradación de los ecosistemas y de sus causas** — 164

El cambio en el uso del suelo y otros canales de degradación de los ecosistemas — 167

Factores habilitantes — 179

**Políticas para la preservación y regeneración de los ecosistemas y la biodiversidad** — 183

Políticas de comando y control — 183

Mecanismos de mercado — 198

# 4

## **Política internacional del cambio climático y la conservación: retos de coordinación** — 207

**Mensajes clave** — 208

**Introducción** — 211

**Evolución de la cooperación** — 213

**Situación actual: los compromisos nacionales bajo el Acuerdo de París** — 216

Compromisos nacionales y metas globales — 216

El largo plazo: las metas de emisión cero — 222

Las CDN de la región — 224

**Financiamiento climático internacional** — 228

Aumentar el flujo de recursos en financiamiento climático — 228

Atender las tensiones entre países respecto a las categorías de financiamiento (adaptación, mitigación y daños) — 231

Fortalecer el papel de los fondos multilaterales climáticos dentro del panorama de financiamiento climático — 232

Mejorar la transparencia en los números sobre financiamiento climático — 233

Mejorar el conocimiento sobre las necesidades de financiamiento — 233

**Interacción entre política climática y política comercial** — 235

Variación entre países en el precio al carbono — 236

Mecanismos de ajuste en la frontera — 240

Clubes climáticos — 243

Estándares de emisiones en los productos — 244

**Mercados internacionales de créditos de carbono** — 244

Lecciones del Mecanismo de Desarrollo Limpio — 245

Ventajas y limitaciones de los mercados de compensación — 247

El caso del sector forestal — 248

Cambios recientes en los mercados de compensaciones — 252

**Gobernanza internacional en materia de biodiversidad** — 254

La complejidad del problema — 254

El financiamiento de la biodiversidad — 255

Cooperación internacional para la gestión de áreas y especies — 257

Interacción entre política comercial y conservación — 261

**Temas focales para la agenda de cambio climático y conservación en la región** — 262

# 5



## **La respuesta al cambio climático y la agenda de desarrollo de América Latina y el Caribe** — 265

**Mensajes clave** — 266

**Introducción** — 269

### **Los desafíos del desarrollo de América Latina y el Caribe** — 270

La agenda pendiente: el magro crecimiento económico y la baja inclusión social — 273

El tercer pilar del desarrollo: resiliencia climática y sostenibilidad ambiental — 275

Consideraciones para la integración de las agendas en la ruta hacia el desarrollo sostenible — 280

### **Descarbonización de la economía global: avances, proyecciones e impactos** — 282

Electrificación y fuentes renovables de energía — 283

Demanda de hidrocarburos en el largo plazo — 287

Efectos en otros sectores de la economía — 289

### **Retos y oportunidades para América Latina y el Caribe frente a la crisis climática** — 290

Acelerar la adaptación frente al cambio climático — 290

Detener la deforestación y consolidar un sector agropecuario sustentable — 297

Retos de la transición energética en América Latina y el Caribe — 299

Desafíos del financiamiento — 305

Oportunidades de la transición energética y la respuesta al cambio climático — 307

### **Prioridades de política para la agenda de desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe** — 312

Priorizar las políticas de adaptación — 313

Contribuir a la mitigación global — 314

Preservar y regenerar los ecosistemas y la biodiversidad — 317

Fortalecer la coordinación regional — 317

Aprovechar las oportunidades de la transición — 318

Desafíos globales, soluciones regionales — 319

**Referencias** — 323

**Apéndices** — 365

# Índice de cuadros

- Cuadro 2.1** Características relevantes del sector agropecuario de América Latina y el Caribe — 96
- Cuadro 2.2** Reservas de hidrocarburos probadas — 128
- Cuadro 2.3** Recursos técnicamente recuperables de gas de esquisto y petróleo de baja permeabilidad en 2015 — 128
- Cuadro 3.1** Ecorregiones y superficie de los principales biomas por subregiones — 152
- Cuadro 3.2** Categorías de áreas protegidas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza — 185
- Cuadro 3.3** Áreas protegidas terrestres y marítimas por país — 191
- Cuadro 3.4** Población de países de América Latina y el Caribe residente en áreas protegidas terrestres y en su periferia — 193
- Cuadro 4.1** Ambición de las metas de mitigación de las CDN respecto a las emisiones de 2015 por región — 217
- Cuadro 4.2** Necesidades de financiamiento declaradas en la última versión de las CDN de América Latina y el Caribe — 234

# Índice de figuras

- Figura 1.1** Interrelación entre el cambio climático, los ecosistemas, la biodiversidad y la actividad humana — 34
- Figura 3.1** El Amazonas y su biodiversidad — 157
- Figura 3.2** Canales directos de la degradación de los ecosistemas, sectores productivos y factores habilitantes — 165
- Figura 3.3** Derechos de propiedad sobre recursos de uso común — 195
- Figura 4.1** Línea de tiempo de los principales hitos y acuerdos de cooperación sobre cambio climático y biodiversidad — 214
- Figura 5.1** Pilares del desarrollo sostenible — 271

# Índice de gráficos

- Gráfico 1.1** Alteración antropogénica del ciclo global del carbono en el período 1850-2019 — 29
- Gráfico 1.2** Futuros aumentos de temperatura promedio en América Latina y el Caribe en diferentes períodos con respecto a 1985-2014 según la trayectoria socioeconómica compartida — 38
- Gráfico 1.3** Superficie y población en áreas áridas en 1985-2014 y en los escenarios más y menos optimistas — 42
- Gráfico 1.4** Inseguridad alimentaria moderada o severa y desnutrición en el mundo, América Latina y el Caribe y sus subregiones en 2021 — 43
- Gráfico 1.5** Población y superficie en zonas de baja elevación en el mundo, América Latina y el Caribe y subregiones en 2015 — 46
- Gráfico 1.6** Nivel de amenaza de los arrecifes coralinos en América Latina y el Caribe — 48
- Gráfico 1.7** Ocurrencia de eventos extremos relacionados con el clima y personas afectadas en América Latina y el Caribe según el tipo de evento en diferentes períodos — 49
- Gráfico 1.8** Población, terreno y capital construido expuestos a inundaciones costeras en 2011 — 51
- Gráfico 1.9** Incidencia de olas de calor severas y población afectada en ciudades de América Latina y el Caribe en los períodos 1981-1990 y 2011-2020 — 53
- Gráfico 1.10** Emisiones antropogénicas totales de CO<sub>2</sub> y contribución de cada región según la fuente de emisión en el período 1850-2019 — 56
- Gráfico 1.11** Emisiones antropogénicas totales de GEI según la región y década en el período 1970-2019 — 57
- Gráfico 1.12** Emisiones antropogénicas de GEI por habitante y unidad de producto según la región en 2019 — 58
- Gráfico 1.13** Emisiones antropogénicas de GEI según la región y el sector de actividad en 2019 — 59
- Gráfico 1.14** Emisiones antropogénicas de GEI según la región y el tipo de gas en 2019 — 60
- Gráfico 1.15** Participación de los diez países que más contribuyeron a las emisiones antropogénicas de GEI totales de América Latina y el Caribe en 2019 — 61
- Gráfico 1.16** Emisiones antropogénicas de GEI respecto a la población y el PIB para países de América Latina y el Caribe según subregiones en 2019 — 62
- Gráfico 1.17** Composición de las emisiones antropogénicas de GEI en cada país de América Latina y el Caribe según la fuente en 2019 — 65
- Gráfico 1.18** Participación de cada tipo de suelo en la superficie habitable total de América Latina y el Caribe y el resto del mundo en el período 1950-2017 — 69
- Gráfico 1.19** Flujos de emisión y absorción de GEI por hectárea de bosque según la región en el período 2001-2021 — 70
- Gráfico 1.20** Flujos de carbono y deforestación en los ecosistemas terrestres de América Latina y el Caribe en el período 2000-2019 — 72
- Gráfico 2.1** Emisiones de GEI por sector en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019 — 87
- Gráfico 2.2** Emisiones de GEI por sector en América Latina y el Caribe en 2019 — 88
- Gráfico 2.3** Emisiones de GEI del sector ASOUT en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019 — 89
- Gráfico 2.4** Exportaciones netas de alimentos por región en el período 2000-2020 — 90
- Gráfico 2.5** Valor agregado agropecuario en América Latina y el Caribe en 2020 — 91
- Gráfico 2.6** Consumo final de energía y PIB en América Latina y el Caribe en el período 1991-2019 — 99
- Gráfico 2.7** Consumo final de energía por sector y fuente en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019 — 100
- Gráfico 2.8** Producción de electricidad por fuentes de energía en América Latina y el Caribe en el período 1990-2020 — 101
- Gráfico 2.9** Generación eléctrica por fuente de energía para países de América Latina y el Caribe en 2020 — 102
- Gráfico 2.10** Oferta total de energía por fuentes en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019 — 103

<b>Gráfico 2.11</b>	Emisiones de GEI del sector de suministro de energía en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019	104
<b>Gráfico 2.12</b>	Emisiones de GEI del sector de transporte por tipo de medio utilizado en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019	107
<b>Gráfico 2.13</b>	Emisiones de GEI del sector industrial en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019	110
<b>Gráfico 2.14</b>	Emisiones de GEI del sector de edificaciones en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019	111
<b>Gráfico 2.15</b>	Subsidios a hidrocarburos en países de América Latina y el Caribe en 2020	115
<b>Gráfico 2.16</b>	Costo unitario de energías renovables y baterías en el período 2000-2020	125
<b>Gráfico 3.1</b>	Distribución de los biomas terrestres en América Latina y el Caribe	151
<b>Gráfico 3.2</b>	Distribución de los manglares	162
<b>Gráfico 3.3</b>	Distribución de los arrecifes de coral	163
<b>Gráfico 3.4</b>	Uso antrópico del suelo en 2017 por tipo de ecorregión	168
<b>Gráfico 3.5</b>	Deforestación en América Latina y el Caribe entre 2000 y 2020	174
<b>Gráfico 3.6</b>	Distribución de áreas protegidas en América Latina y el Caribe por nivel de protección	187
<b>Gráfico 3.7</b>	Áreas terrestres protegidas por país	188
<b>Gráfico 3.8</b>	Áreas marítimas protegidas por país	189
<b>Gráfico 3.9</b>	Porcentaje de áreas naturales protegidas por bioma	190
<b>Gráfico 4.1</b>	Trayectoria de las emisiones de GEI y proyecciones para 2100 según varios escenarios	219
<b>Gráfico 4.2</b>	Presupuesto de CO <sub>2</sub> y distribución de emisiones anuales por región	220
<b>Gráfico 4.3</b>	Países con metas de neutralidad de emisiones según el tipo de anuncio de la meta	223
<b>Gráfico 4.4</b>	Sectores incluidos en las metas de adaptación de las CDN	225
<b>Gráfico 4.5</b>	Sectores incluidos en las metas de mitigación de las CDN	227
<b>Gráfico 4.6</b>	Financiamiento acumulado otorgado por el FVC	232
<b>Gráfico 4.7</b>	Esquemas de precio de carbono por país	237
<b>Gráfico 4.8</b>	Precios al carbono y cobertura de las emisiones por tipo de esquema y país	239
<b>Gráfico 4.9</b>	Exposición al CBAM de las exportaciones de América Latina y el Caribe	241
<b>Gráfico 4.10</b>	Proyectos registrados en el Mecanismo de Desarrollo Limpio por país anfitrión	245
<b>Gráfico 4.11</b>	Composición de los CER según el tipo de proyecto	246
<b>Gráfico 4.12</b>	Número de créditos en el mercado voluntario de carbono en el mundo por tipo de proyecto	250
<b>Gráfico 4.13</b>	Posición declarada en los CDN respecto a los instrumentos del artículo 6	253
<b>Gráfico 4.14</b>	Recursos del GEF para proyectos de biodiversidad por país y región	256
<b>Gráfico 4.15</b>	Áreas protegidas en las fronteras terrestres de América Latina y el Caribe	261
<b>Gráfico 5.1</b>	PIB per cápita relativo al de Estados Unidos	273
<b>Gráfico 5.2</b>	Evolución del índice de Gini de la distribución del ingreso	274
<b>Gráfico 5.3</b>	Porcentaje de cambio en el capital natural per cápita y sus componentes en 2014 con relación a 1990	278
<b>Gráfico 5.4</b>	Consumo final de energía en el mundo	284
<b>Gráfico 5.5</b>	Generación total de electricidad en el mundo	285
<b>Gráfico 5.6</b>	Oferta total de energía en el mundo	288
<b>Gráfico 5.7</b>	Iniciativas de adaptación al cambio climático por región y sector	294
<b>Gráfico 5.8</b>	Cambio en el rendimiento y uso de la tierra para la producción de cereales y soja	298
<b>Gráfico 5.9</b>	Composición relativa de la oferta de energía primaria por fuente y por país en 2020	301
<b>Gráfico 5.10</b>	Importancia de los ingresos fiscales por hidrocarburos para las cuentas públicas	302
<b>Gráfico 5.11</b>	Exportaciones netas de energía en 2014	304
<b>Gráfico 5.12</b>	Brecha entre inversión en infraestructura actual y necesaria para cumplir con los ODS en el periodo 2019-2030	306
<b>Gráfico 5.13</b>	Gasto anual necesario para lograr las metas de las contribuciones determinadas a nivel nacional	307
<b>Gráfico 5.14</b>	Participación de América Latina en la producción y reservas de minerales seleccionados en 2021	308
<b>Gráfico 5.15</b>	Potencial teórico en energía solar y eólica	311

# Índice de recuadros

- Recuadro 1.1** El ciclo del carbono — 28
- Recuadro 1.2** Punto de inflexión climáticos: el caso del Amazonas — 30
- Recuadro 1.3** Las trayectorias socioeconómicas compartidas y los objetivos climáticos — 37
- Recuadro 1.4** Escenarios climáticos para América Latina y el Caribe — 39
- Recuadro 1.5** Diferencias conceptuales en la medición de las emisiones del sector de UTCUTS: modelos globales e inventarios nacionales — 66
- Recuadro 1.6** El balance de carbono en los bosques del planeta — 73
- Recuadro 2.1** Seguridad alimentaria — 94
- Recuadro 2.2** Comparación entre impuestos al carbono y permisos de emisiones con comercio — 114
- Recuadro 2.3** Iniciativas climáticamente inteligentes para el sector agropecuario: un caso de estudio en Colombia — 121
- Recuadro 2.4** Generación de energía verde — 127
- Recuadro 2.5** Electrificación del transporte público en América Latina — 131
- Recuadro 3.1** Los servicios ecosistémicos — 146
- Recuadro 3.2** Cómo se conecta la biodiversidad con los servicios ecosistémicos y la resiliencia de los ecosistemas — 148
- Recuadro 3.3** Aves migratorias de América Latina y el Caribe — 153
- Recuadro 3.4** El potencial de carbono de los biomas terrestres en América Latina y el Caribe — 155
- Recuadro 3.5** Determinantes del cambio de uso del suelo — 170
- Recuadro 3.6** Deforestación en el Amazonas — 172
- Recuadro 3.7** Soluciones basadas en la naturaleza para las ciudades — 184
- Recuadro 3.8** Políticas para reducir la deforestación en el Amazonas — 196
- Recuadro 4.1** Los cálculos sobre repartición justa de emisiones — 222
- Recuadro 4.2** Los planes nacionales de adaptación — 226
- Recuadro 4.3** La relación entre los mercados de compensación y el precio del carbono — 247
- Recuadro 4.4** Iniciativa CAF para promover los mercados de carbono en la región — 252
- Recuadro 4.5** La Organización del Tratado de Cooperación Amazónica — 259
- Recuadro 5.1** El avance de América Latina y el Caribe en el cumplimiento de los ODS — 272
- Recuadro 5.2** Iniciativas para la incorporación del capital natural en las cuentas nacionales — 279
- Recuadro 5.3** La relación entre crecimiento económico y emisiones de GEI — 281
- Recuadro 5.4** Lecciones de la transición energética en Alemania — 283
- Recuadro 5.5** Impactos diferenciales del cambio climático sobre las mujeres y política climática con enfoque de género — 292
- Recuadro 5.6** La Red Biodiversidades de América Latina y el Caribe — 296
- Recuadro 5.7** El gas natural como combustible en el transporte de pasajeros y la contaminación del aire: el caso del TransMilenio de Bogotá — 310

# Abreviaciones

<b>AIE</b>	Agencia Internacional de la Energía
<b>ALC</b>	América Latina y el Caribe
<b>AP</b>	Áreas protegidas
<b>ASOUT</b>	Agropecuario, silvicultura y otros usos de la tierra
<b>AUSC</b>	Acuerdos de Uso Sustentable y Custodia de Manglar
<b>BECCS</b>	Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono
<b>CBAM</b>	Mecanismo de ajuste en la frontera por contenido de carbono
<b>CBDR</b>	Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas
<b>CDB</b>	Convenio sobre la Diversidad Biológica
<b>CDN</b>	Contribuciones determinadas a nivel nacional
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CELAC</b>	Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños
<b>CER</b>	Certificado de reducción de emisiones
<b>CFPI</b>	Combustibles fósiles y procesos industriales
<b>cm</b>	Centímetros
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>CMVC</b>	Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>CO<sub>2</sub>eq</b>	Dióxido de carbono equivalente
<b>COP</b>	Conferencia de las Partes
<b>CSC</b>	Costo social del carbono
<b>CUAC</b>	Captura, uso y almacenamiento de carbono
<b>DACCS</b>	Captura directa y almacenamiento de carbono
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>FVC</b>	Fondo Verde para el Clima
<b>GEF</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero
<b>GtC</b>	Gigatonelada de carbono
<b>GtCO<sub>2</sub></b>	Gigatoneladas de dióxido de carbono
<b>GtCO<sub>2</sub>eq</b>	Gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente
<b>ha</b>	Hectárea
<b>IBAMA</b>	Agencia Federal de Supervisión Ambiental (Brasil)
<b>ILACC</b>	Iniciativa Latinoamericana y del Caribe para el Desarrollo del Mercado de Carbono
<b>IPBES</b>	Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>MEI</b>	Modelos de evaluación integrada
<b>mm</b>	milímetros
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>ODS</b>	Objetivos de desarrollo sostenible
<b>OLADE</b>	Organización Latinoamericana de Energía
<b>OMEC</b>	Medidas efectivas de conservación basadas en zonas geográficas específicas
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>PEID</b>	Pequeños estados insulares en desarrollo
<b>PMA</b>	Países menos adelantados
<b>PNACC</b>	Plan nacional de adaptación al cambio climático
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PSE</b>	Pago por servicios ecosistémicos
<b>REDD+</b>	Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques
<b>SBN</b>	Soluciones basadas en la naturaleza
<b>SCE</b>	Sistema de comercio de emisiones
<b>SSP</b>	Trayectorias socioeconómicas compartidas
<b>tCO<sub>2</sub>eq</b>	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>UICN</b>	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
<b>USD</b>	Dólares de Estados Unidos
<b>UTCUTS</b>	Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura



# Introducción

Durante las últimas décadas, América Latina y el Caribe ha estado particularmente expuesta a los cambios en las condiciones del clima, a la subida del nivel del mar y a fenómenos meteorológicos extremos. El deterioro de los ecosistemas afecta a los servicios que la región ofrece a la humanidad y al planeta, y que incluyen la mitigación y la adaptación al cambio climático, pero que además determinan las posibilidades de crecimiento y sostenibilidad de la actividad económica y la calidad de la vida humana. La necesidad de actuar es urgente.

Ante esta situación, CAF adoptó la misión de ser el banco verde de América Latina y el Caribe y está colaborando activamente con los gobiernos de la región en el diseño, financiamiento e implementación de soluciones a los desafíos que plantean el cambio climático y la degradación de los ecosistemas y de la biodiversidad. Para ello, toma en cuenta la interacción de esas agendas con los retos pendientes del crecimiento económico, la disminución de la pobreza y la desigualdad. La incertidumbre, la complejidad y las intrincadas relaciones entre estos desafíos demandan una visión que considere la respuesta al cambio climático y la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad como parte de una estrategia amplia de desarrollo sostenible. Un elemento crucial en la construcción de esta agenda es contar con un diagnóstico sólido que sirva de base para una hoja de ruta que responda a las realidades de los países de la región.

El Reporte de Economía y Desarrollo (RED) es la publicación insignia de la institución y busca enriquecer la discusión en torno a las políticas públicas y la toma de decisiones a partir del análisis riguroso de las causas y las potenciales soluciones a los retos más acuciantes que enfrenta América Latina y el Caribe. Esta edición del RED reúne y analiza los datos y la evidencia científica más recientes sobre el cambio climático y el estado de los ecosistemas y la biodiversidad, rubros en los cuales la comunidad científica internacional está haciendo un progreso continuo. Debido a la interdisciplinariedad del fenómeno, la preparación del reporte se apoyó en un amplio número de estudios comisionados a expertos provenientes de diversas disciplinas científicas y áreas de especialización. El resultado es un diagnóstico actual sobre los efectos del cambio climático en la región y las principales necesidades de adaptación, sobre el perfil de las emisiones de gases de efecto invernadero y la degradación de los ecosistemas y la biodiversidad, y su vinculación con los sectores económicos.

Este diagnóstico se acompaña de opciones de política para enfrentar los desafíos expuestos, pero también para aprovechar las oportunidades que se abren para la región en medio del proceso de transformación que atraviesa la economía mundial como resultado del cambio climático. Este análisis, concebido desde y para América Latina y el Caribe, es particularmente pertinente ya que, si bien el cambio climático es un problema global cuya solución requiere de la participación de todos los países, la construcción del portafolio de políticas más adecuado depende de los recursos y necesidades de cada país.

Agradezco a todas las funcionarias y los funcionarios de CAF que contribuyeron al desarrollo de este reporte y, en particular, a la Dirección de Investigaciones Socioeconómicas y a la Gerencia de Conocimiento. Agradezco también a todos los colaboradores externos y al numeroso grupo de expertos que, desde los gobiernos, la academia, los organismos multilaterales y la sociedad civil, enriquecieron con su conocimiento esta publicación.

## **Christian Asinelli**

Vicepresidente Corporativo de Programación Estratégica  
de CAF —banco de desarrollo de América Latina y el Caribe



# Cambio climático y biodiversidad: de las bases físicas a la perspectiva económica



Causas del cambio climático y la pérdida de biodiversidad



Principales impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe



Contribución histórica, actual y por sector de América Latina y el Caribe al cambio climático



Perspectiva económica e implicancias para la política climática

# Mensajes clave

1

El clima del planeta está cambiando y la diversidad biológica se está perdiendo a un ritmo acelerado, lo cual supone importantes amenazas para la supervivencia de la población. Ambos fenómenos son el resultado de la acción humana y constituyen desafíos urgentes que el mundo debe enfrentar.

2

La absorción de carbono de los sumideros naturales es clave para regular el clima global. Los ecosistemas, además, son fuente de protección para las comunidades ante los riesgos climáticos y proporcionan otros servicios importantes para el desarrollo humano y el bienestar de las personas, como la provisión de alimentos, agua, materias primas o medicinas. El cambio climático y la degradación de los ecosistemas menoscaban estos beneficios ecosistémicos.

3

Los escenarios climáticos para la región proyectan un incremento en las temperaturas medias de alrededor de 1°C para el período 2021-2040, con respecto al período 1985-2014 (cuyas temperaturas ya eran entre 0,6°C y 0,8°C más altas que en la época preindustrial). En períodos más lejanos, el aumento de temperaturas es más sensible a lo que ocurra con las emisiones globales. También proyectan cambios en los patrones de precipitación y un aumento de la aridez en general.

4

América Latina y el Caribe es muy heterogénea en sus condiciones socioeconómicas y abarca un territorio extenso y con alta diversidad de ecosistemas. Si bien el cambio climático afectará a toda la región, la exposición y la vulnerabilidad ante las amenazas climáticas varían significativamente entre países, comunidades e individuos. Esto implica que los impactos esperados del cambio climático y las necesidades de adaptación dependen del contexto específico.

5

La capacidad de hacer frente a las amenazas climáticas y adaptarse a ellas es menor en las regiones y poblaciones con mayores niveles de pobreza y desigualdad, mayores carencias de acceso a servicios básicos, instituciones más débiles y menores capacidades estatales. La presencia de estos déficits en muchos países y comunidades, de la región, especialmente en las comunidades indígenas, los ubica entre los más vulnerables del mundo ante el cambio climático.

6

Los países del Caribe están muy expuestos a ciclones tropicales, a los que son altamente vulnerables por tener una población reducida y altamente concentrada y por la baja diversificación de sus economías. A su vez, el endeudamiento para afrontar los costos de reconstrucción dificulta la inversión en infraestructuras que faciliten la adaptación y aumenten la resiliencia ante estos fenómenos.

## 7

Los países de América del Sur y Mesoamérica sufren con frecuencia inundaciones y sequías que conllevan importantes costos económicos, incluyendo daños en infraestructura de transporte, comunicaciones y agua. Sin las inversiones necesarias en adaptación, estos impactos pueden afectar la producción agrícola y la generación hidroeléctrica, agravando los problemas de inseguridad alimentaria y energética.

## 8

La región está muy expuesta al aumento en el nivel del mar y las inundaciones costeras. Los primeros 10 metros de superficie sobre el nivel del mar representan el 3 % del territorio total y albergan el 7 % de la población (unos 45 millones de personas). La situación es más dramática en el Caribe, donde las zonas costeras de baja elevación albergan al 12 % de la población y representan una quinta parte de la superficie.

## 9

Por la duración del dióxido de carbono en la atmósfera, la contribución de un país o región al calentamiento global se explica por sus emisiones históricas. Casi la mitad del carbono acumulado en la atmósfera proviene de los países desarrollados, mientras que América Latina y el Caribe ha generado solamente el 11 %. Esto es relevante para la discusión sobre la justicia climática.

## 10

En 2019, el 44 % de las emisiones provino de los países en desarrollo de Asia y el Pacífico y otro 23 % de los países desarrollados. América Latina y el Caribe generó el 10 % de las emisiones globales.

## 11

El patrón de emisiones actuales es relevante para identificar las oportunidades de mitigación. A diferencia de los países desarrollados, las emisiones de América Latina y el Caribe provienen en mayor medida de los sectores productores de alimentos, principalmente por el cambio en el uso del suelo y, en menor proporción, de los sectores vinculados a la energía fósil (suministro de energía, transporte, industria y edificaciones).

## 12

La abundancia relativa de recursos forestales en la región plantea al mismo tiempo una oportunidad y un desafío: América Latina y el Caribe tiene una cuarta parte de los bosques mundiales y estos contribuyen de manera significativa a la captura de carbono atmosférico a nivel global, pero esta contribución se encuentra por debajo de su potencial, entre otras razones, por el avance de la deforestación.



# Cambio climático y biodiversidad: de las bases físicas a la perspectiva económica<sup>1</sup>

## Introducción

El cambio climático y la pérdida de biodiversidad son dos desafíos urgentes que el mundo debe enfrentar. La evidencia más reciente muestra sin ambigüedad que el clima del planeta está cambiando, que la diversidad biológica se está perdiendo a un ritmo acelerado y que ambos fenómenos suponen importantes amenazas para la vida humana. En la raíz de las crisis climática y ambiental se encuentra la acción humana. El progreso tecnológico, con el consiguiente crecimiento económico durante los últimos dos siglos, ha permitido mejorar considerablemente los estándares de vida de la población mundial. Sin embargo, también ha significado un consumo creciente de energía fósil, la transformación del suelo a gran escala y la sobreexplotación de los recursos naturales, resultados que han alterado el equilibrio ecológico del planeta.

Este capítulo describe los principales canales de interconexión entre el cambio climático, la biodiversidad y la actividad humana. El capítulo comienza con un repaso

breve de las bases físicas del cambio climático. Según estas, la variación global del clima se produce como consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes, principalmente, de la quema de combustibles fósiles y de las actividades que alteran el uso del suelo. Una parte de estos gases es reabsorbida por los ecosistemas terrestres y marinos, como los bosques y los océanos, en su rol de sumideros naturales, mientras que el resto se acumula en la atmósfera, generando el calentamiento global. El calentamiento provoca cambios en el sistema climático que afectan a todo el planeta, con efectos locales que varían entre regiones y que impactan tanto en la actividad humana como en los ecosistemas y la biodiversidad.

La absorción de carbono de los sumideros naturales es clave para regular el clima global. Pero este no es el único aporte de los ecosistemas para hacer frente al cambio climático. Algunos ecosistemas, además, son fuente de protección para las comunidades ante

<sup>1</sup> Este capítulo fue elaborado por Pablo Brassiolo y Sebastián Vicuña, con la asistencia de investigación de Diego Pitetti.

los riesgos climáticos. Este es el caso, por ejemplo, de los manglares, que se constituyen en barreras naturales frente a las inundaciones costeras, o los árboles y espacios verdes en las ciudades, que permiten regular la temperatura y reducir los riesgos de inundaciones. Los ecosistemas también proporcionan otros servicios importantes para el desarrollo humano, como la provisión de alimentos, agua, materias primas o medicinas. El cambio climático y la degradación de los ecosistemas por parte de las actividades humanas menoscaban estos beneficios ecosistémicos.

El capítulo analiza los impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe (ALC). Los países de la región están altamente expuestos y son muy vulnerables a las amenazas climáticas. Los aumentos de temperaturas, el cambio en los patrones de precipitación, las sequías prolongadas, el aumento del nivel del mar y los eventos climáticos extremos, entre otros efectos, generan riesgos con consecuencias potencialmente severas para la población, la actividad económica y la biodiversidad en la región. Tanto la exposición como la vulnerabilidad varían considerablemente entre países, entre comunidades dentro de los países y entre individuos en estas comunidades, lo que significa que los riesgos esperados y, por lo tanto, las necesidades de inversión en adaptación son de muy variada naturaleza y dependen de contextos específicos.

El capítulo también hace un escrutinio de las emisiones de GEI de origen antropogénico en los países de la región. Primero se analizan las emisiones históricas. Debido a la estrecha relación que existe entre el aumento de las temperaturas ocurrido desde la época preindustrial y las emisiones acumuladas desde entonces, la contribución de un país o región a estas emisiones acumuladas es una medida de su responsabilidad frente al cambio climático y, por lo tanto, un elemento importante para el debate sobre la justicia climática. Aquí se destaca que el 45 % de las emisiones históricas provienen de los países desarrollados y otro 24 % de los países en desarrollo de Asia y el Pacífico, región que incluye a países de altas emisiones en los últimos 50 años, como China e India. Por su parte, América Latina y el Caribe explica el 11 % de las emisiones históricas.

Luego se describe el patrón de las emisiones actuales por su importancia para identificar los sectores de actividad que ofrecen mayores oportunidades para reducir la cantidad de GEI liberados y contribuir a la

solución del fenómeno climático. América Latina y el Caribe genera en la actualidad el 10 % de las emisiones globales, con una composición sectorial muy diferente a la de los países desarrollados: en la región pesan más las emisiones procedentes del cambio en el uso de la tierra y menos las que provienen de los sectores vinculados a la energía. Por supuesto, existe una enorme variación dentro de la región tanto en el nivel como en la composición sectorial de las emisiones. Por ello, las necesidades y oportunidades sectoriales de reducción de las emisiones son muy distintas entre países.

La abundancia relativa de los recursos forestales en la región, junto con la importancia del uso y la cobertura del suelo como fuente de emisiones antropogénicas, justifica analizar con detenimiento el balance de carbono de los ecosistemas terrestres. El balance de carbono es una medida de la contribución de los ecosistemas a la acumulación de GEI en la atmósfera tanto como resultado de las presiones antropogénicas como por factores naturales. Su análisis muestra que los bosques de América Latina y el Caribe capturan más carbono del que emiten y que existe margen para que esta relación sea aún más favorable. Con las políticas de conservación adecuadas, los ecosistemas y la biodiversidad de la región ofrecen un gran potencial para hacer frente al cambio climático.

El último apartado del capítulo expone brevemente las razones económicas que contribuyen a explicar por qué la actividad humana, en su interacción con la naturaleza y el clima, conduce a equilibrios que son ineficientes desde el punto de vista del bienestar humano y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Tanto el cambio climático como la pérdida de biodiversidad pueden ser conceptualizados como la consecuencia de una externalidad negativa de alcance global. Esto significa que las decisiones individuales de producción o de consumo conducen a equilibrios a nivel agregado en los que los costos para la sociedad son mayores que los beneficios. En otras palabras, se utiliza demasiada energía fósil o se deforestan demasiados bosques con respecto a los beneficios que estas actividades tienen para la sociedad como un todo. Este tipo de situaciones conducen a la sociedad a un sendero de crecimiento económico que no es sustentable desde el punto de vista medioambiental.

Por el alcance global de estas externalidades, la solución requiere coordinación internacional. El Acuerdo



de París de 2015<sup>2</sup> se propone aunar esfuerzos para que el calentamiento global con respecto a la época preindustrial se mantenga por debajo de los 2°C e idealmente no alcance 1,5°C. De esta forma, se busca evitar un escenario potencialmente catastrófico. Como parte del acuerdo, los países firmantes se comprometieron a implementar políticas nacionales de mitigación, esto es, de reducción de sus emisiones, y de adaptación frente al cambio climático, que permitan anticipar, prevenir o minimizar los daños que este pueda causar o aprovechar las oportunidades que pueda crear. Asimismo, en materia de biodiversidad, el Marco Global de Biodiversidad<sup>3</sup> define objetivos mundiales de conservación para el año 2030, en reemplazo de las metas de Aichi que habían sido fijadas para período 2010-2020.

A lo largo de este reporte se discuten las necesidades de adaptación que tiene América Latina y el Caribe

para hacer frente a los riesgos del cambio climático y las oportunidades de la región para reducir sus emisiones y así contribuir a la solución global del fenómeno. Igualmente, se analizan las opciones de política existentes no solo para proteger la riqueza de los ecosistemas y la biodiversidad en la región, sino también para favorecer un aprovechamiento sustentable de los múltiples servicios que la naturaleza brinda a las personas. Las políticas en materia climática, junto con las de conservación de la biodiversidad, deben apuntar a que el crecimiento económico vuelva a ser compatible con un sendero de desarrollo sostenible, que permita restaurar el equilibrio ecológico del planeta, sin olvidar otros desafíos pendientes de la región. En ese sentido, este capítulo sirve de introducción a las temáticas que son tratadas en detalle en el resto del reporte.

## Cambio climático y pérdida de biodiversidad: dos caras de la misma moneda

El cambio climático y la pérdida de biodiversidad son fenómenos estrechamente conectados que, a su vez, se vinculan directamente con la acción humana. Este apartado describe los principales canales de interacción entre el clima, la biodiversidad y la actividad

humana. Como primer paso, se presenta una introducción breve a las bases físicas del cambio climático que puede resultar de mayor interés para el lector que no está familiarizado con estos conceptos, para después entrar en el fondo de la interrelación.

### Bases físicas del cambio climático

El cambio climático se define como un cambio que persiste durante un período prolongado (generalmente décadas o más) en la distribución de las variables climáticas, entre ellas la temperatura, el viento o las precipitaciones (IPCC, 2021a). La evidencia presentada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

● ●  
**El clima del planeta está cambiando como consecuencia de la acumulación en la atmósfera de los gases de efecto invernadero liberados por las actividades humanas**

2 El Acuerdo de París es un tratado internacional jurídicamente vinculante, adoptado por 196 Estados firmantes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.

3 Adoptado en la XV Conferencia de las Partes de Naciones Unidas (COP15) del Convenio sobre la Diversidad Biológica, celebrado en diciembre de 2022, el Marco actualiza un acuerdo anterior, el Protocolo de Aichi (Japón), fijando objetivos ambiciosos que se deberían alcanzar en 2030, para detener y revertir la pérdida de biodiversidad.

(IPCC, por sus siglas en inglés) en su Sexto Informe de Evaluación muestra sin ambigüedad que el clima del planeta está cambiando como consecuencia de la acumulación en la atmósfera de los GEI liberados por las actividades humanas. A continuación, se resumen las nociones básicas de este fenómeno.

### **Origen antropogénico del cambio climático y sus principales manifestaciones**

El cambio climático es el resultado del desbalance entre el flujo de energía que recibe la Tierra (la radiación solar) y el que esta emite al espacio (la radiación térmica). Si el primero es mayor que el segundo, el planeta tiende a calentarse. Estos flujos de energía dependen de factores naturales y antropogénicos. Los principales factores naturales son las variaciones de la actividad solar, que alteran la cantidad de energía que llega del Sol, y las erupciones volcánicas, que aumentan la cantidad de pequeñas partículas (aerosoles) en la parte superior de la atmósfera y que, al reflejar la luz solar, reducen el flujo de energía que llega a la Tierra. Entre los factores antropogénicos, se destacan las emisiones de GEI procedentes de la quema de combustibles fósiles y los patrones de uso del suelo. Una fracción de estos GEI se acumulan en la atmósfera y atrapan parte de la radiación térmica, generando el calentamiento global. Los principales GEI son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano y el óxido nitroso.

El Sexto Informe de Evaluación del IPCC destaca que: 1) el ritmo al que los principales GEI se están acumulando en la atmósfera no tiene precedentes en los últimos 800.000 años y 2) esta mayor acumulación de GEI puede atribuirse con certeza a la

intensificación de las actividades humanas desde el comienzo del período de industrialización (IPCC, 2021a). Como consecuencia, se están produciendo una serie de cambios rápidos en diversos aspectos del clima global, siendo uno de los más notables el aumento de las temperaturas. En efecto, la temperatura media de la superficie terrestre durante la década de 2011-2020 fue 1,1°C más alta que la de la época preindustrial (1850-1900). En otras palabras, el cambio climático es un fenómeno real que ya se está experimentando y es resultado de la acción humana.

Además del aumento en las temperaturas, también se observan cambios en la atmósfera, la superficie terrestre, los océanos y la criosfera (la parte de la tierra con nieve o hielo permanente o estacional). Entre las manifestaciones más destacadas, se observa un calentamiento acelerado de las zonas terrestres y una mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos, como sequías prolongadas, fuertes precipitaciones, ciclones tropicales y olas de calor. Los océanos se están acidificando a causa de la absorción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera y se están calentando como consecuencia de la absorción de la mayor parte del exceso de energía acumulada en el sistema climático. El calentamiento del agua lleva a que esta se expanda, contribuyendo al aumento del nivel global del mar. Tanto la superficie como el grosor del hielo marino del Ártico y de la Antártida se están reduciendo, al igual que la mayoría de los glaciares, lo que también contribuye al aumento del nivel del mar. La cobertura de nieve en primavera en el hemisferio norte está disminuyendo, así como el permafrost (suelo perennemente congelado). Muchas especies terrestres se han desplazado hacia los polos y zonas más altas, mientras que muchas especies marinas se han trasladado hacia latitudes más altas o han cambiado el momento del año en que migran (IPCC, 2021a).

## Ciclo del carbono y su acumulación en la atmósfera

Una parte de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> es reabsorbida por ecosistemas terrestres y marinos, como los bosques y océanos, en su rol de sumideros naturales de carbono. Estos sumideros, por lo tanto, son clave para la regulación del clima porque determinan el ritmo al cual los flujos de emisiones se acumulan en la atmósfera. Los procesos por los que el carbono circula entre la atmósfera y distintos reservorios naturales, como la vegetación, los suelos y los océanos, se conocen como el ciclo del carbono y se describen en el recuadro 1.1.

## Los ecosistemas terrestres y marinos, en su rol de sumideros naturales de carbono, determinan el ritmo al cual los flujos de emisiones se acumulan en la atmósfera

La intensificación de las actividades económicas desde el inicio de la industrialización ha alterado este ciclo debido a la liberación a la atmósfera de grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Entre 1850 y 2019, se emitieron 2351 gigatoneladas<sup>4</sup> de CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>), de las cuales, 1618 GtCO<sub>2</sub> provinieron de actividades que son intensivas en el uso de combustibles fósiles, como la generación eléctrica<sup>5</sup>, y 733 GtCO<sub>2</sub> de actividades que alteran la vegetación y los suelos, por ejemplo, la agricultura. Del total de esas emisiones, los océanos y los sumideros terrestres han absorbido una cuarta y una tercera parte, respectivamente, y el resto, alrededor de 990 GtCO<sub>2</sub>, se ha acumulado en la atmósfera (Friedlingstein et al., 2020).

4 La gigatonelada equivale a 1000 millones de toneladas.

5 Durante ese período, el 46 % de las emisiones generadas por el uso de combustibles fósiles procedieron de la quema de carbón, el 35 % del petróleo, el 14 % del gas natural, el 3 % de la descomposición de los carbonatos y el 1 % de la combustión en antorcha (Friedlingstein, O'Sullivan et al., 2022).

## Del total de las emisiones antropogénicas desde el inicio de la industrialización, los océanos y los sumideros terrestres han absorbido una cuarta y una tercera parte, respectivamente

El gráfico 1.1 muestra que tanto las emisiones antropogénicas como las absorciones naturales han venido creciendo desde el inicio del período industrial. Las emisiones procedentes del uso de combustibles fósiles pasaron de 2,6 GtCO<sub>2</sub> anuales durante el período 1850-1959 a 34,5 GtCO<sub>2</sub> anuales durante la década 2010-2019. Las emisiones procedentes del uso de la tierra también crecieron, aunque a un ritmo menor (de 4,2 GtCO<sub>2</sub> a 5,9 GtCO<sub>2</sub> por año entre el período 1850-1959 y la última década). La absorción de los sumideros oceánicos y terrestres (representada con un signo negativo en el gráfico) también aumentó durante este período, debido a que los procesos naturales subyacentes reaccionan ante el aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico y el consecuente cambio en el clima, como se describe en el recuadro 1.1.

Evidentemente, cuanto mayor sea la absorción de los sumideros naturales, menor será el aumento de las temperaturas. Esta relación entre emisiones antropogénicas, sumideros naturales y temperaturas pone de manifiesto el rol que los ecosistemas marinos y terrestres han tenido para disminuir el calentamiento global.

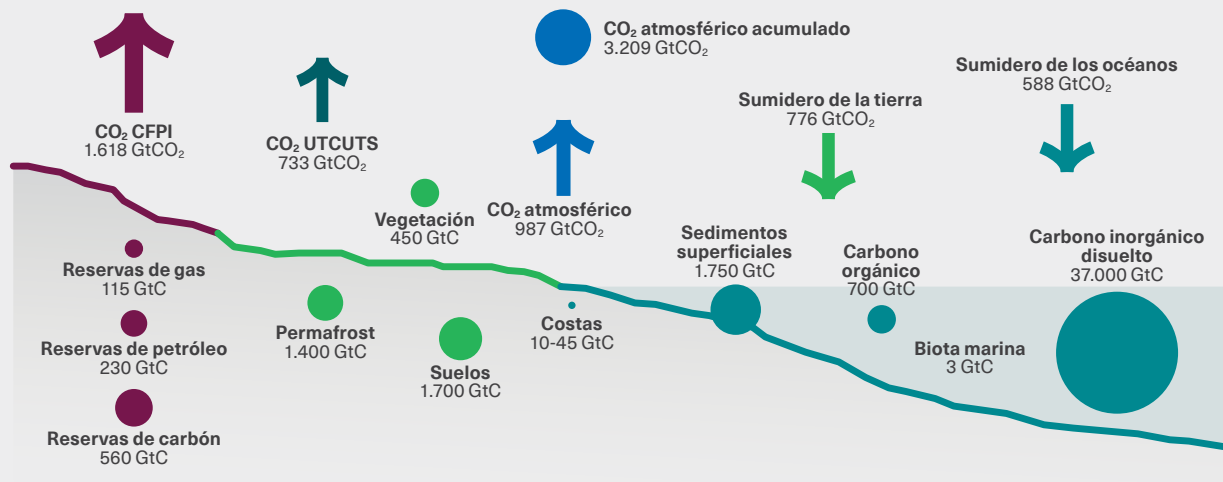
## Recuadro 1.1

### El ciclo del carbono

El carbono es parte de un sistema por el que los átomos de esta sustancia circulan entre tres depósitos principales: la atmósfera, los océanos y la biósfera terrestre (suelo, roca y vida orgánica). Los océanos son de lejos el depósito más grande de carbono, con un stock estimado en alrededor de 38.000 gigatoneladas de carbono (GtC), seguidos por la vegetación y los suelos, que acumulan más de 2000 GtC y, por último, por la atmósfera, con una cantidad de aproximadamente 870 GtC<sup>a</sup>. La figura 1 muestra las cantidades de carbono almacenadas en los distintos depósitos y la magnitud de los principales flujos, tanto naturales como antropogénicos, desde la época preindustrial.

En este ciclo intervienen distintos procesos biológicos, geológicos, químicos y físicos. Las plantas y los microorganismos absorben CO<sub>2</sub> de la atmósfera y, por medio de la fotosíntesis, lo transforman en carbono que se acumula en la biomasa y en los suelos. Parte de ese carbono vuelve a la atmósfera por la respiración de la vegetación y de los organismos del suelo y como resultado de perturbaciones naturales (por ejemplo, los incendios). Cuando esas plantas y microorganismos se descomponen, el carbono acumulado se libera a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub>. Los océanos y la atmósfera también intercambian grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. La magnitud de este intercambio depende, entre otras variables, de las diferencias en la concentración de CO<sub>2</sub> entre la atmósfera y la superficie del océano, la velocidad del viento, la composición química del agua del mar y la fotosíntesis llevada a cabo por las microalgas marinas. Parte de este carbono es posteriormente almacenado en las profundidades del océano durante décadas o incluso siglos.

**Figura 1**  
El ciclo global del carbono



**Nota:** La figura muestra una esquematización del ciclo global del carbono a partir de las interacciones entre las reservas históricas de carbono (en GtC, a excepción de la acumulación de CO<sub>2</sub> atmosférico, que se presenta en GtCO<sub>2</sub>) y los flujos totales para el período 1850-2019 (en GtCO<sub>2</sub>). Los círculos representan las principales reservas de carbono (por ejemplo, las reservas de gas, petróleo y carbón o las reservas de carbono inorgánico disuelto en los océanos), mientras que las flechas refieren a los flujos antropogénicos (emisiones provenientes del uso de combustibles fósiles y procesos industriales [CFPI], del sector de uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura [UTCUTS] y de absorciones de la tierra y los océanos). El tamaño de los círculos y flechas da cuenta de la magnitud de carbono de la reserva o flujo antropogénico del que se trate, mientras que la dirección de las flechas indica si el flujo hace referencia a una emisión (flecha hacia arriba) o a una absorción (flecha hacia abajo). Como resultado del desbalance entre estas emisiones y absorciones, se acumula carbono en la atmósfera (círculo celeste de la figura).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Friedlingstein, Jones et al. (2022), Friedlingstein et al. (2020) reportados en IPCC (2021a), Le Quéré et al. (2018) reportados en IPCC (2019) y Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

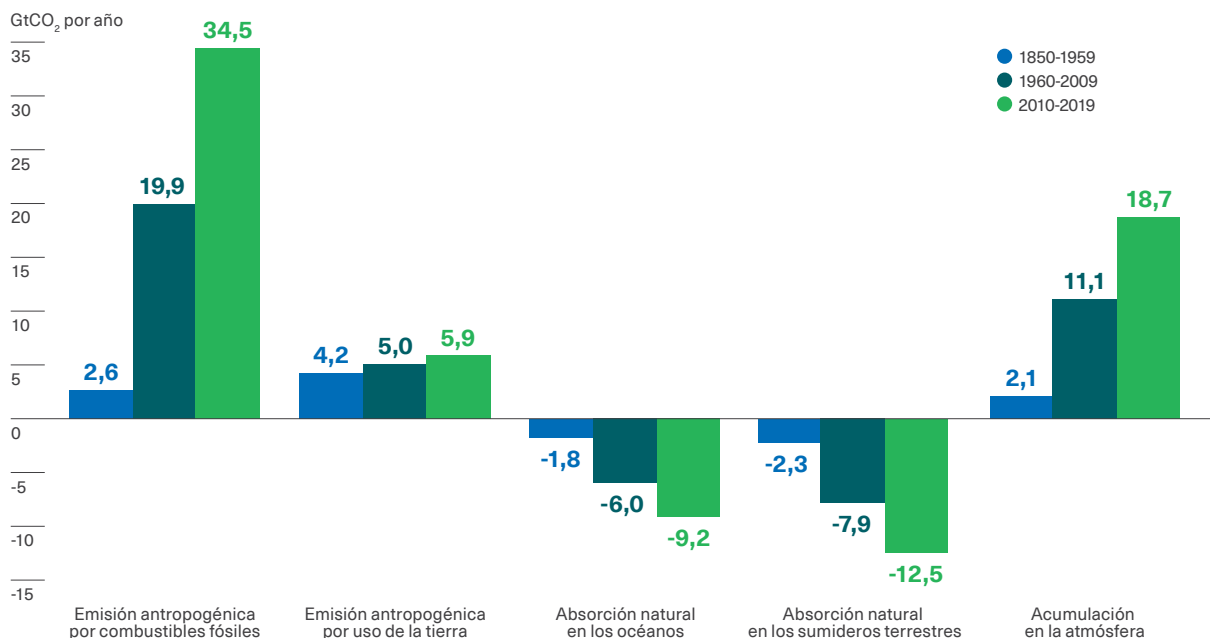
En equilibrio, el carbono circula entre estos depósitos manteniendo relativamente constantes las cantidades de cada uno. La intensificación de la actividad económica desde el comienzo de la industrialización ha perturbado este equilibrio. La quema de combustibles fósiles para la generación de energía, así como ciertos procesos industriales —como la producción de cemento— liberan grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Los procesos productivos que alteran o degradan la tierra y la vegetación —como la conversión de zonas forestales en terrenos cultivables— también liberan a la atmósfera el carbono acumulado en la biomasa y en los suelos.

A medida que crecen las emisiones antropogénicas, también aumentan los flujos que absorben la biosfera terrestre y los océanos debido a los procesos naturales descritos antes. Por ejemplo, la mayor cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y el alargamiento de la estación de crecimiento de especies vegetales en las zonas templadas y boreales del hemisferio norte por efecto del cambio climático impulsan la fotosíntesis. Asimismo, la absorción de CO<sub>2</sub> de los océanos crece a medida que aumenta la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Sin embargo, los mayores flujos de absorción de los sumideros naturales no alcanzan a compensar el aumento de las emisiones antropogénicas, por lo que una parte de estas se acumula en la atmósfera.

a. Una unidad de CO<sub>2</sub> equivale a 3,667 unidades de carbono.

### Gráfico 1.1

Alteración antropogénica del ciclo global del carbono en el período 1850-2019



**Nota:** El gráfico muestra la alteración antropogénica del ciclo global del carbono en tres subperíodos temporales: 1850-1959, 1960-2009 y 2010-2019. Las barras indican, para cada concepto y subperíodo, el promedio anual de CO<sub>2</sub> absorbido (signo negativo), emitido o acumulado en la atmósfera (signo positivo) en GtCO<sub>2</sub>.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Friedlingstein et al. (2020), reportados en IPCC (2021a), y Le Quéré et al. (2018), reportados en IPCC (2019).

## Acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera y aumento de la temperatura

La evidencia recopilada por el IPCC en su Sexto Informe de Evaluación muestra que hay una relación aproximadamente lineal entre la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y la temperatura global: por cada 1000 GtCO<sub>2</sub> que se emiten la temperatura media de la superficie terrestre aumenta en promedio 0,45°C, con un rango que va entre 0,27°C y 0,63°C. Esta relación es válida al menos hasta los 2°C de aumento de temperatura con respecto a la época preindustrial. El conocimiento de esta relación es clave para estimar cuánto más se podría emitir si se quisiera mantener acotado el aumento de temperatura por debajo de cierto umbral.

Dos aspectos merecen ser mencionados al respecto. El primero es que la magnitud de esta relación está sujeta a un alto nivel de incertidumbre, dado el rango de valores posibles que podría asumir. Esta incertidumbre se traslada al cálculo de las emisiones adicionales compatibles con una cierta meta de temperatura. Por ejemplo, si la relación asume el valor medio del rango, se podrían emitir hasta 1350 GtCO<sub>2</sub> adicionales sin exceder los 2°C de aumento. Sin embargo, las emisiones adicionales compatibles con esa meta de aumento de la temperatura podrían casi triplicarse si el valor de la relación estuviera en el rango inferior o reducirse a la cuarta parte si ese valor fuera el del rango superior. Evidentemente, esta incertidumbre sobre la relación entre emisiones y temperatura tiene consecuencias en la estimación del esfuerzo necesario de reducción de las emisiones para contener el calentamiento global.

## Recuadro 1.2

### Punto de inflexión climáticos: el caso del Amazonas

El IPCC define los puntos de inflexión climáticos como niveles de cambio en las propiedades del sistema climático a partir de los cuales este se reorganiza, generalmente en forma abrupta, y no retorna al estado inicial, incluso aunque se reduzca o desaparezca la causa del cambio. Un punto de inflexión cuya posible ocurrencia se enmarca en los límites geográficos de la región es la pérdida de la selva amazónica.

Una característica relevante de las selvas tropicales es que se sustentan en condiciones muy húmedas que son favorecidas por la misma vegetación. A medida que el bosque se satura con fuertes lluvias, una parte de esa humedad regresa a la atmósfera por la combinación de la evaporación de la humedad del suelo y la transpiración de la humedad de las plantas (fenómeno que se denomina evapotranspiración). De esta forma, la atmósfera se mantiene húmeda, generando más precipitaciones. En la década de los setenta, el científico brasileño Eneas Salati demostró que este ciclo hidrológico del Amazonas genera alrededor de la mitad de su propia precipitación (Lovejoy y Nobre, 2019).

En la medida que la degradación o pérdida de los bosques amazónicos continúen —como resultado de la deforestación, las sequías y los incendios inducidos por el cambio climático—, podría alcanzarse un umbral en el que las precipitaciones que estos bosques generan sean insuficientes para mantener su condición de bosque tropical y se conviertan en sabanas herbáceas. Lovejoy y Nobre (2019) estiman que este umbral podría alcanzarse si la deforestación del Amazonas supera entre el 20 % y el 25 % de su superficie. Si bien la evidencia recopilada por el IPCC (2021a) sugiere que la probabilidad de traspasar este umbral antes de 2100 es baja, estos resultados son una señal de alerta que resalta la importancia de las políticas de conservación de los recursos forestales.

El segundo aspecto a destacar es que, por encima del umbral de 2°C de calentamiento, la relación entre emisiones y aumentos de la temperatura es aún más incierta debido a que existe un alto riesgo de superar lo que se conoce como puntos de inflexión climáticos (lo que inglés se conoce como *tipping points*) (IPCC, 2021a). Estos puntos de inflexión son umbrales que, de ser traspasados, activarían mecanismos que se refuerzan a sí mismos y podrían desencadenar cambios significativos e incluso irreversibles en el sistema climático (o en algún entorno de este). Un caso emblemático para la región es la posible desaparición de los bosques del Amazonas, como se describe en el recuadro 1.2. Evaluar los riesgos de que se produzcan estos efectos es una tarea compleja debido a que, entre otras razones, no existen observaciones históricas de temperaturas en esos niveles que permitan calibrar los modelos climáticos. No obstante, los resultados de las simulaciones realizadas sugieren que superar los 2°C de calentamiento global conllevaría un alto riesgo de provocar impactos en la biosfera que no tendrían retorno, como extinciones masivas de especies, inundación permanente en determinadas áreas y pérdida de viabilidad de cultivos, entre otras calamidades.

### Otros gases de efecto invernadero y la importancia del metano

El CO<sub>2</sub> es el principal GEI de origen antropogénico y representa, según datos de 2019, el 75 % de las emisiones anuales de estos gases a nivel global (con el 64 % proveniente de los combustibles fósiles y el 11 % del uso del suelo). El resto de los GEI de origen antropogénico que contribuyen al calentamiento global se conforma con las emisiones de metano (18 %), óxido nitroso (5 %) y gases fluorados (2 %).

La participación de los distintos gases en el total de emisiones se ha mantenido relativamente constante en los últimos 30 años.

El impacto de cada gas en el calentamiento global es diferente y depende principalmente de dos factores: el tiempo que permanece en la atmósfera y su capacidad de absorber la energía que irradia la Tierra. A diferencia del CO<sub>2</sub>, que puede durar cientos o miles de años en la atmósfera, la permanencia de los otros gases es relativamente corta: alrededor de 10 años en el caso del metano, hasta dos décadas en el caso de los gases fluorados y poco más de cien años en el caso del óxido nitroso (IPCC, 2021a). Estos gases de menor duración en la atmósfera tienen, en general, mayor capacidad para retener la energía que irradia la Tierra<sup>6</sup>. En particular, el metano puede absorber hasta 80 veces más energía que la misma cantidad de masa de CO<sub>2</sub> durante las primeras décadas.

Por lo tanto, para agregar las cantidades de gases distintos al CO<sub>2</sub>, es necesario convertirlas a su equivalente en términos de CO<sub>2</sub> (que se denota como CO<sub>2</sub>eq). Por convención, se utiliza como factor de conversión el potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años (PCG-100). Según este, una unidad de metano tiene un impacto en el calentamiento global similar al de 27-30 unidades de CO<sub>2</sub> en un período de 100 años (IPCC, 2021a)<sup>7</sup>.

El metano es el segundo GEI más importante en cantidad de emisiones después del CO<sub>2</sub>. El 40 % de las emisiones antropogénicas de metano provienen del sector agropecuario (tres cuartas partes de la digestión de los rumiantes y la gestión del estiércol y una cuarta parte del cultivo de arroz), el 32 % procede de los combustibles fósiles (dos tercios del petróleo y el gas y un tercio del carbón), el 20 % de los residuos (principalmente vertederos y residuos sólidos) y el

<sup>6</sup> Los GEI como el metano y los gases fluorados integran los llamados forzadores climáticos de vida corta, entre los que además se encuentran pequeñas partículas, como los aerosoles (que al reflejar la radiación solar tienden a enfriar el clima) y el carbono negro, conocido comúnmente como hollín (que, al absorber energía, tiende a calentar el clima). La importancia de los forzadores climáticos de vida corta es que sus efectos en el clima se concentran cerca del lugar en el que se emiten y su cantidad cambia rápidamente cuando las emisiones varían. Además, algunos de estos compuestos afectan la calidad del aire y el agua.

<sup>7</sup> El PCG-100 es una medida de la cantidad de energía que la emisión de una unidad de un gas absorbe durante un período de tiempo determinado (en este caso, 100 años) con relación a la emisión de una unidad de CO<sub>2</sub>. El metano tiene un PCG-100 igual a 30 si proviene de fuentes fósiles y a 27 si proviene de otras fuentes, como la ganadería. Si en lugar de convertir el metano a su equivalencia de carbono utilizando el PCG-100 se emplea el PCG-20, es decir, el potencial de calentamiento en un horizonte de 20 años, la importancia relativa del metano se incrementa en varias veces, lo que realzaría la relevancia de reducir sus emisiones.





8 % restante se emite a través de la quema de biomasa y biocombustibles (Saunois et al., 2020)<sup>8</sup>.

Reducir las emisiones antropogénicas de metano es clave para combatir el calentamiento global en el corto plazo. Por su corta duración en la atmósfera, el impacto del metano en el clima no se explica por las emisiones históricas, sino por el flujo de emisiones presentes. Esto significa que, dada la elevada capacidad del metano de absorber la radiación que emite la Tierra, disminuir las emisiones de este gas es una estrategia que permitiría reducir relativamente rápido los índices de calentamiento global. De manera alentadora, en la actualidad existen soluciones tecnológicas que permitirían disminuir las emisiones de metano de origen antropogénico a la mitad en una década y con costos relativamente bajos. Estas incluyen, por ejemplo, la reducción de las emisiones fugitivas en las industrias de petróleo y gas o la captura de las emisiones de metano de los vertederos. El aprovechamiento de estas tecnologías

permitiría moderar el aumento de las temperaturas en las próximas décadas, favoreciendo la adaptación de los ecosistemas y los seres humanos al cambio climático (Ocko et al., 2021).

## ●● Reducir las emisiones antropogénicas de metano es clave para combatir el calentamiento global en el corto plazo

Por otro lado, el metano es precursor del ozono troposférico, que resulta tóxico tanto para los seres humanos como para las plantas. Esto significa que las emisiones de metano afectan la calidad del aire y el rendimiento de los cultivos a través de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, la reducción de las emisiones de metano también traería beneficios para la salud pública y la productividad agrícola.

## Ecosistemas, biodiversidad y su interrelación con el cambio climático y las actividades humanas

Los ecosistemas se refieren a la asociación de organismos vivos con las características (físicas y químicas) del medio en el que habitan. Su importancia está asociada no solo a la capacidad de regular el clima (a través de la absorción de CO<sub>2</sub>), sino también a que son fuente de alimentos, agua, materias primas y medicinas, además de proveer protección contra eventos climáticos extremos, hábitat para diferentes especies, la conservación de la diversidad genética y actividades recreativas, entre muchos otros beneficios. La biodiversidad (o diversidad biológica) se refiere a la variedad de genes y especies que alberga un ecosistema, así como a la variedad de ecosistemas<sup>9</sup>. La variedad, cantidad y calidad de servicios ecosistémicos dependen, entre otros factores, de la riqueza en biodiversidad que contienen.

La biodiversidad y los ecosistemas se interrelacionan estrechamente con el cambio climático; a su vez, los tres se vinculan directamente con la acción humana. La figura 1.1 ilustra, de manera simplificada, las complejas y múltiples interacciones entre esos tres elementos. La relación bidireccional entre el clima y la biodiversidad aparece en la parte superior del esquema. Como ya se mencionó, un servicio ecosistémico de gran relevancia para enfrentar el cambio climático es la regulación del clima global a través de la captura y el almacenamiento de carbono. Los ecosistemas también contribuyen a regular el clima regional y local, por ejemplo, por medio de la influencia de los bosques sobre las precipitaciones.

<sup>8</sup> Las emisiones antropogénicas representan un 60 % de las emisiones totales de metano; el otro 40 % procede de fuentes naturales, como los cuerpos de agua dulce (humedales, lagos y ríos), las liberaciones geológicas, los animales salvajes, las termitas y el permafrost.

<sup>9</sup> Según la Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés), la biodiversidad se refiere a la "riqueza de organismos vivos de todas las fuentes, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte. Esto incluye la variabilidad de atributos genéticos, fenotípicos, filogenéticos y funcionales, así como los cambios en la abundancia y la distribución a lo largo del tiempo y del espacio dentro y entre las especies, las comunidades biológicas y los ecosistemas" (IPBES, 2018).



## La biodiversidad y los ecosistemas se interrelacionan estrechamente con el cambio climático; a su vez, los tres se vinculan directamente con la acción humana

El cambio climático, a su vez, altera los ecosistemas y la biodiversidad y se convierte en una amenaza para la naturaleza y los beneficios que esta brinda a las personas. El aumento de las temperaturas, la disminución de las precipitaciones, las sequías prolongadas y los mayores incendios que estas suelen traer aparejadas provocan la degradación de los bosques y exacerban el cambio climático (Gatti

et al., 2021; Grantham et al., 2020). Estas perturbaciones también afectan la estructura y función de los ecosistemas y las interacciones entre las especies y sus áreas de distribución geográfica, lo que se traduce en cambios en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Pacheco et al., 2010; Parmesan, 2006; Ribeiro Lima y AghaKouchak, 2017; Trisos et al., 2020). La acidificación y el calentamiento de los océanos están afectando los arrecifes de coral tropicales. Los cambios regionales en la temperatura de la atmósfera y del océano afectan la extensión de los glaciares, las precipitaciones, el caudal de los ríos, las corrientes eólicas y oceánicas y el nivel del mar, entre muchas otras características ambientales que, en conjunto, tienen impactos adversos en los ecosistemas y la biodiversidad (Pörtner et al., 2021).

**Figura 1.1**

Interrelación entre el cambio climático, los ecosistemas, la biodiversidad y la actividad humana



Fuente: Elaboración propia.

En la base de la relación entre el cambio climático y la biodiversidad están las actividades humanas. El creciente progreso económico de los dos últimos siglos ha estado asociado a la generación de energía a partir de los combustibles fósiles y a cambios en el uso de la tierra para la producción de alimentos y materias primas. Por un lado, esto ha traído aparejado un aumento de las emisiones de GEI que causan el cambio climático. Por otro, la sobreexplotación de los recursos naturales y la transformación de los ecosistemas —por ejemplo, la conversión de coberturas naturales en tierras agrícolas y ganaderas— alteran el hábitat de muchas especies y provocan pérdidas de diversidad biológica en todo el mundo (IPBES, 2018). La pérdida de hábitat es la principal causa de extinción de especies a nivel mundial, seguida por las invasiones biológicas, siendo ambas responsables del estado de amenaza de más del 70 % de las especies (Pimm et al., 2014).

Los ecosistemas y su biodiversidad no solamente proporcionan medios de subsistencia y otros beneficios para las personas, sino que también son fuente de protección y adaptación ante los riesgos emergentes del cambio climático. Por ejemplo, los manglares y los arrecifes de coral brindan protección

a las poblaciones costeras ante fenómenos meteorológicos extremos, como las marejadas. Por lo tanto, el deterioro de las funciones ecosistémicas y la pérdida de biodiversidad, junto con los riesgos del cambio climático, suponen importantes amenazas para los medios de vida de las personas, la seguridad alimentaria y la salud pública.

En los siguientes apartados se realiza una primera aproximación a la importancia de estos canales de interacción desde la perspectiva de América Latina y el Caribe. En primer lugar se exponen los principales impactos del cambio climático en los países de la región, para, posteriormente, proporcionar una radiografía de los patrones regionales de emisiones de GEI.

En el capítulo 2 de este reporte, se analiza en profundidad la relación entre las actividades económicas y el cambio climático, con un foco particular en los sectores productores de energía y agropecuario, pero sin descuidar otros sectores relevantes para las economías de la región, como el transporte, la industria, la minería y el turismo. En el capítulo 3 se analiza en profundidad la importancia de los ecosistemas y la biodiversidad y su interacción con las actividades humanas.

## Impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe

Los impactos del cambio climático en la población y en los ecosistemas dependen tanto de la exposición como de la vulnerabilidad ante las diversas amenazas climáticas. Estas amenazas se refieren a manifestaciones del cambio climático, como las mencionadas en el subapartado “Origen antropogénico del cambio climático”, e incluyen las temperaturas extremas, las inundaciones, las sequías prolongadas, el aumento del nivel del mar y las tormentas tropicales, entre otras. La exposición se define como la presencia de personas, medios de vida y recursos económicos, ecosistemas, especies o recursos naturales en lugares y entornos que podrían verse afectados. La vulnerabilidad es la propensión a verse afectado negativamente y depende de factores como la sensibilidad al daño y la falta de capacidad para afrontarlo y adaptarse (IPCC, 2022a).

● ●  
**La capacidad de hacer frente a las amenazas climáticas y adaptarse a ellas es menor en las regiones con altos niveles de pobreza y desigualdad, debilidad institucional y bajos niveles de acceso a servicios básicos y capacidades estatales**

La capacidad de hacer frente a las amenazas climáticas y adaptarse a ellas es menor en las regiones y poblaciones con altos niveles de pobreza y desigualdad, debilidad institucional y bajos niveles de acceso a servicios básicos y capacidades estatales. Estos déficits de desarrollo están presentes en numerosas comunidades de América Latina y el Caribe (en

particular en poblaciones indígenas (ver Schipper et al., 2022), lo que lleva a que muchos países de la región se encuentren entre los más vulnerables al cambio climático, solo superados por algunos Estados de África, el sur de Asia y el Pacífico.

En este sentido, el cambio climático puede exacerbar las vulnerabilidades existentes. El estudio de Jafino et al. (2020) muestra que, en ausencia de inversiones en adaptación, el cambio climático podría empujar a más de 100 millones de personas en todo el mundo a la pobreza extrema para 2030. En América Latina y el Caribe, entre 2,4 y 5,8 millones de personas podrían caer en esta situación. El principal canal que explica este resultado en el conjunto de la región es el aumento en la prevalencia de enfermedades transmitidas por vectores y por el agua que afectan a los hogares de bajos ingresos y los atrapan en la pobreza. Otros canales son la caída de los ingresos agrícolas, el aumento en el precio de los alimentos, las pérdidas por desastres naturales y el descenso de la productividad laboral.

No obstante, América Latina y el Caribe abarca un territorio extenso y es una región muy heterogénea en sus condiciones socioeconómicas y su riqueza de ecosistemas y biodiversidad. Por ello, tanto las amenazas climáticas, como la exposición y la vulnerabilidad ante estas pueden variar significativamente entre países, comunidades e individuos al interior de la región. Esto implica que los impactos esperados y las necesidades de inversión en adaptación también varían en función del contexto.

Bajo esta premisa, el resto de este apartado analiza con mayor detalle los principales riesgos del cambio climático en la región. Primero se discuten los riesgos asociados a los cambios paulatinos en las características del clima o sus consecuencias, como el aumento de la temperatura media o el cambio en los patrones de precipitación, el incremento en la aridez de los suelos y el aumento del nivel, acidez y temperatura de los océanos. Luego se analizan los riesgos derivados de la mayor frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos.

## Efectos de los cambios paulatinos en las características del clima

En las próximas décadas, las temperaturas medias continuarán aumentando en toda la región, las lluvias se incrementarán en algunas zonas y disminuirán en otras y muchas partes se volverán más áridas. Así lo muestran las proyecciones climáticas para la región, que fueron elaboradas específicamente para este reporte por el Centro de Cambio Global UC<sup>10</sup> (CCG-UC, 2023). Para la construcción de estos escenarios se utilizan las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP, por sus siglas en inglés), las cuales describen distintos senderos que podría seguir el mundo en el siglo XXI en ausencia de una política climática global (IPCC, 2021a, Riahi et al., 2017). Las SSP reflejan que las condiciones del clima variarán en función de las emisiones y que estas dependerán a su vez del nivel y el patrón de desarrollo global. El recuadro 1.3 describe estas trayectorias y cómo se introducen los objetivos climáticos, mientras que el recuadro 1.4 explica

con más detalle estas proyecciones climáticas y presenta las principales conclusiones.



**Las temperaturas medias continuarán aumentando en toda la región, las lluvias se incrementarán en algunas zonas y disminuirán en otras y muchas partes se volverán más áridas**

<sup>10</sup> Esta institución es un centro interdisciplinario de investigación nacido de la alianza de cinco facultades de la Pontificia Universidad Católica (UC) de Chile.

## Recuadro 1.3

### Las trayectorias socioeconómicas compartidas y los objetivos climáticos

Las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP) son cinco posibles senderos futuros, determinados por la evolución de las principales variables socioeconómicas a nivel mundial (como la población, el crecimiento económico, el progreso tecnológico y la tasa de urbanización, entre otras), en ausencia de esfuerzos coordinados para reducir las emisiones. Fueron elaborados por la comunidad científica internacional y son un insumo fundamental para la elaboración de políticas climáticas<sup>a</sup>.

Cada una de estas SSP tiene asociada una narrativa sobre cómo sería el mundo durante este siglo. La SSP1 se refiere a un mundo de crecimiento centrado en la sostenibilidad, con un desarrollo inclusivo que respeta el medio ambiente; la SSP2 describe un mundo “a mitad de camino”, en el que las tendencias sociales, económicas y tecnológicas no se alejan demasiado del patrón histórico; la SSP3 es un mundo fragmentado en el que resurgen los nacionalismos; la SSP4 es un mundo con una desigualdad creciente en materia de oportunidades económicas y poder político entre países; y la SSP5 presenta un mundo con un rápido crecimiento económico basado en el uso intensivo de los combustibles fósiles<sup>b</sup>.

Para analizar los efectos de la política climática, estas trayectorias se combinan con distintos escenarios de reducción de emisiones, que se definen en términos de una meta de concentración de GEI en la atmósfera para 2100. Se han modelado seis escenarios de reducción de emisiones, representados por los valores numéricos 1.9, 2.6, 4.5, 6.0, 7.0 y 8.5, donde un valor mayor implica una mayor concentración de GEI en el futuro y, por lo tanto, un mayor calentamiento global (o, en otras palabras, una menor reducción de las emisiones con respecto al escenario sin política climática).

De todas las combinaciones posibles (de las cinco SSP y los seis niveles de ambición climática), la comunidad internacional y el IPCC han seleccionado las siguientes para elaborar las proyecciones climáticas:

- SSP1-1.9 Desarrollo sostenible - emisiones muy bajas.
- SSP1-2.6 Desarrollo sostenible - emisiones bajas.
- SSP2-4.5 A mitad de camino - emisiones intermedias.
- SSP3-7.0 Regionalismo - emisiones altas.
- SSP4-6.0 Desigualdad - emisiones medio altas.
- SSP5-8.5 Desarrollo basado en fósiles - emisiones muy altas.

Estas mismas combinaciones se utilizan en los escenarios climáticos para América Latina y el Caribe presentados por el CCG-UC (2023) y resumidos en este capítulo.

a. Las SSP son utilizadas en el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (2021a) como base para las proyecciones climáticas y reemplazan a las trayectorias de concentración representativas (RCP, por sus siglas en inglés), utilizadas en el Quinto Informe de Evaluación (IPCC, 2014).

b. Para una caracterización más completa de las SSP ver Riahi et al. (2017).



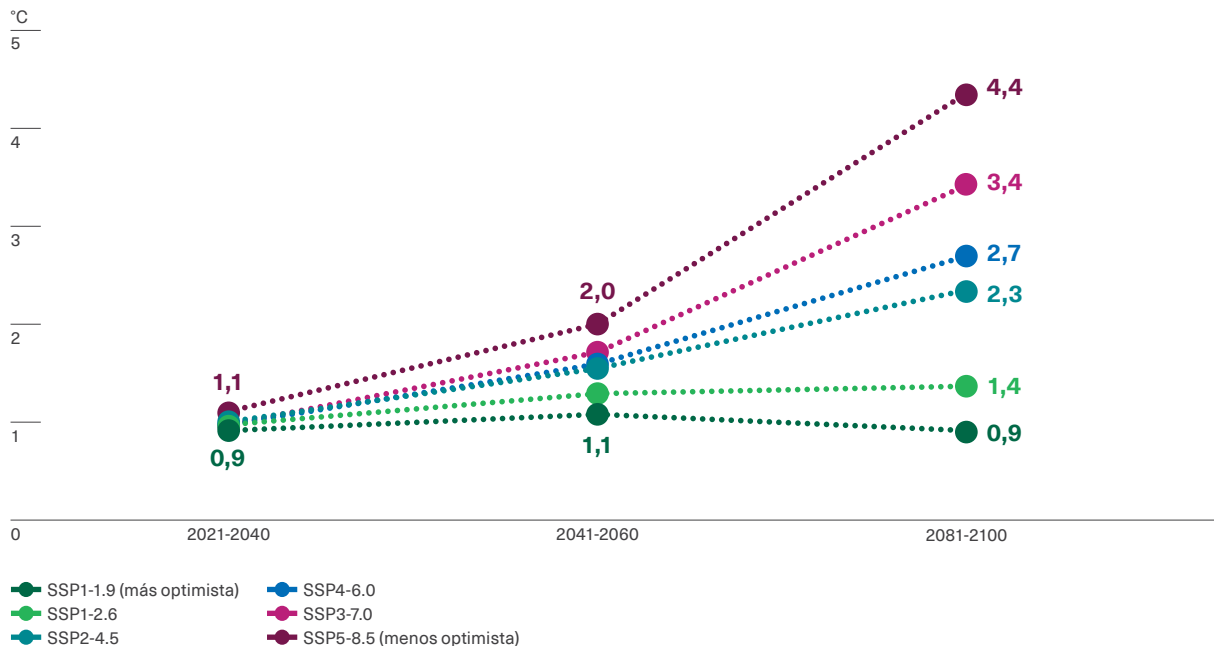
## La temperatura media proyectada para América Latina y el Caribe en 2021-2040 es 1°C más alta que en 1985-2014

Un resultado destacado de estos escenarios es el aumento inevitable de la temperatura media en el corto plazo, como muestra el gráfico 1.2. En promedio para todos los países de la región, la temperatura media proyectada para el período 2021-2040 es de alrededor de 1°C más alta que durante 1985-2014, el período

de referencia, con poca diferencia entre los distintos escenarios de emisiones globales de GEI<sup>11</sup>. Esto es un aumento significativo si se tiene en cuenta que la temperatura media en la región durante 1985-2014 ya era más alta que en la era preindustrial (aproximadamente entre 0,6°C y 0,8°C más). En períodos más lejanos, el aumento de las temperaturas es más sensible a lo que ocurra con las emisiones globales. Por ejemplo, para el período 2081-2100, la temperatura media de la región será 0,9°C más alta que en el período de referencia si las emisiones globales de GEI son muy bajas y 4,4°C mayor si se sigue un sendero de emisiones globales de GEI muy elevadas.

### Gráfico 1.2

Futuros aumentos de temperatura promedio en América Latina y el Caribe en diferentes períodos con respecto a 1985-2014 según la trayectoria socioeconómica compartida



**Nota:** El gráfico muestra los aumentos de temperatura en ALC en tres períodos (2021-2040, 2041-2060 y 2081-2100) respecto del período de referencia (1985-2014), ante distintas trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP). Estos aumentos de temperatura se calculan como el promedio simple de los aumentos de temperatura de los países que conforman la región. El gráfico considera a 27 países con información sobre el aumento esperado de la temperatura para distintos períodos con respecto a 1985-2014, pertenecientes a la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC). La lista de países se puede consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos del CCG-UC (2023).

11 Estos resultados surgen de promediar las proyecciones de diferentes modelos climáticos tomados por el CCG-UC (2023) del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados en su fase 6 (CMIP6, por sus siglas en inglés), cada uno de los cuales tiene asociado un cierto grado de incertidumbre dado por la diversidad de trayectorias de concentración de GEI y otros forzadores climáticos que pueden ocurrir.

## Recuadro 1.4

### Escenarios climáticos para América Latina y el Caribe

El estudio del CCG-UC (2023) presenta proyecciones climáticas para 33 países de esta región en tres horizontes temporales: un periodo futuro cercano (2021-2040), uno intermedio (2041-2060) y uno lejano (2081-2100). Los escenarios climáticos se caracterizan en función de los cambios esperados en tres variables climáticas: 1) las temperaturas medias, 2) las precipitaciones y 3) la evapotranspiración potencial. Esta última variable es una medida de la pérdida de agua del suelo y, junto con el nivel de precipitaciones, permite calcular la disponibilidad de agua para la agricultura, el consumo humano u otros fines. Las trayectorias de emisiones futuras y variables socioeconómicas a nivel global se basan en las SSP que se describen en el recuadro 1.3.

Además de ofrecer resultados por países, estos escenarios permiten distinguir dentro de cada uno de ellos entre zonas por encima y por debajo de los 1000 metros de altitud dentro de cada uno de ellos, de manera que incorporen la influencia de la elevación del terreno sobre los patrones climáticos, por lo que tienen la ventaja de ofrecer resultados con un alto nivel de desagregación territorial<sup>a</sup>. A continuación, se presentan algunos resultados generales. En CCG-UC (2023) se pueden obtener resultados específicos para las distintas combinaciones de 3 variables climáticas, 3 períodos de tiempo, 6 trayectorias socioeconómicas comparadas, 33 países y 2 niveles de altitud.

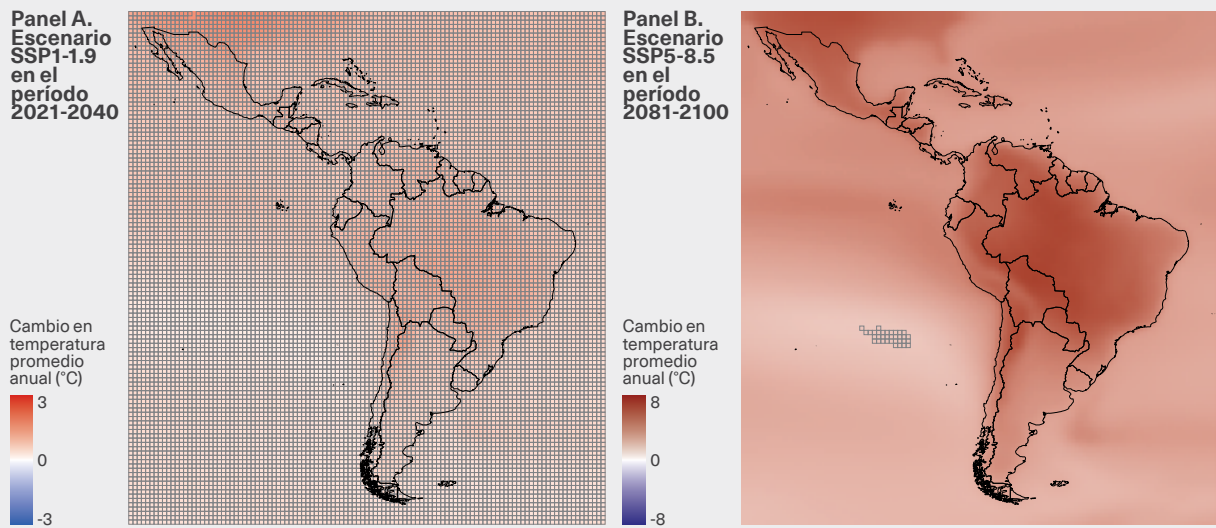
Los gráficos 1, 2 y 3 muestran los cambios esperados en temperaturas, precipitaciones y nivel de aridez, respectivamente, con relación al período 1985-2014, que se toma como referencia, tanto en el escenario climático más favorable como en el más desfavorable. El primero surge de la trayectoria socioeconómica SSP1-1.9 y el período 2021-2040, cuando todavía no se han manifestado todos los impactos del cambio climático. El segundo se obtiene con la trayectoria socioeconómica SSP5-8.5 y el período 2081-2100.

Primero, los cambios de temperatura son mayores en los escenarios más alejados en el tiempo, en las trayectorias con mayores emisiones y en aquellas zonas más alejadas de los océanos. Segundo, la dirección del cambio en las precipitaciones varía según la ubicación. Se pueden apreciar regiones donde la precipitación tiende a aumentar, como las costas de Perú y Ecuador, la cuenca del Río de La Plata y el noreste de Argentina. En cambio, las precipitaciones tienden a disminuir en el norte de Sudamérica, el Caribe, Centroamérica, parte del Amazonas, el noreste de Brasil, el centro y sur de Chile y el sur de Argentina. También se observan regiones con alto nivel de incertidumbre, como el sur de Bolivia, el norte de Chile y las regiones no costeras de Perú, Ecuador y Colombia.

Tercero, en algunas zonas se observa una tendencia hacia la desertificación, producto de la combinación de menores precipitaciones o mayor evapotranspiración. Según el índice de aridez desarrollado por Middleton y Thomas (1997), América Latina y el Caribe en su conjunto es una región relativamente húmeda, con zonas acotadas de clima semiárido (norte de México, península de Yucatán, islas del Caribe, norte de Colombia y Venezuela, noreste de Brasil, centro-norte de Chile y sur de Argentina) y zonas acotadas de clima árido-hiperárido (península de Baja California, costa de Perú y norte de Chile). De los escenarios climáticos se desprende que el nivel de aridez pasará a ser mayor en muchas regiones, mientras que disminuirá en las costas de Perú y Ecuador (incluyendo las islas Galápagos).

## Gráfico 1

Cambios esperados en la temperatura media anual para los escenarios más y menos optimistas

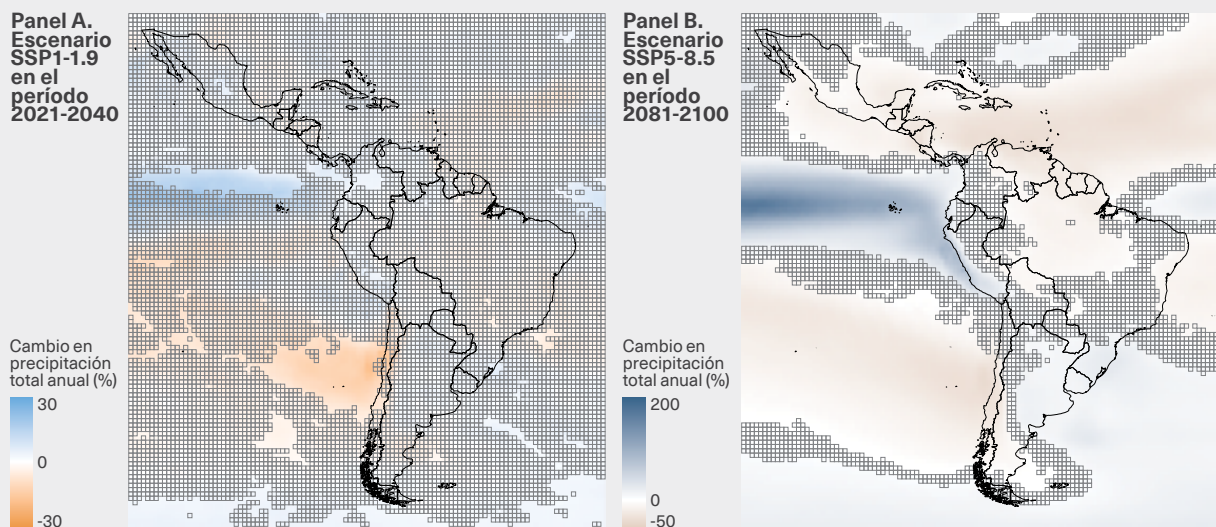


**Nota:** El gráfico muestra los cambios esperados en la temperatura media anual de la región bajo el escenario más optimista (panel A) y el menos optimista (panel B) respecto de un escenario de referencia definido para el período 1985-2014. Para visualizar estos cambios, se emplea una escala de colores continua (de azul oscuro a rojo oscuro), cuyos límites inferior y superior varían según el escenario de emisiones: de -3°C a +3°C en el escenario más optimista y de -8°C a +8°C en el menos optimista. En ambos paneles, las áreas cuadradas grises indican que no existe significatividad estadística para afirmar que los cambios en la temperatura promedio anual sean distintos de 0°C a un nivel de confianza del 95 % (P-valor < 0,05). Los 33 países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC.

**Fuente:** CCG-UC (2023).

## Gráfico 2

Cambios esperados en la precipitación total anual para los escenarios más y menos optimistas



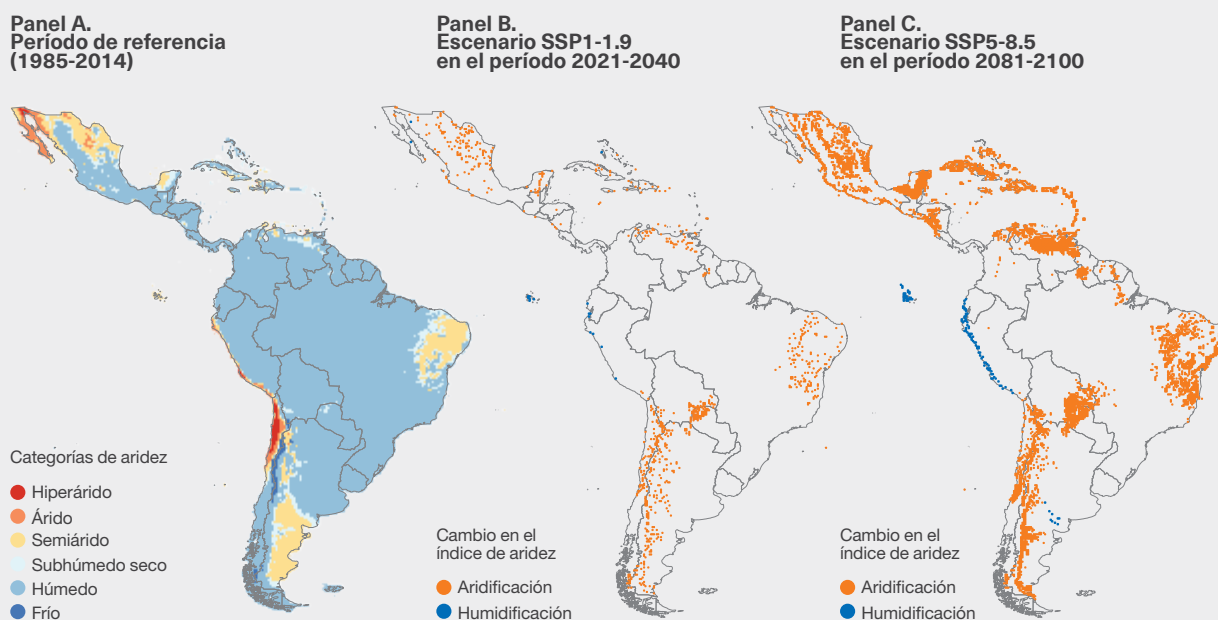
**Nota:** El gráfico muestra los cambios porcentuales esperados en la precipitación total anual de la región bajo el escenario más optimista (panel A) y el menos optimista (panel B) respecto de un escenario de referencia definido para el período 1985-2014. Para visualizar estos cambios, se emplea una escala de colores continua (de marrón a azul), cuyos límites inferior y superior varían según el escenario de emisiones: de -30 % a +30 % en el escenario más optimista y de -50 % a +200 % en el menos optimista. En ambos paneles, las áreas cuadradas grises indican que no existe significatividad estadística para afirmar que los cambios en la precipitación total anual sean distintos de 0 % a un nivel de confianza del 95 % (P-valor < 0,05). Los 33 países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC.

**Fuente:** CCG-UC (2023).



### Gráfico 3

Cambio en el índice de aridez en América Latina y el Caribe en los escenarios más y menos optimistas



**Nota:** El gráfico muestra las categorías del índice de aridez en ALC para el período de referencia definido 1985-2014 (panel A) y los cambios esperados en esa categoría bajo el escenario más optimista (panel B) y el menos optimista (panel C) con respecto al período de referencia. Las categorías son hiperárido, árido, semiárido, subhúmedo seco, húmedo y frío y se calculan en función de las proyecciones de precipitaciones y evapotranspiración potencial para cada área. La escala utilizada para visualizar estos cambios en las categorías del índice de aridez está determinada por la dirección del cambio proyectada: un cambio proyectado positivo indica que el suelo pasa a estar en una categoría más húmeda respecto de la categoría que ocupaba en el período de referencia (puntos de color azul), mientras que un cambio negativo indica que el suelo pasa a estar en una categoría más árida (puntos de color naranja). En el resto de las áreas no se proyectan cambios del índice respecto del período de referencia. Los 33 países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC.

**Fuente:** CCG-UC (2023).

a. Los escenarios climáticos elaborados por el IPCC en el marco de su Sexto Informe de Evaluación permiten obtener resultados desagregados para diez subregiones dentro de ALC (Iturbide et al., 2020).

### Temperaturas en alza y precipitaciones cambiantes

El aumento gradual de las temperaturas medias y el cambio en los patrones de precipitación, con el consiguiente aumento de la aridez en las zonas donde las lluvias disminuyen, afectan negativamente el rendimiento de los cultivos y reducen la superficie apta para la producción. Además, estos efectos varían según la localización, el tipo de cultivo, el sistema de producción y la implementación de ciertas tecnologías, como el riego artificial o el cultivo de variedades adaptadas al

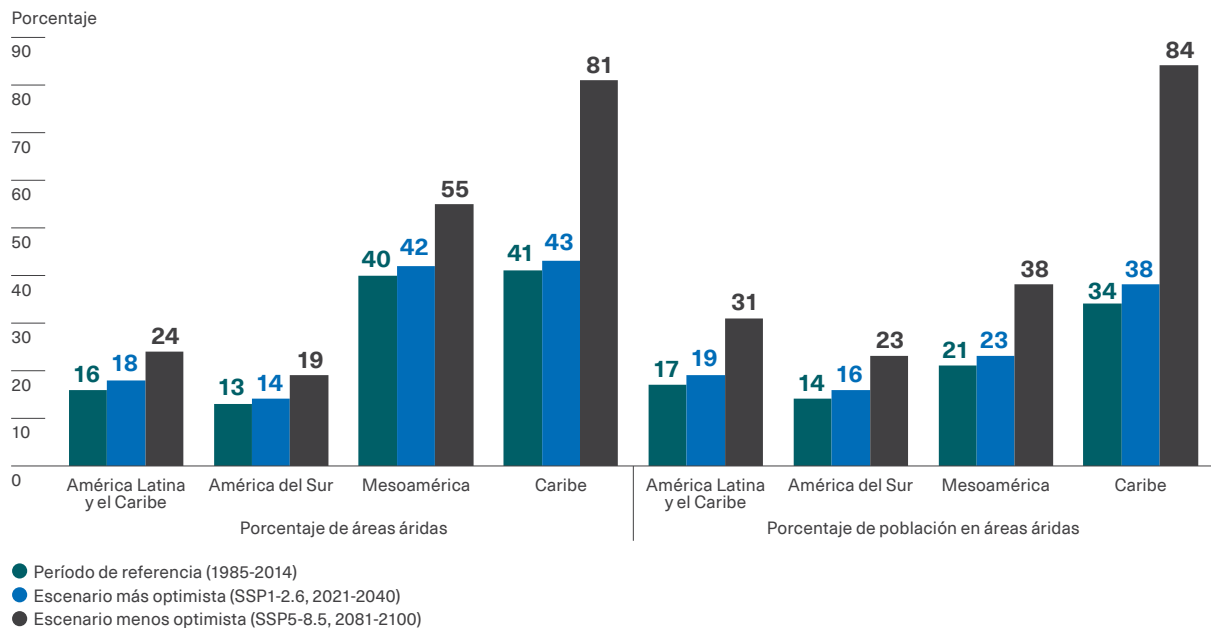
clima. En general, los efectos del cambio climático en el sector agrícola de la región son heterogéneos, con impactos negativos en las áreas tropicales y subtropicales e impactos leves o incluso efectos positivos en las zonas templadas (ver más detalles en Cristini, 2023, un estudio elaborado especialmente para este reporte). Estos impactos y las consiguientes necesidades de inversión para aumentar la resiliencia de la producción agrícola en la región se discuten con mayor profundidad en el capítulo 2 de este reporte. Aquí se resumen algunos resultados generales.

Los países de Mesoamérica<sup>12</sup> y el Caribe están muy expuestos al aumento de la aridez de la tierra como consecuencia de las mayores temperaturas y las menores lluvias, según se depende de los escenarios climáticos elaborados por el CCG-UC (2023). El gráfico 1.3 muestra los porcentajes de superficie y de población en tierras áridas en 1985-2014 (período de referencia) y en dos escenarios climáticos futuros. Como se observa, en el período de referencia, el 40 % y el 41 % de la superficie total de Mesoamérica y el Caribe se clasifica como árida y en ella residen el 21 % y el 34 % de la población, respectivamente. La superficie árida aumentará en el futuro, independientemente del escenario climático que se considere. El

mayor incremento ocurriría en el Caribe para finales de siglo en un escenario de emisiones muy altas: el 81 % de la superficie sería árida, abarcando territorios en los que actualmente vive el 84 % de la población.

● ●  
**Los efectos del cambio climático en el sector agrícola son heterogéneos, con impactos negativos en las áreas tropicales y subtropicales e impactos leves o incluso efectos positivos en las zonas templadas**

**Gráfico 1.3**  
 Superficie y población en áreas áridas en 1985-2014 y en los escenarios más y menos optimistas



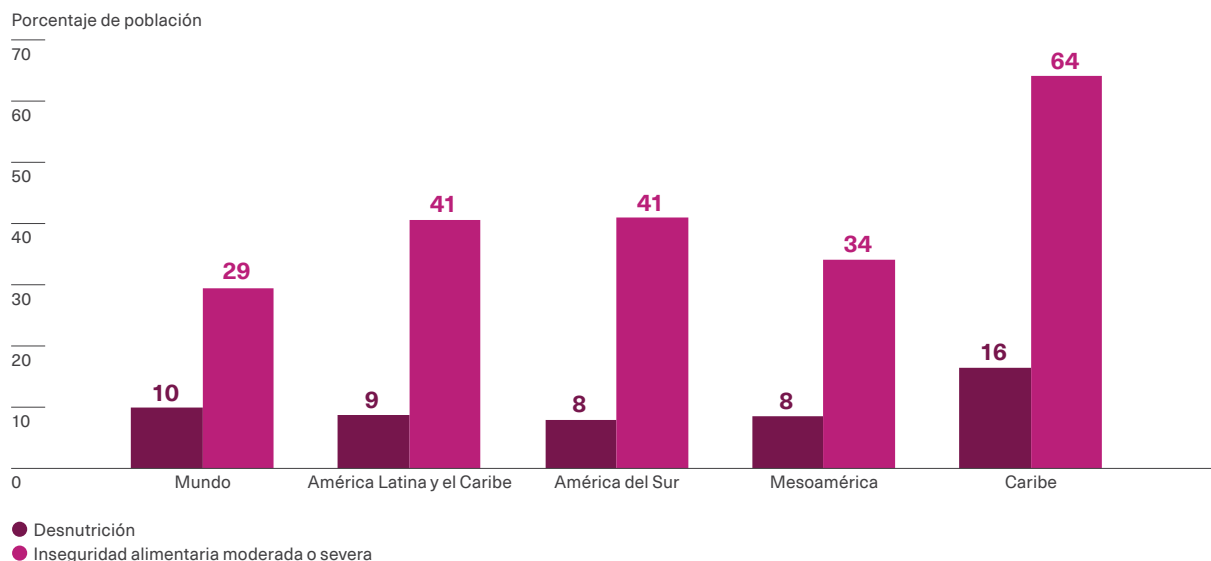
**Nota:** El gráfico muestra la participación de las áreas áridas respecto del área total y el porcentaje de población que habita en ellas respecto de la población total según subregiones de ALC para el período 1985-2014 y los escenarios más y menos optimistas elaborados por el CCG-UC (2023). Los datos de población son estimaciones para el año 2020. Se consideran áreas áridas aquellas categorizadas con clima hiperárido, árido, semiárido y subhúmedo seco según los resultados del índice de aridez, calculado en función de las precipitaciones y evapotranspiración potencial de cada área. La lista de países considerados en cada zona geográfica se pueden consultar en el cuadro A 1.2 del apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de CCG-UC (2023) y la serie de datos GHS-POP (Schiavina et al., 2022).

12 Si bien Mesoamérica es un término originalmente utilizado para hacer referencia a un espacio geográfico e histórico que abarca solo desde la mitad meridional de México hasta el noreste de Costa Rica, en este reporte incluye la totalidad de esos dos países y el resto de Centroamérica. En el cuadro A 1.2 del apéndice del capítulo disponible en línea, se puede ver el detalle de la composición de este y otros grupos de países.

## Gráfico 1.4

Inseguridad alimentaria moderada o severa y desnutrición en el mundo, América Latina y el Caribe y sus subregiones en 2021



**Nota:** La lista de países incluidos en cada subregión se pueden consultar en el cuadro A 1.2 del apéndice del capítulo disponible en línea. En la categoría "mundo", se incluyen los 33 países de ALC y 171 países para los que se cuenta con información de desnutrición e inseguridad alimentaria.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de FAO et al. (2023).

Estas regiones, sobre todo Centroamérica y el Caribe, son particularmente vulnerables al aumento de la aridez por varias razones. Por un lado, el grueso de la producción agrícola depende del agua de lluvia para suplir las necesidades hídricas de los cultivos. Según datos espaciales para 2017 tomados de Gauthier et al. (2021), el 90 % de las tierras de cultivo de Centroamérica y el 94 % de las del Caribe son de secano.

● ●

**En regiones donde predomina la agricultura familiar orientada al autoconsumo, los impactos del cambio climático pueden agravar los problemas de seguridad alimentaria y nutricional de la población**

Por otro lado, en estas regiones predomina la agricultura familiar, en gran medida orientada al autoconsumo, y buena parte de los ingresos laborales de los hogares provienen del sector agrícola. Todo esto lleva a que los impactos del cambio climático puedan agravar los problemas de seguridad alimentaria y nutricional de la población<sup>13</sup>. Como se observa en el gráfico 1.4, el 64 % de la población del Caribe sufre problemas de inseguridad alimentaria moderada o severa y el 16 % tiene desnutrición, en ambos casos por encima del promedio mundial. En Mesoamérica y América del Sur, si bien los porcentajes de población con inseguridad alimentaria son más bajos que en el Caribe, también se ubican por encima del promedio mundial. Estas cifras realzan la importancia de las políticas de adaptación ante el cambio climático que se discuten en el capítulo 2.

<sup>13</sup> Los problemas de seguridad alimentaria y nutricional en la región tienen raíces más profundas, que se vinculan con el magro crecimiento económico y la alta desigualdad de ingresos (FAO et al., 2023).

En cambio, en las latitudes templadas, el aumento de las temperaturas y la extensión de la temporada de cultivo tienden a expandir el área con potencial de producción. En gran parte del Cono Sur, así como en México, predominan las explotaciones de mayor tamaño, más intensivas en capital y dotadas con tecnologías más avanzadas, que en general se orientan a la agricultura comercial exportadora. En esos países, el aumento de las temperaturas, los cambios en los regímenes de lluvias, las sequías y la aridez del suelo aumentan la incertidumbre que es intrínseca a la producción agropecuaria (Cristini, 2023).

El cambio en los patrones de precipitación, sumado al aumento de las temperaturas, constituye una amenaza para los recursos hídricos. Estos recursos se distribuyen de manera heterogénea en la región. Mientras que en América del Sur y Mesoamérica la disponibilidad de agua dulce por habitante es alta (aunque con marcadas diferencias dentro de estas regiones y en el interior de cada país), los países del Caribe se encuentran al límite del estrés hídrico. Con el cambio climático, la disponibilidad del recurso hídrico se reducirá o cambiará estacionalmente, lo que afectará la posibilidad de su uso para fines productivos, la conservación de los ecosistemas y el sostenimiento de los medios de vida, especialmente donde no existe capacidad de almacenamiento o regulación del recurso (Vicuña et al., 2020).

Uno de los sectores productivos que puede verse más afectado por la menor disponibilidad de recursos hídricos es la agricultura, que explica alrededor del 70 % del uso total de agua en la región (aun cuando la mayor parte de las tierras de cultivo son de secano). Otro sector que demanda una gran cantidad de agua en comparación con otras regiones del mundo es el energético, por su uso para la generación hidroeléctrica. En cuanto al consumo humano, si bien ha habido mejoras en el acceso en las zonas urbanas, en las zonas rurales este acceso sigue siendo un gran desafío para muchos países de la región. La disponibilidad y calidad del agua potable para consumo humano es particularmente vulnerable a los eventos climáticos extremos por los posibles daños en la infraestructura que permite el acceso al recurso (Vicuña et al., 2020). El apartado “Efectos de eventos extremos relacionados con el cambio climático” analiza los riesgos asociados a este tipo de eventos.

## Aumento del nivel del mar

El aumento del nivel del mar es un efecto del cambio climático de avance lento pero constante, con impactos negativos sobre la población y los ecosistemas costeros. Según datos del período 2006-2018, el nivel del mar está creciendo unos 4 mm por año, lo que representa una aceleración con respecto al ritmo de crecimiento de décadas anteriores, y se espera que aumente entre 10 cm y 25 cm más hasta 2050 (IPCC, 2022a).



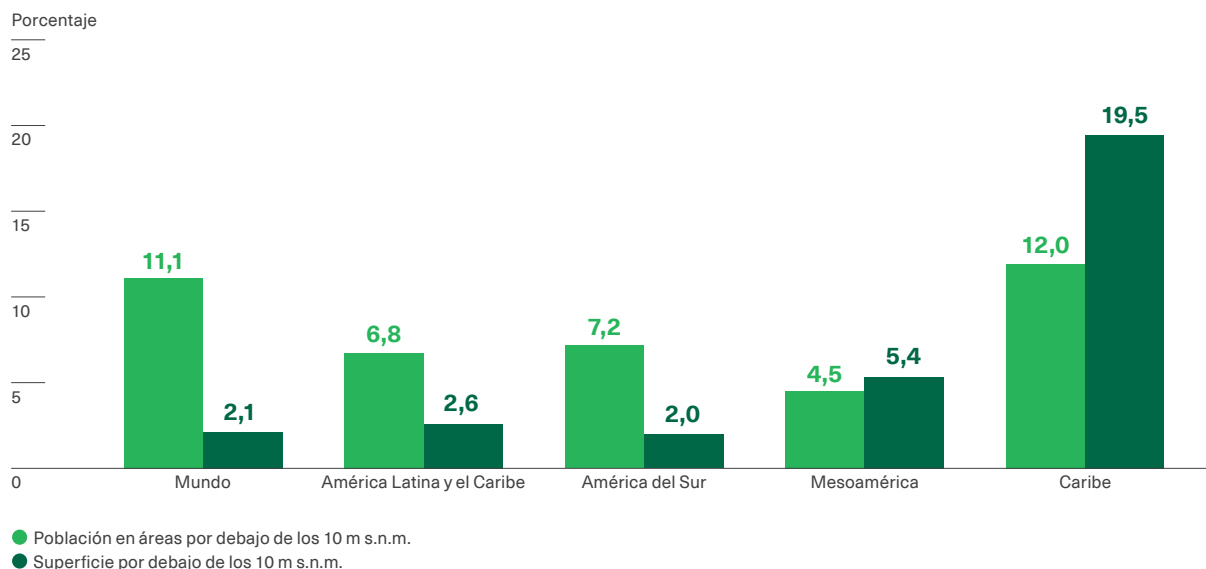
**Los países de la región más expuestos al aumento del nivel del mar son Surinam, Bahamas y Guyana, todos con cerca del 90 % de su población residiendo en terrenos de baja elevación**

Un indicador de la exposición de América Latina y el Caribe al aumento paulatino del nivel del mar es el porcentaje de superficie y población que se encuentra en zonas de baja elevación. El gráfico 1.5 muestra este indicador según datos de 2015, tanto a nivel global como del conjunto de la región y sus subregiones. En el mundo, el 11 % de la población se concentra en los primeros 10 metros de elevación sobre el nivel del mar, en un área que representa el 2 % de la superficie total. En América Latina y el Caribe, los primeros 10 metros de elevación albergan a casi el 7 % de la población (unos 45 millones de personas) y representan casi el 3 % de la superficie total. La situación es más dramática en el Caribe, donde las zonas costeras de baja elevación albergan al 12 % de la población y representan una quinta parte de la superficie. A nivel de países, los más expuestos de la región al aumento del nivel del mar son Surinam, Bahamas y Guyana, todos con cerca del 90 % de su población residiendo en terrenos de baja elevación.



### Gráfico 1.5

Población y superficie en zonas de baja elevación en el mundo, América Latina y el Caribe y subregiones en 2015



**Nota:** El gráfico muestra el porcentaje de población y superficie que se encuentra por debajo de los 10 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en el año 2015 por áreas geográficas. La lista de países incluidos en cada subregión se pueden consultar en el cuadro A 1.2 del apéndice del capítulo disponible en línea. En la categoría "mundo", se incluyen los 33 países de ALC y 191 países para los que se cuenta con información de población y superficie a esa altitud.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de CIESIN y CIDR (2021).

La superficie y la infraestructura construida en terrenos poco elevados podrían quedar por debajo del nivel que podría alcanzar el mar hacia finales de siglo. De acuerdo con las estimaciones de Reguero et al. (2015), dependiendo del ritmo de emisiones globales, el nivel del mar proyectado para 2090 cubriría la superficie en la que actualmente residen entre 3 y 4 millones de personas y en las que el valor de la infraestructura construida ronda entre los 112.000 y 150.000 millones de dólares estadounidenses (USD, en valores constantes de 2011).

Para evaluar el costo económico de los efectos del cambio climático que se producen de manera gradual, como es el caso del aumento paulatino del nivel del mar, es importante tener en consideración que tanto la población como el capital construido tienen más tiempo para reaccionar y adaptarse. Es decir, el aumento del nivel del mar requerirá que la población se asiente en zonas más elevadas, pero

esto no ocurrirá de manera inmediata, sino que será de manera gradual, a medida que aumente el riesgo de inundación o las tierras se vuelvan inhabitables. En el caso de la infraestructura construida, es probable que un aumento sustancial del nivel del mar tarde más tiempo en materializarse que lo que tardan las construcciones en depreciarse, por lo que las inversiones en nuevas infraestructuras pueden hacerse en zonas menos expuestas. Esto implica que el principal costo económico del aumento del nivel del mar no está en el valor de la infraestructura actual, sino en la posible pérdida de los beneficios de la aglomeración que puede traer consigo la relocalización de la población y la actividad económica hacia zonas más elevadas. Esto ocurriría, por ejemplo, si el aumento del nivel del mar afectase a ciudades grandes y densas, con altas ganancias de la aglomeración, y la relocalización paulatina de la población y la actividad económica generase cierta dispersión.

Con estos argumentos en mente, Desmet et al. (2021) construyen un modelo dinámico y desagregado espacialmente de la economía mundial para estimar el costo económico de la inundación permanente de zonas costeras como consecuencia del aumento del nivel del mar, ante distintos escenarios de emisiones de GEI. Los resultados indican que en un escenario de emisiones globales intermedias (compatible con un calentamiento de entre 1,1°C y 2,6°C para 2100), el aumento del nivel del mar generaría una pérdida del producto interno bruto (PIB) mundial del 0,19 % en valor presente y un desplazamiento del 1,46 % de la población para el año 2200, con efectos más marcados en las localidades costeras. La magnitud de estos resultados está fuertemente determinada por la posibilidad de reubicación de la población y la inversión: en ausencia de movilidad de estos factores, la pérdida esperada del PIB sería del 4,5 %. Si bien los resultados cuantitativos pueden ser sensibles a la especificación del modelo y la elección de los parámetros, el mensaje principal es que cuando se analizan los costos económicos de cambios graduales en las características del clima es importante considerar la dinámica de ajuste espacial de la población y la actividad económica.



## **El principal costo económico del aumento del nivel del mar está en la posible pérdida de los beneficios de la aglomeración que puede traer consigo la relocalización de la población y la actividad económica hacia zonas más elevadas**

### **Aumento de la acidez y temperatura de los océanos**

Un tercer efecto del cambio climático que se produce de manera gradual es el aumento de la acidez y temperatura de los océanos. Los ecosistemas marinos y costeros de la región, como los arrecifes de coral, los estuarios, las marismas, los manglares y las

playas arenosas, son muy sensibles a estos cambios en las condiciones de los océanos (IPCC, 2022a).

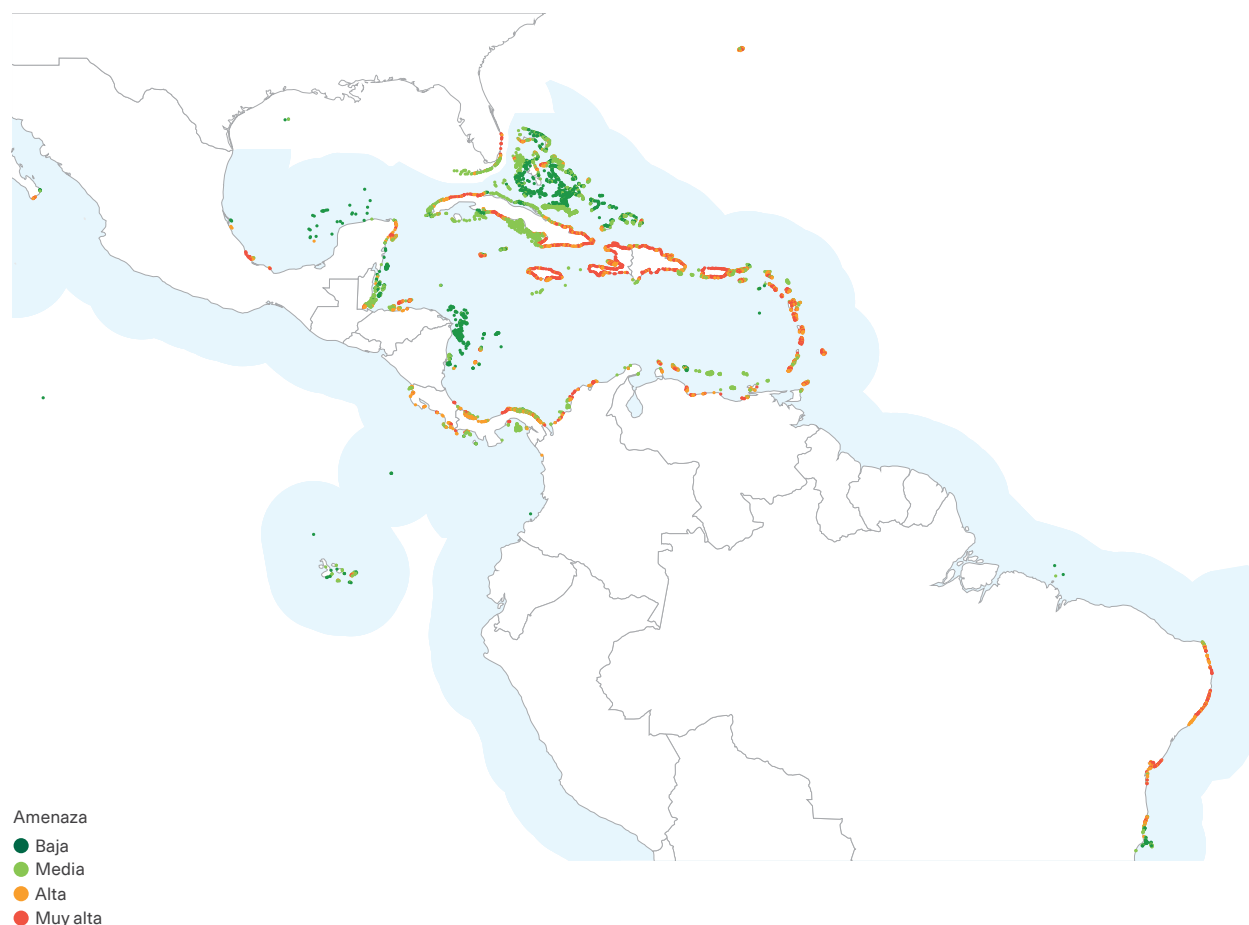
En la región, las costas de Mesoamérica en el Pacífico y de Ecuador tienen los niveles de acidez en la superficie del mar más altos del planeta. Esta zona contiene el segundo arrecife de coral más grande del mundo, el Arrecife Coralino Mesoamericano, el cual se ha erosionado en un 37 % por la acidificación (CCG-UC, 2023). El aumento en la temperatura del agua también contribuye a la degradación de los arrecifes coralinos debido a que estos expulsan las algas que viven en sus tejidos hasta volverse completamente blancos, con lo que se pierde una fuente de alimento y refugio para diversas especies marinas (CCG-UC, 2023). El gráfico 1.6 muestra los niveles de amenaza ante el blanqueamiento de los corales y otros impactos locales en los diversos ecosistemas marinos de la región.

El aumento en la temperatura del agua también impacta directamente al sector pesquero, ocasionando que las poblaciones de peces migren hacia latitudes más altas (Perry et al., 2005). Cheung et al. (2010) analizan el impacto del cambio climático sobre el potencial de captura de las especies de peces más comercializadas a nivel global<sup>14</sup>. Para ello, estos autores estiman los cambios en la distribución de las poblaciones de peces ante distintos escenarios de cambio climático en función de las preferencias de estas especies por las condiciones del ambiente marino, caracterizado por la temperatura del agua, su salinidad, la distancia al hielo marino y los tipos de hábitat (arrecifes de coral, estuarios, montes submarinos, zonas costeras). Así, encuentran que el potencial de captura de estas especies para 2055 variará en función de la zona, con efectos negativos en las áreas tropicales y positivos en las latitudes más altas. En la región, el potencial de captura disminuirá en el mar Caribe, frente a los estuarios del Amazonas y del Río de la Plata, así como en las costas de Perú y el norte de Chile, mientras que aumentará en las aguas meridionales de América del Sur.

14 El estudio cubre 1066 especies, que representan el 70 % de los desembarcos pesqueros mundiales.

## Gráfico 1.6

### Nivel de amenaza de los arrecifes coralinos en América Latina y el Caribe



**Nota:** El mapa muestra los arrecifes de coral de aguas cálidas coloreados de acuerdo a su nivel de riesgo según las estimaciones de Burke et al. (2011). El grado de riesgo es estimado en función de distintas amenazas para los arrecifes como la población cercana a las costas, su densidad y crecimiento; los niveles de turismo cercano a la costa; la cantidad y tamaño de puertos y aeropuertos; y el estrés térmico, entre otras. Todos estos indicadores son agregados y resumidos en un único indicador categorizado en 4 niveles de amenaza: baja, media, alta y muy alta. El mapa solo muestra el área de América Latina y el Caribe que posee arrecifes de coral, y en azul muestra las zonas económicas exclusivas de los países incluidos en el mapa.

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos georreferenciados de Burke et al. (2011) para los arrecifes de coral en riesgo y Flanders Marine Institute (2019) para delinear las zonas económicas exclusivas.



## Efectos de los eventos extremos relacionados con el cambio climático

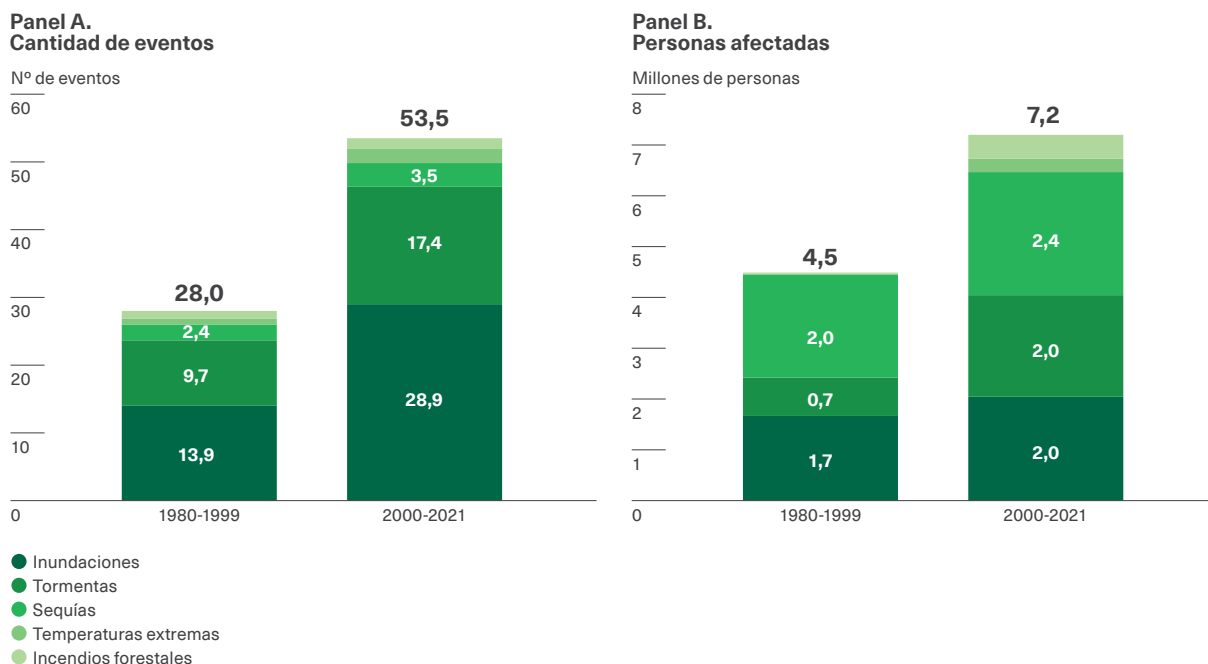
A diferencia de los procesos graduales derivados del cambio climático, hay amenazas climáticas que ocurren de manera repentina, como los ciclones tropicales, las inundaciones y sequías, los incendios forestales y las olas de calor. El cambio climático está aumentando la frecuencia y la intensidad de estas amenazas. La cantidad de eventos climáticos extremos en América Latina y el Caribe pasó de 28 por año durante el período 1980-1999 a 53 por año en el período 2000-2021. La población afectada aumentó de 4,5 a 7,2 millones de personas por año en los mismos períodos<sup>15</sup>. Los

eventos más frecuentes son las inundaciones y los ciclones tropicales y estos, junto con las sequías, son los que más población afectan cada año (gráfico 1.7).

● ●  
**La cantidad de eventos climáticos extremos en América Latina y el Caribe pasó de 28 por año durante el período 1980-1999 a 53 por año en el período 2000-2021**

### Gráfico 1.7

Ocurrencia de eventos extremos relacionados con el clima y personas afectadas en América Latina y el Caribe según el tipo de evento en diferentes períodos



**Nota:** El gráfico muestra los promedios anuales de eventos climáticos extremos y de personas afectadas (en millones) según el tipo de desastre para los períodos 1980-1999 y 2000-2021. Los 33 países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de EMDAT (2022).

<sup>15</sup> La cantidad de personas afectadas aumentó en un 60 % entre ambos períodos, por encima del crecimiento de la población total, que fue del 34 %, lo que significa que los eventos extremos alcanzan a una proporción de la población cada vez mayor.

El tipo de evento más frecuente varía entre las subregiones de América Latina y el Caribe. Por su ubicación geográfica, los países del Caribe están muy expuestos a los ciclones tropicales que se forman en el océano Atlántico. Por sus características socioeconómicas, tales como una población reducida y altamente concentrada y economías poco diversificadas, son países altamente vulnerables a este tipo de desastres. Solo cinco países del Caribe superan el millón de habitantes<sup>16</sup>; el resto son mayoritariamente pequeñas islas con menos de medio millón de personas. En general, la población y las principales infraestructuras están concentradas en poca superficie, en muchos casos en zonas de baja elevación, por lo que los desastres suelen provocar daños generalizados. Este fue el caso de la temporada de huracanes de 2017, que afectó a la mayoría de los países y territorios caribeños y destruyó buena parte de su infraestructura urbana y de comunicaciones, como carreteras y puertos, afectando a los sistemas de energía, el transporte y las cadenas de suministro (Foley et al., 2022).

Además, la mayoría de las economías del Caribe son relativamente pequeñas y se sustentan en unas pocas actividades que son sensibles a los riesgos climáticos, como la pesca y el turismo. Esto hace que los impactos iniciales de los ciclones tropicales se vean exacerbados por el deterioro posterior de las oportunidades de generación de ingresos como consecuencia, por ejemplo, de la destrucción de manglares y otros ecosistemas costeros, o debido a los desplazamientos de la población hacia zonas más seguras, pero más alejadas de las fuentes de subsistencia (Foley et al., 2022)<sup>17</sup>.

Por estas mismas razones, los costos económicos de los eventos climáticos extremos con relación al tamaño de las economías son de una magnitud considerable. Según estimaciones para el período 1980-2017, el costo de los desastres naturales para el conjunto de los países del Caribe fue de alrededor del 3 % del PIB en promedio por año (FMI, 2019).

La alta exposición y vulnerabilidad de los países del Caribe a eventos climáticos extremos configura una situación compleja en la que los costos de reconstrucción posteriores a los desastres recaen principalmente en los presupuestos públicos. Esta situación deteriora la situación fiscal y genera altos niveles de endeudamiento, que, entre otras consecuencias, dificultan la inversión en infraestructuras que faciliten la adaptación y aumenten la resiliencia ante estos fenómenos. La situación se ve agravada debido al mayor costo del endeudamiento público que los países con alta vulnerabilidad climática enfrentan en los mercados financieros internacionales (Cevik y Jalles, 2020).

Por su parte, los países de América del Sur y América Central sufren con frecuencia inundaciones y sequías que conllevan importantes costos económicos. La situación puede empeorar en las próximas décadas por la mayor variabilidad e intensidad que se espera en las precipitaciones, particularmente aquellas asociadas a fenómenos como El Niño (IPCC, 2021a).



### **Los países del Caribe están muy expuestos a ciclones tropicales. Por su población reducida y altamente concentrada y economías poco diversificadas, son altamente vulnerables a este tipo de desastres**

Las inundaciones costeras suelen estar vinculadas a otros eventos climáticos extremos, como las tormentas severas, y tienen impactos que varían entre regiones. El estudio de Reguero et al. (2015), mencionado anteriormente, permite analizar la exposición de la población, el terreno y el capital construido ante inundaciones costeras provocadas por tormentas extratropicales. A diferencia del aumento gradual del nivel del mar, las inundaciones costeras son repentinas, por lo que sus costos están más asociados al tamaño de la población y los activos que pueden ser afectados por el avance del agua.

16 Cuba, Haití, Jamaica, República Dominicana y Trinidad y Tobago.

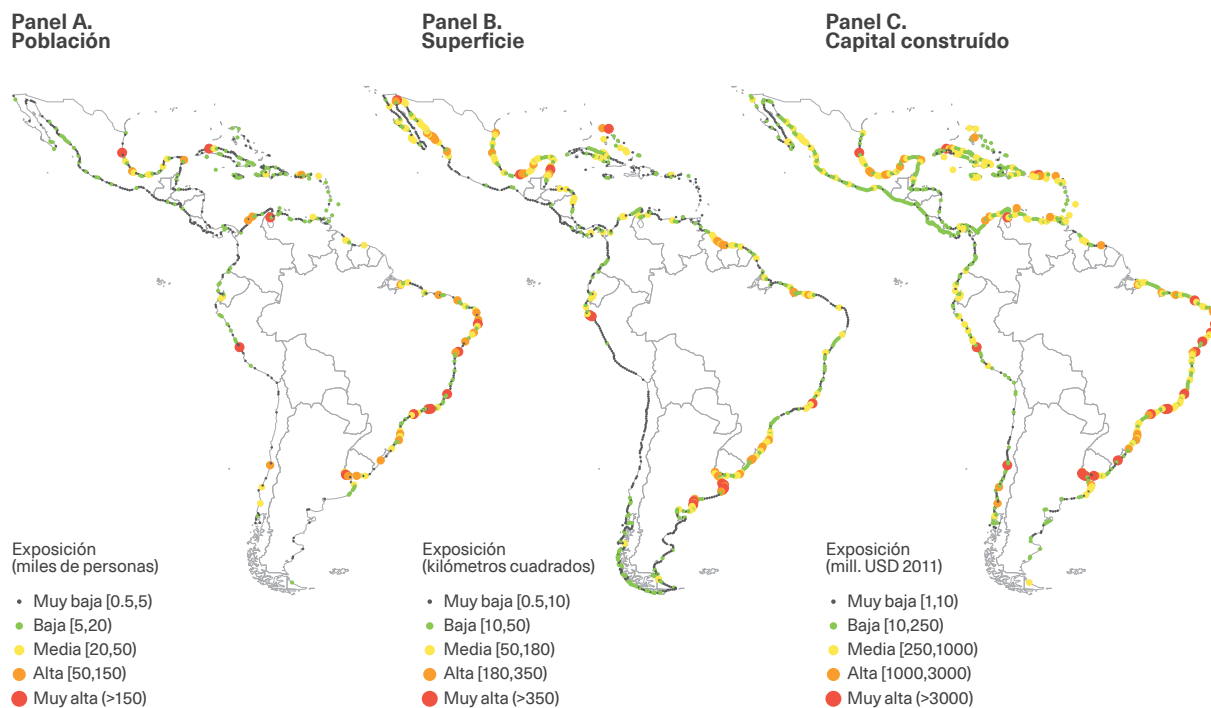
17 Un caso de desplazamiento forzado que alcanzó a una población entera fue el ocurrido en la Isla de Barbuda tras el paso del huracán Irma en 2017. La destrucción de casi la totalidad de las viviendas y las infraestructuras básicas dejó la isla inhabitable y obligó al desplazamiento de toda la población a la isla hermana de Antigua (PNUD, 2017).

El gráfico 1.8 muestra cómo se distribuyen la población, el terreno y el capital construido expuestos a inundaciones costeras en la región, según datos de 2011. En total, unos 7,5 millones de habitantes, 34.000 kilómetros cuadrados y USD 300.000

millones en capital construido (a valores de 2011) están expuestos a inundaciones costeras extremas. Estos resultados son informativos para el diseño de estrategias de adaptación que favorezcan un desarrollo costero más sostenible.

### Gráfico 1.8

Población, terreno y capital construido expuestos a inundaciones costeras en 2011



**Nota:** El gráfico muestra, para el año 2011, las zonas de ALC con población, superficie y capital construido en elevaciones que se encuentran por debajo del nivel máximo del mar de los últimos 100 años y, por tanto, están expuestas a inundaciones costeras. Los datos de población se expresan en miles de personas, los de superficie en km<sup>2</sup> y los de capital construido en millones de USD, a precios de 2011. La exposición se divide por niveles: muy baja, baja, media, alta y muy alta, en función de la cantidad de personas, km<sup>2</sup> y millones de USD de capital construido expuestos a inundaciones costeras. El tamaño y color de los puntos refleja el nivel de exposición (a mayor tamaño, mayor exposición). Los 33 países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Reguero et al. (2015).

En las zonas no costeras, las causas de las inundaciones suelen ser las lluvias abundantes y el desborde de los ríos, en combinación con infraestructuras de control de inundaciones deficientes. Muchas ciudades de la región se caracterizan por una inadecuada infraestructura básica y de servicios que las hacen vulnerables a las inundaciones (Daude et al., 2017). El caso más extremo de vulnerabilidad es el de los asentamientos informales, que albergan a la cuarta parte de la población urbana de la región y se caracterizan por una infraestructura habitacional precaria y, en muchos casos, ubicaciones en terrenos inundables o proclives a deslaves (Pinos y Quesada-Román, 2021).

Las sequías también afectan a la población urbana, incluso con costos que podrían ser mayores a los de las inundaciones. En un estudio reciente, Desbureaux y Rodella (2019) analizan los efectos de los eventos tanto por exceso como por escasez de lluvias en 78 áreas metropolitanas de 10 países de América Latina entre 1990 y 2013. Los resultados muestran que las grandes sequías provocan mayores pérdidas de empleo, horas trabajadas e ingresos laborales que las grandes inundaciones, con impactos más severos entre los trabajadores informales. Esto se debe a la caída en la actividad económica por los cortes de electricidad que afectan a las empresas, producto de la merma en la generación hidroeléctrica ante la escasez de agua, y al aumento de las enfermedades diarreicas y otras asociadas a la baja calidad del agua, principalmente entre la población sin acceso a servicios de saneamiento y alcantarillado adecuados.

Otro tipo de evento extremo cuya frecuencia ha aumentado en las últimas décadas son las olas de calor. El calor extremo tiene consecuencias adversas para la salud de la población, que se manifiestan en las mayores tasas de mortalidad y morbilidad que tiene asociadas, con impactos más severos en los grupos vulnerables, como los adultos mayores, los niños y las personas con enfermedades de base o crónicas (Deschênes, 2014; Deschênes y Greenstone, 2011). La deficiente cobertura y calidad de los sistemas de salud en la región dejan en una situación de alta vulnerabilidad a vastos sectores de la población<sup>18</sup>.



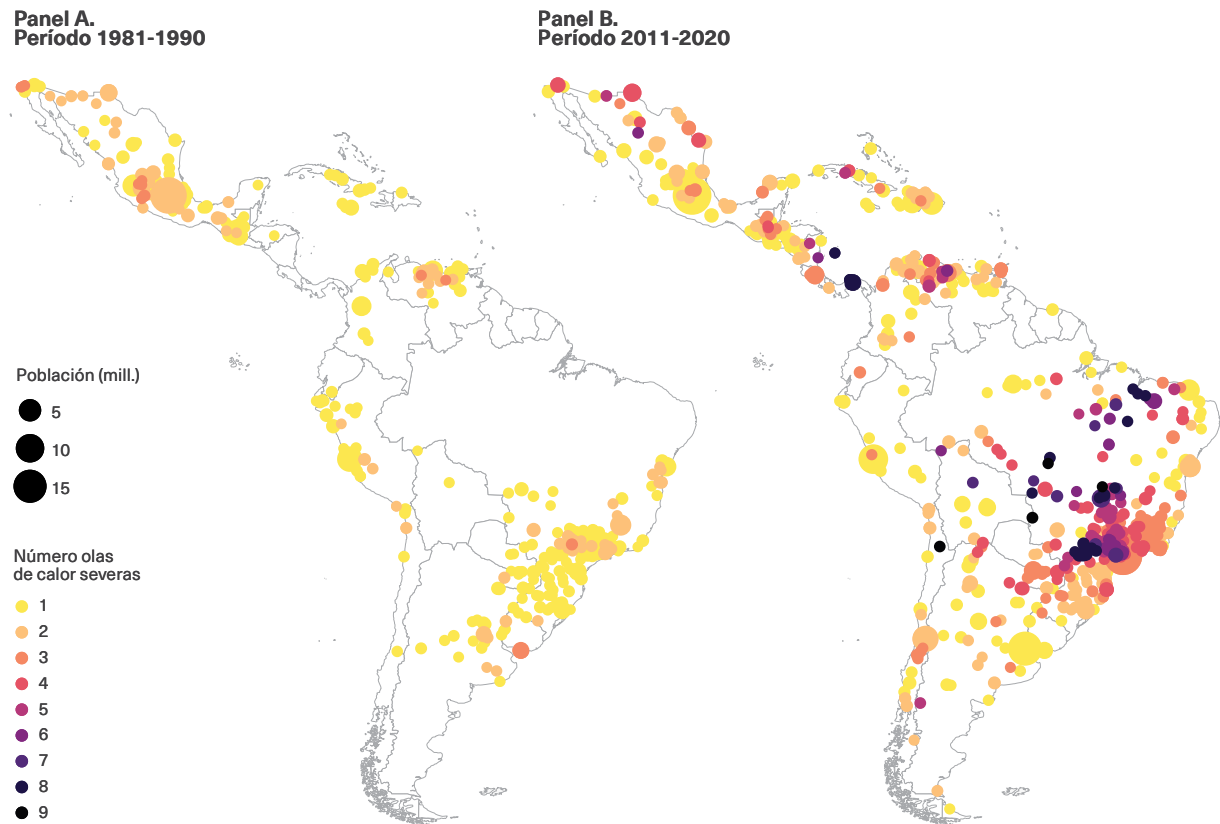
**En la década 2011-2020, 60 de cada 100 ciudades tuvieron olas de calor y 28 de cada 100 olas de calor fueron severas**

Las consecuencias de las olas de calor extremo interactúan con la creciente urbanización que caracteriza a la región. Las ciudades suelen tener temperaturas mayores que los alrededores rurales, por lo que se las suele denominar islas urbanas de calor. Características de las ciudades, como la alta densidad, el uso de materiales de construcción que absorben y retienen el calor del sol (por ejemplo, el cemento), la escasez de vegetación y el calor que producen actividades como el transporte o los aires acondicionados, se asocian con una mayor retención del calor. La frecuencia e intensidad de las olas de calor en las ciudades de la región aumentó considerablemente en las últimas décadas, como se observa en el gráfico 1.9. En la década 1981-1990, 37 de cada 100 ciudades experimentaron al menos una ola de calor y 14 de cada 100 olas de calor fueron severas. En la década 2011-2020, 60 de cada 100 ciudades tuvieron olas de calor y 28 de cada 100 olas de calor fueron severas.

<sup>18</sup> Para un diagnóstico de los sistemas de salud en la región y una discusión de las políticas para aumentar la cobertura y mejorar la calidad de las prestaciones, ver el Reporte de Economía y Desarrollo 2020 (Álvarez et al., 2020).

### Gráfico 1.9

Incidencia de olas de calor severas y población afectada en ciudades de América Latina y el Caribe en los periodos 1981-1990 y 2011-2020



**Nota:** El color de los puntos representa la cantidad de olas de calor severas por ciudad y década, mientras que su tamaño refleja la población de la ciudad (a mayor tamaño, mayor población y viceversa). El cálculo de olas de calor y su magnitud se realizó con base en datos diarios de temperatura para cada ciudad a lo largo del período 1980-2020, siguiendo la metodología de Russo et al. (2014). Se considera como ola de calor severa aquella cuyo índice (de acuerdo con Russo et al., 2014) tiene una magnitud superior a tres. Para la década de 1981-1990 se utilizó la población de 1990, mientras que para 2011-2020 se utilizó la población de 2015. Los países considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC, a excepción de Barbados, Dominica, Granada, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas y Santa Lucía.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de NOAA (2023) y Flórczyk et al. (2019).

Por último, además de los efectos sobre la salud, el calor extremo también reduce la capacidad de las personas para realizar tareas y actividades físicas al aire libre en determinadas horas del día. Según el estudio de Romanello et al. (2022), el calor extremo hizo que se perdieran alrededor de 19.000

millones de horas de trabajo potenciales en América Latina y el Caribe durante 2021, principalmente en sectores como la agricultura, que concentra la mitad de las horas perdidas, y la construcción, que explica una cuarta parte.



# Emisiones y captura de gases de efecto invernadero en América Latina y el Caribe

En este apartado se analiza cómo América Latina y el Caribe contribuye al calentamiento global a través de sus emisiones. Para esto, primero se muestra que la región ha tenido una contribución relativamente baja al calentamiento global ocurrido desde la época preindustrial, según surge del análisis de las emisiones históricas. Luego, se estudian las emisiones actuales y se destaca que la composición sectorial de las emisiones de América Latina y el Caribe difiere significativamente de la de los países desarrollados, con un mayor peso de las actividades que alteran el

uso y la cobertura del suelo y una menor participación de los sectores vinculados a la producción o uso de energía. Esto es relevante a la hora de identificar oportunidades para reducir emisiones y, por lo tanto, contribuir a la solución del fenómeno climático. Por último, se analiza el balance de carbono de los ecosistemas terrestres de la región y se destaca que, una vez que se tienen en cuenta tanto el efecto de la acción humana como la absorción de CO<sub>2</sub> por la naturaleza, estos ecosistemas se comportan como sumideros netos de carbono.

## Contribución histórica de la región a la acumulación de carbono en la atmósfera

Debido a que el CO<sub>2</sub> liberado a la atmósfera puede durar desde cientos hasta miles de años, cada tonelada emitida produce el mismo efecto en las temperaturas, independientemente del momento en que fue emitida. Esto significa que la contribución de un país o una región al cambio climático se explica más por sus emisiones acumuladas desde el comienzo de la industrialización que por el nivel de emisiones en un momento dado.



**La contribución al cambio climático se explica por las emisiones históricas acumuladas. Los países desarrollados han generado el 45 %; en cambio, América Latina y el Caribe solo es responsable del 11 %**

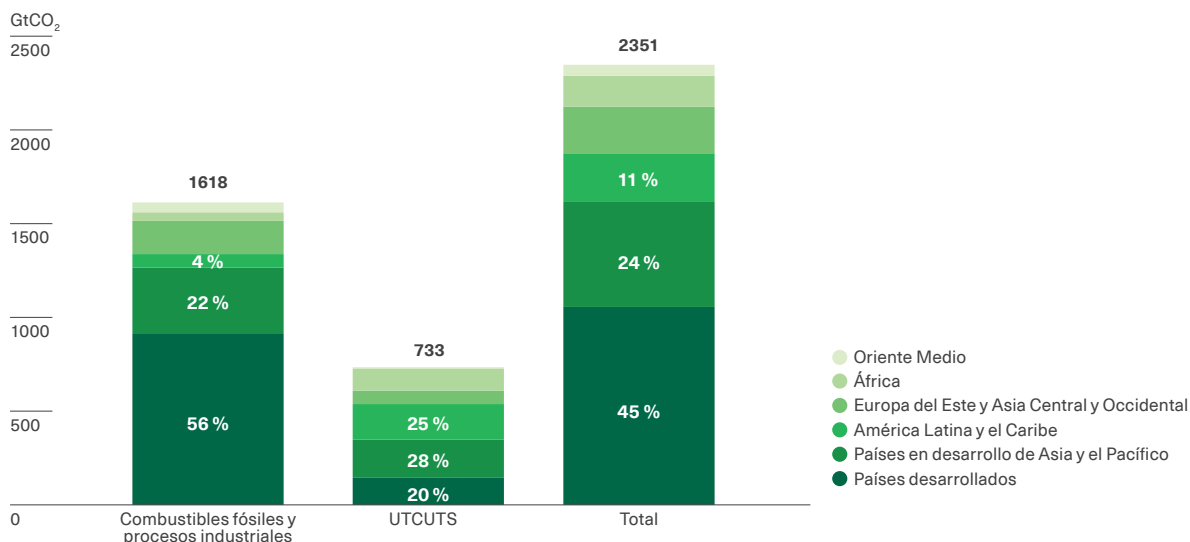
Como muestra el subapartado “Ciclo del carbono y su acumulación en la atmósfera”, entre 1850 y 2019, el desarrollo económico generó emisiones por un total de 2351 GtCO<sub>2</sub>. Dichas emisiones han sido producto tanto del uso creciente de combustibles fósiles y ciertos procesos industriales (1618 GtCO<sub>2</sub>) como del cambio en el uso y la cobertura del suelo (733 GtCO<sub>2</sub>), al que se hará referencia en este documento por el acrónimo UTCUTS (uso de la tierra, cambio en el uso

de la tierra y silvicultura). El gráfico 1.10 muestra la distribución regional de estas emisiones. Como muestra la barra que hace referencia al total de emisiones históricas, las mayores contribuciones vienen de los países desarrollados, con el 45 % del total, y de los países en desarrollo de Asia y el Pacífico, con el 24 %. Estas regiones incluyen a países de altas emisiones históricas, como Estados Unidos, en el primer caso (22 % del total), y China, en el segundo (11 % del total). América Latina y el Caribe es responsable del 11 % de las emisiones históricas, la misma participación que el conjunto de Europa del Este, Asia Central y Occidental y por encima de la de África (7 %) y Oriente Medio (2 %).

Si se analizan emisiones históricas según la fuente (primeras dos barras del gráfico), se observa que América Latina y el Caribe ha contribuido con solo el 4 % de las emisiones provenientes del uso de combustibles fósiles, apenas por encima de África y Oriente Medio (3 %), y muy por debajo de los países desarrollados (56 %). En cambio, la región exhibe la mayor proporción de emisiones históricas derivadas del uso de la tierra, con el 25 % del total.

## Gráfico 1.10

Emisiones antropogénicas totales de CO<sub>2</sub> y contribución de cada región según la fuente de emisión en el período 1850-2019



**Nota:** El gráfico muestra las emisiones históricas de CO<sub>2</sub> (en GtCO<sub>2</sub>) para el período 1850-2019, según se hayan originado en el uso de combustibles fósiles y procesos industriales (barra de la izquierda), en el sector de UTCUTS (barra central) o la suma de ambos (barra derecha). La contribución histórica de cada región a estas emisiones se muestra en porcentajes al interior de cada una de las respectivas barras. El gráfico considera a 221 países y territorios con información sobre la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> totales según fuente. A excepción de los países de ALC, en donde se tomaron a los países pertenecientes a la CELAC, la definición de las regiones sigue la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

No solamente hay grandes diferencias en las emisiones históricas entre regiones, sino también en el interior de cada una. Del 11 % de emisiones históricas atribuibles a América Latina y el Caribe, el 8,5 % corresponden a

Sudamérica, el 2 % a Mesoamérica y el restante 0,5 % al Caribe. Asimismo, los países de la región con las mayores emisiones históricas son Brasil (casi el 5 % del total global), México (1,8 %) y Argentina (1 %) <sup>19</sup>.

## Emisiones actuales de América Latina y el Caribe: cuánto, dónde y cómo

Las emisiones globales de GEI de origen antropogénico alcanzaron un máximo histórico de 59 GtCO<sub>2</sub> equivalentes (GtCO<sub>2</sub> eq) en 2019, último año con información completa en el momento de elaborar este informe, como se observa en el gráfico 1.11 <sup>20</sup>. Durante

la última década, las emisiones globales continuaron creciendo, aunque a un ritmo menor que en décadas anteriores: la tasa de crecimiento de las emisiones disminuyó del 2,1 % promedio anual en 2000-2009 al 1,3 % promedio anual en 2010-2019.

<sup>19</sup> El cuadro A 1.1 del apéndice en línea muestra las emisiones acumuladas de los distintos países y subregiones de ALC según la fuente de emisión.

<sup>20</sup> Notar que cuando se utiliza la notación CO<sub>2</sub> eq, que significa unidades de dióxido de carbono equivalentes, se hace referencia a cantidades de todos los GEI tras la conversión de aquellos gases distintos al dióxido de carbono a su equivalencia en unidades de CO<sub>2</sub> mediante el factor PCG-100 mencionado antes.





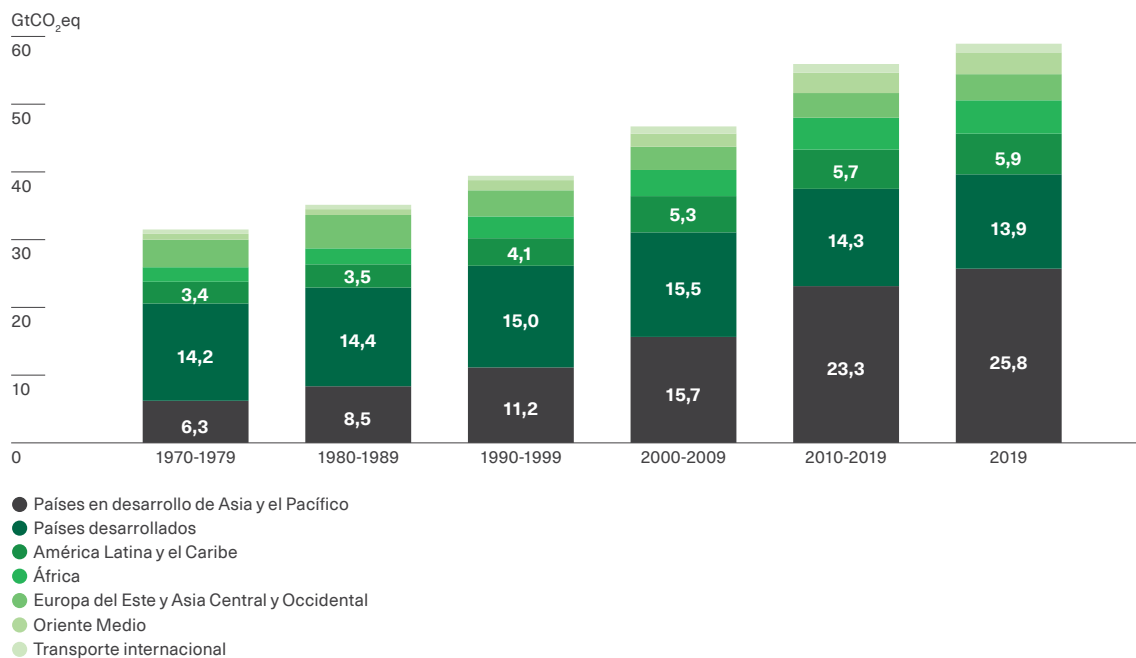
## Los países de América Latina y el Caribe generaron el 10 % del total de emisiones en 2019

El gráfico también permite apreciar la evolución de las emisiones de cada región. Mientras que los países desarrollados redujeron sus emisiones totales durante la última década, las regiones en desarrollo continuaron con una tendencia creciente. Destaca el aumento de emisiones de los países en desarrollo de Asia y el Pacífico, entre los que se incluyen algunos de altas emisiones, como China e India, que en la última década duplicaron el nivel de emisiones anuales que tenían en los años noventa y casi cuadruplicaron el de los setenta.

En cuanto a la distribución regional de las emisiones actuales, los países de América Latina y el Caribe generaron 5,9 GtCO<sub>2</sub>eq en 2019, lo que supone el 10 % del total. Del resto, la mayor parte provino de los países en desarrollo de Asia y el Pacífico (25,8 GtCO<sub>2</sub>eq, el 44 % del total) y de los países desarrollados (13,9 GtCO<sub>2</sub>eq, el 23 % del total). A nivel de países, los tres con mayores emisiones totales en 2019 fueron China (14,2 GtCO<sub>2</sub>eq), Estados Unidos (6,2 GtCO<sub>2</sub>eq) e India (3,8 GtCO<sub>2</sub>eq), que en conjunto generaron el 42 % de las emisiones globales de ese año.

### Gráfico 1.11

Emisiones antropogénicas totales de GEI según la región y década en el período 1970-2019



**Nota:** Cada barra del gráfico corresponde a una década y muestra el promedio anual de las emisiones totales de GEI (en GtCO<sub>2</sub>eq), a excepción de la última barra que representa el año 2019. Las emisiones de la aviación y el transporte marítimo internacional no se asignan a ninguna región, por lo que se muestran en una categoría separada. La definición de las regiones sigue la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).

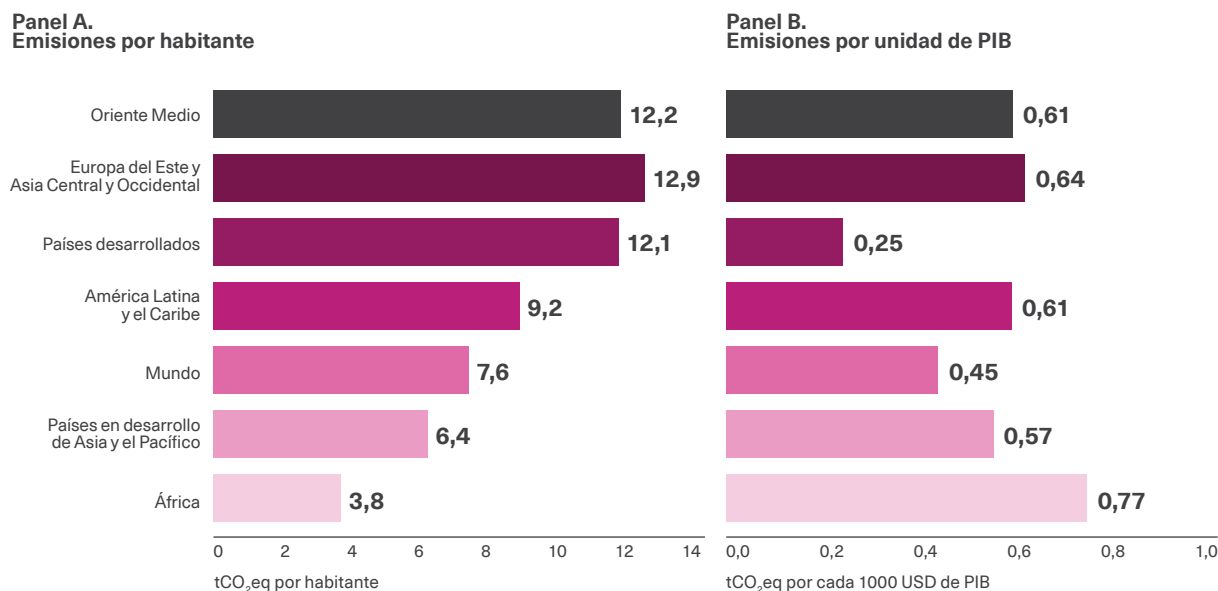
La cantidad de población y el nivel de producción son dos determinantes próximos del total de emisiones que se generan en un determinado territorio. Por lo tanto, el rango de regiones con mayores emisiones cambia según se consideren las emisiones totales, las emisiones por habitante o las emisiones por unidad de PIB. Como muestra el gráfico 1.12, las regiones con mayores emisiones por habitante en 2019 eran Oriente Medio, Europa del Este y Asia Central y Occidental, con 12,2 y 12,9 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>eq (tCO<sub>2</sub>eq) por persona respectivamente. América Latina y el Caribe en conjunto emitió ese mismo año 9,2 tCO<sub>2</sub>eq por persona, apenas por encima del promedio mundial (7,6 tCO<sub>2</sub>eq por persona). En cambio, si se comparan las emisiones por cantidad de producto generado —una medida de la intensidad de carbono de la economía—, las regiones con las mayores emisiones en 2019 fueron África (0,77 tCO<sub>2</sub>eq por cada 1000 USD de PIB), seguida de Europa del Este y Asia Central y Occidental (0,64 tCO<sub>2</sub>eq) y Oriente Medio (0,61 tCO<sub>2</sub>eq). América Latina y el Caribe se encontraba

por encima del promedio mundial (0,61 tCO<sub>2</sub>eq, frente a las 0,45 tCO<sub>2</sub>eq por cada 1000 USD de PIB). Bajo ambos criterios, América Latina y el Caribe tiene un nivel de emisiones levemente superior al promedio global.

Una diferencia importante entre América Latina y el Caribe y otras regiones del mundo es la composición de las emisiones según el sector de actividad productiva. Como se observa en el gráfico 1.13, elaborado con datos de 2019, la mayor parte de las emisiones de América Latina y el Caribe (el 58 %) provienen del sector agropecuario, silvicultura y otros usos de la tierra (ASOUT). El resto lo explican el sector industrial (16 %), los sistemas de energía (13 %), el transporte (11 %) y las edificaciones (2 %). Este patrón sectorial de las emisiones regionales contrasta de manera marcada tanto con el promedio global como con la situación de los países desarrollados, en los que los principales sectores emisores de GEI son el energético, la industria y el transporte.

### Gráfico 1.12

Emisiones antropogénicas de GEI por habitante y unidad de producto según la región en 2019

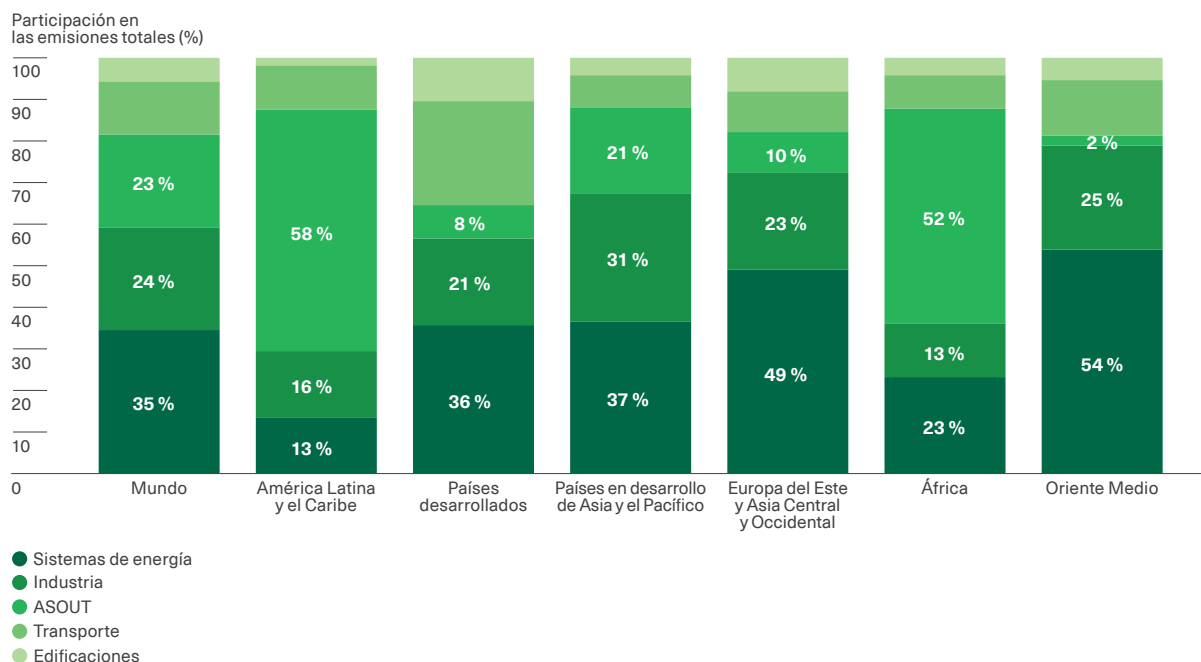


**Nota:** El gráfico muestra, para cada región, las emisiones en tCO<sub>2</sub>eq por habitante (panel A) y las emisiones en tCO<sub>2</sub>eq por cada USD 1000 de PIB (panel B) en 2019. Incluye CO<sub>2</sub>-FFI, CO<sub>2</sub>-UTCUTS y Otros GEI. El conjunto de países incluidos en los agregados regionales puede variar según la disponibilidad de datos sobre emisiones, PIB y población. A excepción de los países de ALC, en donde se tomaron a los países pertenecientes a la CELAC, la definición de las regiones sigue la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022). En la categoría "mundo" se incluye a todos los países y territorios considerados en las regiones anteriores más la aviación y el transporte marítimo internacional.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de emisiones de Minx et al. (2021) y Banco Mundial (2023a, 2023i).

## Gráfico 1.13

Emisiones antropogénicas de GEI según la región y el sector de actividad en 2019



**Nota:** El sector ASOUT incluye las emisiones de GEI provenientes del sector agropecuario y las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del sector de UTCUTS. Los sectores industriales, de la edificación y el transporte reflejan las emisiones de GEI provenientes del uso de combustibles fósiles, mientras que las emisiones generadas por estos sectores vía uso de electricidad se encuentran contabilizadas en el sector de sistemas de energía. La definición de las regiones sigue la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).

● ●

**El principal sector generador de emisiones en la región es ASOUT, con el 58 % del total en 2019 (el 38 % lo explica el subsector de UTCUTS y el 20 % las prácticas agropecuarias)**

Las emisiones del sector ASOUT provienen de dos grandes subsectores. Por un lado, están las emisiones asociadas a las prácticas agropecuarias, tales como la quema de residuos agrícolas, el uso de fertilizantes, el cultivo de arroz y la ganadería. Los GEI generados por estas prácticas son, casi en su totalidad, metano y óxido nítrico. Por otro lado, están las emisiones asociadas a los patrones de uso de la tierra, que se agrupan dentro de la categoría UTCUTS

mencionada antes. En este subsector se incluyen tanto las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la deforestación, la tala y degradación de los bosques como las absorciones por la reforestación y el rebrote de los bosques después de la recolección de madera o del abandono de la agricultura. El hecho de que esta categoría incluya tanto emisiones como absorciones la hace más compleja, por lo que se analiza con más detalle en el subapartado siguiente.

Las emisiones totales del sector ASOUT en América Latina y el Caribe provienen en su mayoría del subsector de UTCUTS (dos terceras partes) y, en menor medida, de las prácticas agropecuarias (el tercio restante). Es decir, alrededor del 38 % (dos tercios del 58 %) de las emisiones totales de la región provienen de la gestión de la tierra. Nuevamente,

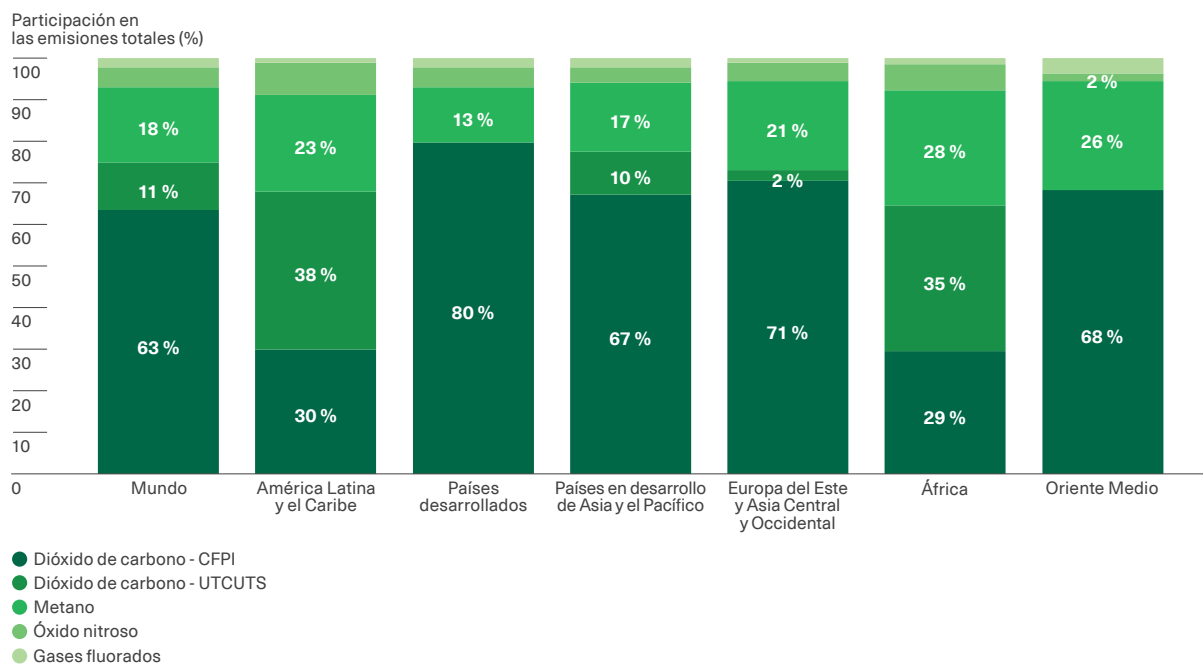
esto contrasta notablemente con la situación de los países desarrollados, en los que el subsector de UTCUTS tiene emisiones netas negativas, lo que significa que es un sumidero neto de carbono que compensa parte de las emisiones generadas en otros sectores de la economía.

La composición de las emisiones de la región según el tipo de gas también difiere de la del

promedio mundial. En particular, las emisiones de metano, principalmente provenientes de las actividades agropecuarias y, en menor medida, del uso de combustibles fósiles, como el gas, y de la gestión de los desechos sólidos, representan casi una cuarta parte del total de emisiones, una proporción mayor que en el mundo en su conjunto y que en los países desarrollados, como se observa en el gráfico 1.14.

### Gráfico 1.14

Emisiones antropogénicas de GEI según la región y el tipo de gas en 2019



**Nota:** Las emisiones de dióxido de carbono se separan entre aquellas que se originan en el uso de combustibles fósiles y procesos industriales (CFPI) y aquellas del sector de UTCUTS. La definición de las regiones sigue la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).

América Latina y el Caribe es una región muy heterogénea en términos de cantidad de población, nivel de producto por habitante y estructura sectorial de la actividad económica de los países que la conforman. Por este motivo, no debe sorprender que el nivel y la composición de las emisiones difiera significativamente

entre ellos. A continuación, se realiza una caracterización breve de las emisiones de los distintos países.

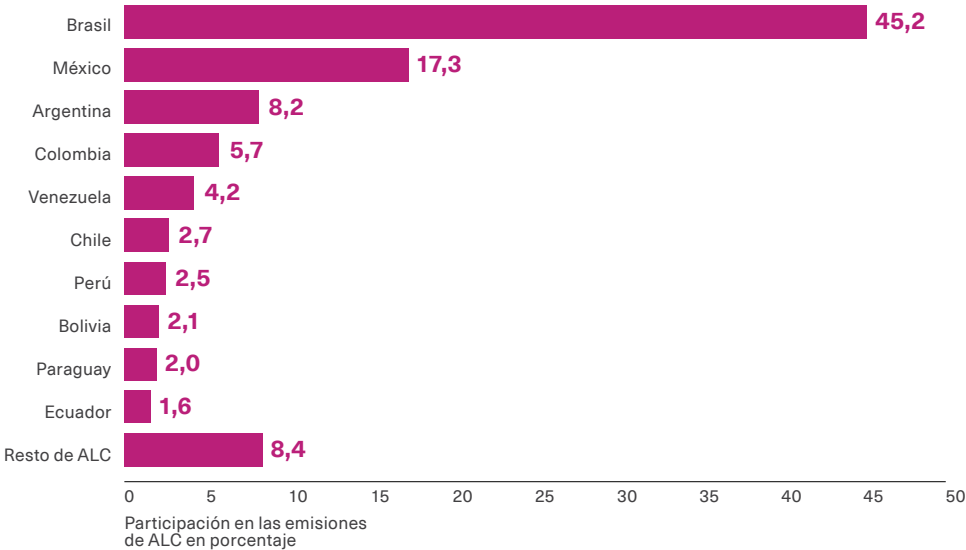
Comenzando por el nivel de emisiones por país, los de mayor tamaño y nivel de desarrollo explican la mayor parte de las emisiones de la región. El gráfico 1.15

muestra la distribución de las emisiones de América Latina y el Caribe en 2019. Como se observa, las emisiones provienen principalmente de Brasil, con cerca del 45 % de las emisiones totales de la región, México (el 17 %), Argentina (el 8 %), Colombia (el 6 %) y Venezuela (el 4 %). Estos cinco países explican, en conjunto, más del 80 % de las toneladas de GEI emitidas por la región.

Como se destacó en el análisis de las emisiones a nivel regional, el ordenamiento de los países según sus emisiones cambia si se consideran las emisiones por habitante o las emisiones por nivel de producción. El gráfico 1.16 permite comparar los países de la región entre sí y con el promedio mundial en estas dos dimensiones. Los países del Caribe, en general, se ubican en el cuadrante inferior izquierdo del gráfico, con emisiones por habitante y por

producto por debajo de los promedios mundiales. La excepción más notable es Trinidad y Tobago, con un nivel de emisiones por habitante cuatro veces superior al promedio mundial. También se destaca Haití, por sus emisiones por producto mayores a la media mundial. Las emisiones por habitante y con respecto al PIB de la mayoría de los países de América del Sur están por encima del promedio mundial. Algunas excepciones son Chile y Argentina, cuyas emisiones por PIB son menores a la media mundial, y Ecuador, Colombia y Perú, que asimismo tienen emisiones por habitante y por producto menores al promedio del mundo. La mayoría de los países de Mesoamérica se ubican en los dos cuadrantes inferiores, con emisiones por habitante menores a la media mundial (la excepción es Belice) y emisiones por PIB que pueden ser mayores o menores al promedio del mundo.

**Gráfico 1.15**  
Participación de los diez países que más contribuyeron a las emisiones antropogénicas de GEI totales de América Latina y el Caribe en 2019

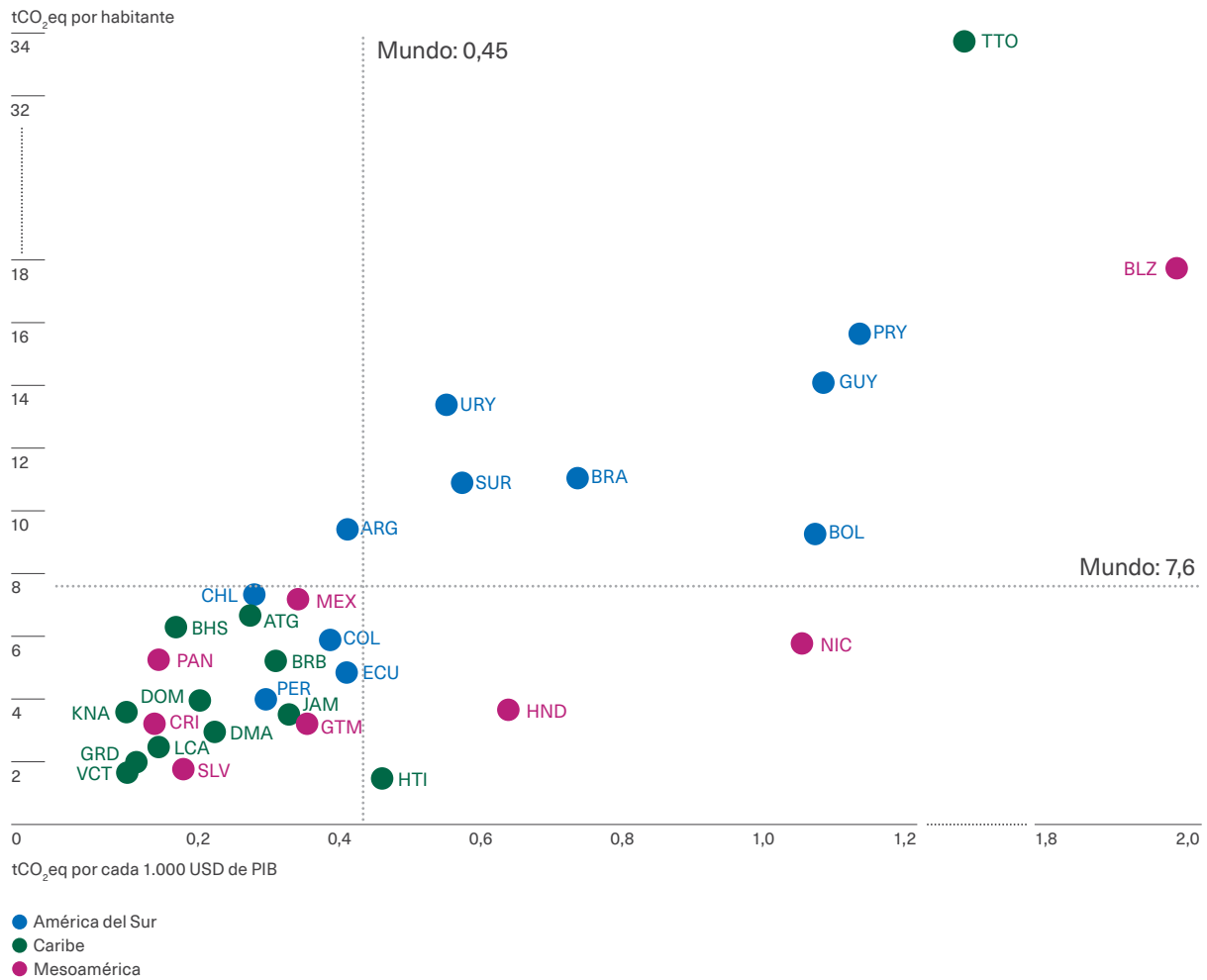


**Nota:** Las emisiones totales de ALC representadas en el gráfico incluyen el sector de UTCUTS. Los 33 países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021) y Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

### Gráfico 1.16

Emisiones antropogénicas de GEI respecto a la población y el PIB para países de América Latina y el Caribe según subregiones en 2019



**Nota:** Las emisiones de GEI representadas en el gráfico incluyen el sector de UTCUTS en tCO<sub>2</sub>eq por habitante (eje vertical) y por cada USD 1000 de PIB (eje horizontal). Por su parte, la línea punteada horizontal refleja las emisiones per cápita para el mundo y la línea punteada vertical sus emisiones por cada USD 1000 de PIB. Las referencias de código ISO3 para los países de América Latina y el Caribe incluidos en el gráfico se pueden consultar en el cuadro A 1.2 del apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021), Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022) y Banco Mundial (2023a; 2023i).

Por último, los países se pueden ordenar en función del tipo de emisiones que generan. Para ello, estas se clasifican en tres categorías mutuamente excluyentes en función de una combinación del tipo de gas y la fuente: 1) emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de combustibles fósiles y procesos industriales, 2) emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes

del subsector de UTCUTS, y 3) emisiones de otros gases (sobre todo metano y, en menor medida, óxido nítrico) originadas en otras fuentes (como las prácticas agropecuarias y los rellenos sanitarios). El gráfico 1.17 permite ver la importancia relativa de estas categorías en los países de la región, según datos de 2019.



Antes de describir los principales resultados de esa clasificación, es necesario hacer algunas aclaraciones. Primero, los porcentajes que representa cada categoría de emisión están calculados con respecto al total de emisiones del país, por lo que, en aquellos casos donde el subsector de UTCUTS tiene emisiones netas negativas, la suma de las otras dos categorías supera el 100 % en una magnitud equivalente al valor negativo de UTCUTS. Una segunda aclaración es que los datos de emisiones de CO<sub>2</sub> originadas en el uso de la tierra provienen de los modelos contables globales que estiman los flujos de absorciones y emisiones de CO<sub>2</sub> de este sector. Estas estimaciones difieren de las consignadas por los países en sus inventarios nacionales de GEI debido a las diferencias metodológicas que se describen en el recuadro 1.5.



### **El control de las emisiones originadas en el uso de la tierra es el principal desafío que afronta la región en su contribución a la solución global del fenómeno climático**

Hechas estas aclaraciones, se pueden destacar los siguientes resultados generales. Primero, la participación del CO<sub>2</sub> proveniente de los combustibles fósiles en el total de emisiones varía enormemente dentro de la región. Esta categoría de emisiones es la principal en la mayoría de los países del Caribe, con participaciones en torno al 70 % o superiores, y alcanza proporciones cercanas al 50 % del total en países de Mesoamérica (México, Costa Rica y Panamá) y Sudamérica (Venezuela y Ecuador). Segundo, la importancia del CO<sub>2</sub> derivado del uso de la tierra también varía mucho entre los distintos países. En particular, se destaca que en la mayoría de los países del Caribe y en El Salvador el sector de UTCUTS tiene emisiones netas negativas —es decir, se comporta como un sumidero neto de carbono—.

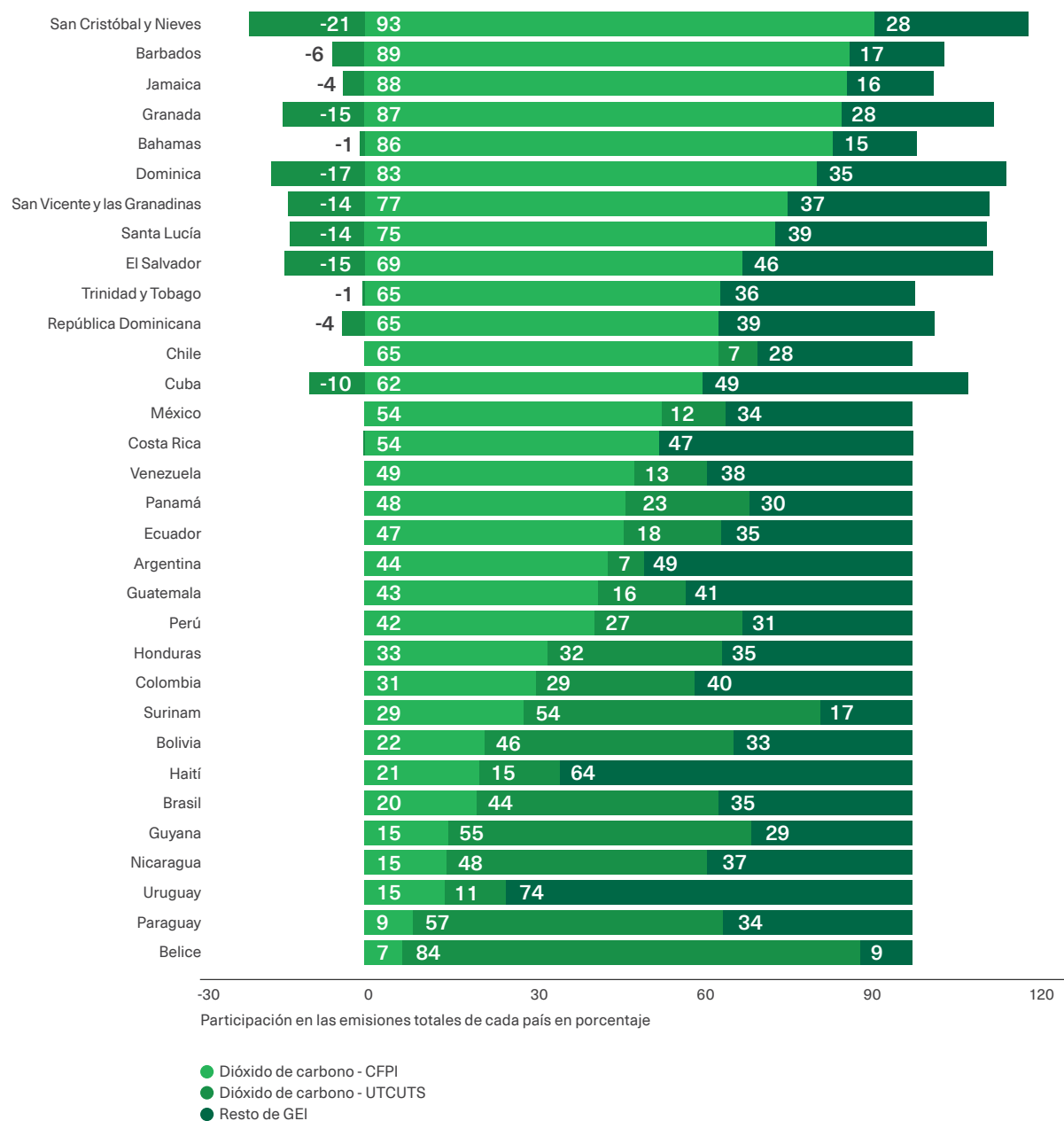
En la mayoría de los países de América del Sur y Mesoamérica, el UTCUTS es una fuente neta de emisiones de CO<sub>2</sub>, con una importancia cuantitativa que va desde valores muy bajos (7 % en Chile y Argentina) hasta valores superiores al 50 % (Surinam, Guyana, Paraguay y Belice). Tercero, las emisiones de otros gases, principalmente metano, tienden a ubicarse, en general, entre el 25 % y el 50 % de las emisiones totales.

En resumen, la descripción de las emisiones presentes de América Latina y el Caribe indica que la región genera el 10 % de las emisiones a nivel global, según datos de 2019, con niveles de emisión por habitante y por producto levemente superiores al promedio mundial. El principal sector generador de emisiones es ASOUT, con el 58 % del total de emisiones de la región en 2019, de los cuales, el 38 % lo explica el subsector de UTCUTS y el 20 %, las prácticas agropecuarias. Sin duda, el control de las emisiones originadas en el uso de la tierra constituye el principal desafío que afronta la región en su contribución a la solución global del fenómeno climático y, al mismo tiempo, ofrece una oportunidad para lograr sinergias entre la reducción de las emisiones y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. La generación de energía explica una fracción relativamente baja de las emisiones de la región como un todo, a diferencia de lo que ocurre en el mundo desarrollado, donde este sector representa la principal fuente. Por último, América Latina y el Caribe es una región muy diversa y esto se refleja en las diferencias en los patrones de emisión de los distintos países. Esto implica que no hay un remedio único en materia de reducción de emisiones y que los espacios de mitigación serán específicos a cada país.



### Gráfico 1.17

Composición de las emisiones antropogénicas de GEI en cada país de América Latina y el Caribe según la fuente en 2019



**Nota:** En el gráfico se distinguen tres tipos de fuentes: CO<sub>2</sub> proveniente del uso de combustibles fósiles y de procesos industriales (CFPI), CO<sub>2</sub> proveniente del sector de UTCUTS y resto de GEI (principalmente metano y, en menor medida, gases fluorados y óxido nitroso).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021) y Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

## Recuadro 1.5

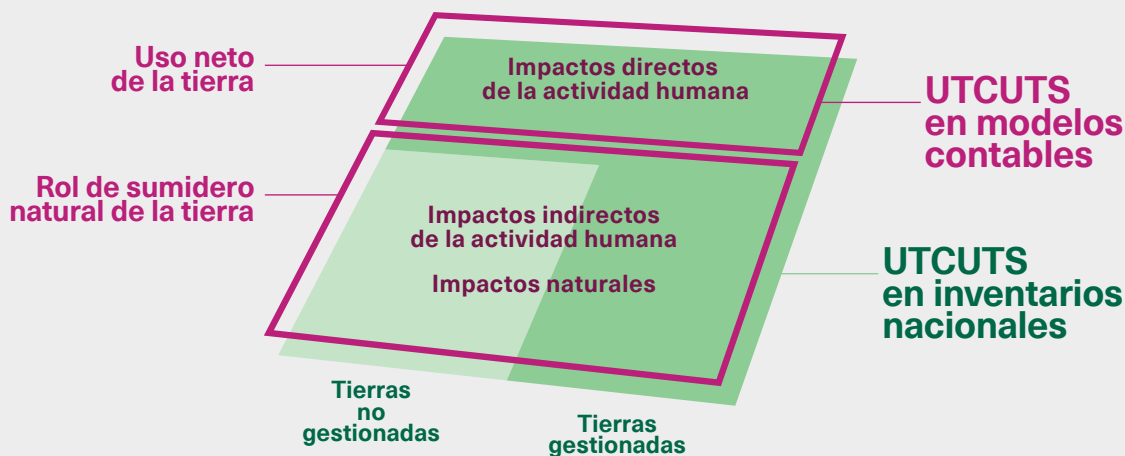
### Diferencias conceptuales en la medición de las emisiones del sector de UTCUTS: modelos globales e inventarios nacionales

El reto para medir las emisiones antropogénicas de GEI asociadas al sector de UTCUTS radica en que es difícil separar los flujos de emisiones y absorciones que se producen como consecuencia de factores antropogénicos de aquellos que resultan de procesos naturales. Estos flujos pueden ser de tres tipos: 1) efectos directos de la actividad humana como resultado de las prácticas de manejo de la tierra y los cambios de uso; 2) efectos indirectos de la acción humana (por ejemplo, el efecto del cambio climático sobre la vegetación y los suelos) y, 3) efectos provocados por la variación natural del clima u otras perturbaciones naturales o biológicas. Bajo el marco conceptual del ciclo del carbono, el sector de UTCUTS abarca el primer tipo de efectos, mientras que los otros dos tipos forman parte del rol de sumidero natural de carbono de la tierra (ver el subapartado “Ciclo del carbono y su acumulación en la atmósfera”).

En los informes de evaluación del IPCC, las emisiones del sector de UTCUTS se estiman con base en modelos contables que buscan captar únicamente los flujos antropogénicos directos (por ejemplo, la deforestación o la reforestación), mientras que el rol de sumidero natural de la tierra se calcula con base en modelos dinámicos de la vegetación global<sup>a</sup>. Por su parte, los inventarios nacionales de GEI, que se elaboran a partir de directrices definidas por el mismo IPCC, tratan de aproximar los flujos antropogénicos directos por medio del criterio de las tierras gestionadas<sup>b</sup>, que consiste en considerar como antropogénicos a todos los flujos que ocurren en tierras que son clasificadas por los gobiernos como gestionadas. La figura 1, elaborada a partir de Grassi et al., (2018), ilustra las diferencias entre ambos enfoques.

#### Figura 1

Diferencias conceptuales en la medición del sector de UTCUTS entre los modelos contables y los inventarios nacionales



**Nota:** La figura muestra los distintos tipos de impactos considerados en la cuantificación de emisiones del sector de UTCUTS tanto bajo la metodología de los modelos globales como bajo el criterio empleado para cuantificar los inventarios nacionales. Estos impactos se clasifican en tres categorías: impactos directos de la actividad humana, impactos indirectos de la actividad humana e impactos naturales. A su vez, pueden ocurrir en tierras que los países declaran como gestionadas o en tierras declaradas como no gestionadas.

**Fuente:** Grassi et al. (2018).

Estas diferencias metodológicas afectan la estimación de las emisiones del sector de UTCUTS. En particular, esas estimaciones tienden a ser menores que las obtenidas por medio de los modelos globales dado que el criterio de los inventarios nacionales en dicho sector incluye parte de los flujos naturales y de aquellos producidos indirectamente por la acción humana (los tipos 2 y 3 de la clasificación anterior), que tienden a ser absorciones netas debido al rol de sumidero natural de la tierra. A nivel global, durante el período 2005-2014, las emisiones anuales del sector de UTCUTS de los inventarios nacionales fueron un 10 % más bajas que las arrojadas por los modelos globales, lo que equivale a unas 4 GtCO<sub>2</sub> por año (Grassi et al., 2018).

Las directrices del IPCC para el cálculo de las emisiones del sector de UTCUTS en los inventarios nacionales establecen distintos requerimientos metodológicos (que afectan la precisión de las estimaciones) y distinta periodicidad para el reporte de los resultados, según se trate de países desarrollados o en desarrollo. Por esto, en los análisis que involucran comparaciones de las emisiones del sector de UTCUTS entre países o cálculos de emisiones totales agregadas a nivel regional o mundial, como los que se hacen en este capítulo, se recomienda utilizar las estimaciones basadas en los modelos globales (IPCC, 2021a). Esta es la razón de que las emisiones del sector de UTCUTS utilizadas aquí puedan diferir de los valores reportados por los países en sus respectivos inventarios.

a. Para una descripción de estos modelos puede consultarse Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022) o Grassi et al. (2018).

b. Los países declaran como "gestionadas" todas aquellas parcelas de tierra que han sido alteradas por la actividad humana.

## Cobertura y uso del suelo y balance de carbono

La contribución de la vegetación y los suelos a la regulación del clima global no solo depende de las perturbaciones antropogénicas, de las cuales, como se ha visto, el UTCUTS es una fuente importante; también depende de la captura de carbono debida a procesos naturales (como se describe en el recuadro 1.1). Una medida de esta contribución viene dada por el balance de carbono, esto es, los flujos netos de carbono que ocurren entre los ecosistemas y la atmósfera, producidos por causas antropogénicas o naturales<sup>21</sup>. Contar con mediciones precisas del balance de carbono de los ecosistemas terrestres es importante para la definición de políticas climáticas con base en el aporte de estos ecosistemas.



**Contar con mediciones precisas del balance de carbono de los ecosistemas terrestres es importante para la definición de políticas climáticas con base en el aporte de estos ecosistemas**

Antes de analizar el balance de carbono en los ecosistemas terrestres de la región, conviene detenerse en el sector de UTCUTS por su importancia como fuente de emisiones. Este sector es complejo de por sí, porque incluye tanto emisiones como absorciones de carbono. Las 2,2 GtCO<sub>2</sub>eq que este sector generó en 2019 (ver el subapartado anterior) son emisiones netas y resultan de la diferencia entre los flujos brutos de emisión y absorción asociados a los patrones de uso de la tierra. Por ejemplo, la deforestación de los

21 En términos del ciclo del carbono, el balance de carbono es la suma de las emisiones netas antropogénicas del sector de UTCUTS y las absorciones naturales de los sumideros terrestres.

bosques para su conversión en terrenos de cultivos genera emisiones por la liberación del carbono acumulado en la biomasa y en los suelos, que no es compensada con el carbono acumulado en los cultivos. Asimismo, el rebrote de los bosques, luego de la recolección de madera, o la conversión de tierras agrícolas a forestales favorece la remoción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera a medida que este carbono es absorbido por la biomasa y luego acumulado en los suelos. La diferencia entre ambos flujos es lo que se reporta como emisión neta del sector.

Esto es relevante porque un mismo valor de emisiones netas puede ser resultado de diferentes flujos de emisiones brutas. Cuanto mayor es la relación entre las emisiones brutas y las netas, mayor será el potencial de mitigación que puede lograrse por medio de la mejora en la gestión de los suelos. A nivel global, las emisiones brutas del sector de UTCUTS en los últimos diez años con datos disponibles fueron aproximadamente 1,5 veces mayores que las absorciones brutas y, por lo tanto, 3 veces mayores que las emisiones netas (Friedlingstein, O'Sullivan et al., 2022). Si se toma ese valor como representativo de la situación de América Latina y el Caribe (dado que no se dispone de información a nivel regional), esto significa que, para reducir a cero las emisiones antropogénicas netas en el sector de UTCUTS, la región debería disminuir las emisiones brutas provenientes de actividades que alteran el suelo (por ejemplo, la deforestación) en un tercio de su nivel actual, manteniendo constantes las actividades que generan absorciones brutas (por ejemplo, la reforestación).

Por ello, es relevante analizar la evolución de la cobertura y uso del suelo. América Latina y el Caribe tiene alrededor de 2000 millones de hectáreas de superficie habitable, definida como el total de la superficie terrestre menos la parte ocupada permanentemente por glaciares y la tierra estéril no habitable. Como muestra el gráfico 1.18, el 37 % de esta superficie son coberturas forestales naturales<sup>22</sup>, el 35 % tierras de pastoreo, el 16 % tierras de cultivo,

el 8 % otras coberturas no arbóreas<sup>23</sup> y el 4 % restante corresponde a los asentamientos poblacionales tanto urbanos como rurales. En comparación con el resto del mundo, la región es relativamente rica en bosques, que es el tipo de cobertura del suelo más importante para la regulación del clima global. La mayor parte son bosques tropicales, seguidos por los bosques subtropicales y los bosques templados. La región cuenta con el bosque húmedo tropical más grande del mundo en la región del Amazonas. Estos ecosistemas absorben y almacenan importantes cantidades de CO<sub>2</sub>, por lo que se constituyen en uno de los controladores principales del ciclo del carbono en el planeta <sup>24</sup>.

## ● ● **Los bosques absorben y almacenan importantes cantidades de CO<sub>2</sub>, constituyéndose como uno de los controladores principales del ciclo del carbono en el planeta**

Esta riqueza se está perdiendo como consecuencia de la conversión de las tierras forestales a tierras agrícolas y ganaderas. La ventaja comparativa en bosques se ha reducido considerablemente desde 1950, cuando este tipo de cobertura ocupaba el 44 % de la superficie de la región (versus el 28 % en el resto del mundo). El ritmo de deforestación en América Latina y el Caribe entre 1950 y 2017 es de una magnitud considerable: equivale a perder, cada año, una superficie de bosques similar al tamaño de Haití o a más de la mitad de la superficie de Costa Rica. Si bien el ritmo de pérdida de bosques se redujo recientemente (la tasa promedio anual de pérdida de superficie boscosa en lo que va de este siglo es un tercio de la correspondiente al período 1950-2000), la región debe redoblar los esfuerzos para frenar aún más la pérdida de bosques y hacer que la conservación de estos ecosistemas pase a formar parte de la solución al problema del cambio climático.

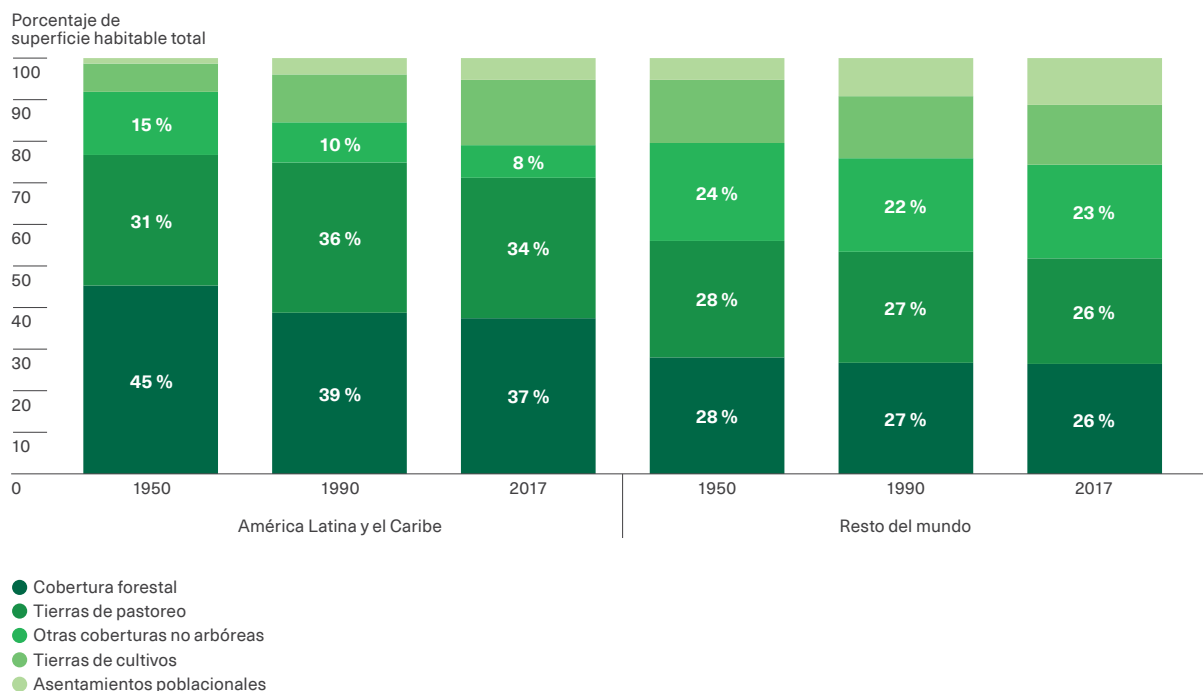
22 Esta cifra se refiere a la superficie forestal que se encuentra en estado "natural" o "seminatural", es decir, sin uso antropogénico del suelo o con un uso menor.

23 Se refiere a regiones sin cobertura arbórea, tales como pastizales, matorrales, tundra, desierto y tierras estériles, que se encuentran en estado natural o seminatural.

24 Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020), el carbono almacenado en los bosques se distribuye entre la biomasa viva, tanto sobre el suelo como bajo este (el 44 % del total), la madera muerta y la hojarasca (el 10 %) y la materia orgánica del suelo (el 45 % restante).

### Gráfico 1.18

Participación de cada tipo de suelo en la superficie habitable total de América Latina y el Caribe y el resto del mundo en el período 1950-2017



**Nota:** El gráfico muestra la participación de cada tipo de suelo en la superficie habitable en años seleccionados del período 1990-2017. Los 33 países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC; dentro de "resto del mundo" se incluye a 187 países para los que se cuenta con información (ver Gauthier et al., 2021).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Gauthier et al. (2021).

Las cifras anteriores sobre el avance de la deforestación se reflejan en las emisiones provenientes del sector de UTCUTS. Al mismo tiempo, hay bosques que se mantienen intactos o con baja intervención humana y continúan amortiguando el efecto de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> sobre el clima global. Para evaluar la relevancia de estas absorciones, a continuación, se analiza el balance de carbono de los bosques de América Latina y el Caribe.

En un estudio reciente, Harris et al. (2021) estimaron el balance de carbono de los bosques del planeta durante las últimas dos décadas. Su principal conclusión es que, cuando se consideran tanto los factores antropogénicos como los naturales, los bosques se comportan como sumideros netos de carbono. Cada año, los bosques de todo el mundo absorben de la atmósfera y almacenan, tanto en la biomasa como en el suelo, unas 7,2 GtCO<sub>2</sub>eq. Esta cantidad es el resultado de unas absorciones brutas iguales

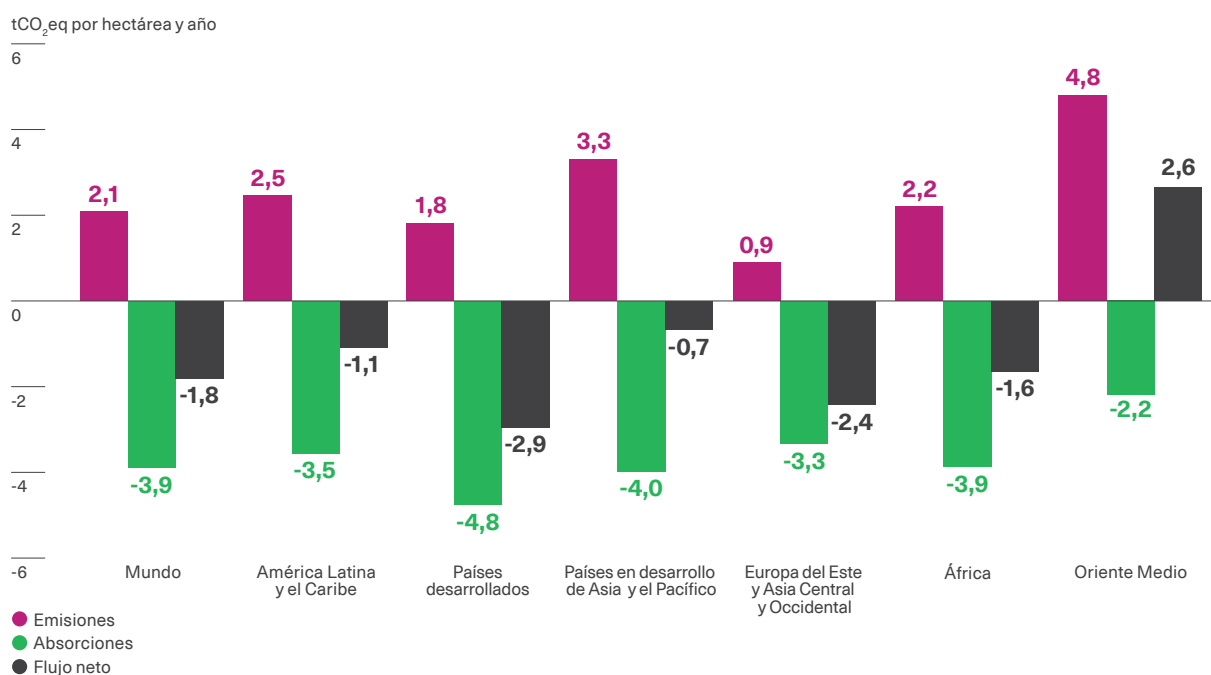
a 15,5 GtCO<sub>2</sub>eq y unas emisiones brutas iguales a 8,4 GtCO<sub>2</sub>eq por año<sup>25,26</sup>.

Los bosques de América Latina y el Caribe contribuyen cada año con la captura de 1,1 GtCO<sub>2</sub>eq, lo que representa el 15 % de la captura global. Se trata de una contribución significativa, aunque esta puede interpretarse como relativamente baja si se tiene en cuenta que la región cuenta con el 25 % de los bosques del mundo. Para ver esto con más claridad, el gráfico 1.19

muestra los flujos brutos de emisión y absorción, así como el flujo neto, por hectárea de bosque. En efecto, una hectárea típica de bosque en América Latina y el Caribe cada año absorbe 3,5 tCO<sub>2</sub>eq y emite 2,5 tCO<sub>2</sub>eq, lo que da como resultado un flujo neto anual de -1,1 tCO<sub>2</sub>eq. Esta productividad en la captura de carbono de los bosques de la región es inferior al promedio mundial y está muy por debajo de la que alcanzan los países desarrollados (-1,8 tCO<sub>2</sub>eq y -2,9 tCO<sub>2</sub>eq por hectárea y año, respectivamente).

### Gráfico 1.19

Flujos de emisión y absorción de GEI por hectárea de bosque según la región en el período 2001-2021



**Nota:** El gráfico muestra las magnitudes de los flujos de emisiones y absorciones anuales de GEI por superficie de bosque en tCO<sub>2</sub>eq por hectárea y año. Por simplicidad, no se reporta la incertidumbre asociada a estas estimaciones. El gráfico considera a 208 países y territorios con información sobre los flujos de emisión y absorción de GEI por hectárea de bosque. A excepción de los países de ALC, en donde se tomaron a los países pertenecientes a la CELAC, la definición de las regiones sigue la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dahkal et al. 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Global Forest Watch (2022).

25 Las emisiones incluyen, además de CO<sub>2</sub>, metano (resultante, principalmente, de los incendios forestales) y óxido nítrico (que proviene del drenaje de los suelos orgánicos en las áreas deforestadas). No obstante, estos GEI distintos al CO<sub>2</sub> apenas representan el 1 % del total de emisiones.

26 Las cifras de absorciones y emisiones no son directamente comparables a las que surgen del análisis del ciclo global del carbono mostradas en el apartado "Cambio climático y pérdida de biodiversidad: dos caras de la misma moneda" debido a que, (1) en este cálculo, ambos flujos surgen de causas antropogénicas y naturales, mientras que, en el cálculo del ciclo del carbono, los flujos antropogénicos y los naturales se estiman por separado, y (2) las estimaciones de Harris et al. (2021) incluyen todos los GEI, mientras que las estimaciones de los flujos del ciclo del carbono solo incluyen CO<sub>2</sub>.

La principal causa de la menor productividad de los bosques de la región en la captura de carbono es la deforestación impulsada por la producción de alimentos y materias primas. Esta es la mayor fuente de emisiones brutas de los bosques a nivel global y se produce principalmente en los bosques tropicales de América del Sur y del sudeste de Asia. Además, la región cuenta con una proporción relativamente alta de bosques primarios (aquellos cuyos procesos ecológicos no han sido alterados significativamente por la actividad humana), que se concentran en los trópicos. Los bosques primarios tienden a ser menos productivos capturando carbono que los bosques secundarios (aquellos cuya vegetación ha vuelto a crecer luego de que la vegetación original fuera eliminada), como se detalla en el recuadro 1.6.



### **Los bosques de América Latina y el Caribe contribuyen con el 15 % de la captura de carbono global anual. Este es un aporte significativo, que puede aumentar si se considera que la región tiene el 25 % de los bosques del mundo**

El estudio del CCG-UC (2023), encargado especialmente para este reporte, permite cuantificar la importancia de la deforestación como fuente de emisiones en los principales biomas terrestres de América Latina y el Caribe. El trabajo analizó las emisiones y absorciones de carbono durante el período 2000-2019 en cien ecosistemas terrestres de la región, entre los que se incluyen diferentes tipos de bosques (húmedos, secos, templados, de montaña, andinos, costeros, de pinos, estacionales y pantanosos), humedales, manglares, sabanas y zonas de matorrales y desiertos<sup>27</sup>. El estudio encuentra que el 37 % de las emisiones brutas ocurridas en este período se pueden atribuir a la deforestación y, de este porcentaje, una quinta parte se debe a deforestaciones causadas por incendios forestales.

El resto de las emisiones brutas se explican principalmente por la degradación de la vegetación producida por el aumento de las temperaturas y la escasez de lluvias y por procesos naturales, como la respiración de las plantas.

El estudio permite conocer los flujos de emisiones y absorciones para zonas específicas e identificar los territorios más afectados por la deforestación. Estos resultados se muestran en el gráfico 1.20. Las zonas que se han comportado como emisoras netas de carbono se encuentran en el sur del Amazonas, Centroamérica y el Chaco paraguayo, mientras que entre las que fueron sumideros netos se destacan partes de la Amazonia peruana y colombiana, el sureste de Brasil, la región central de Chile y la frontera entre Paraguay y Bolivia. Los resultados también muestran que la deforestación afecta a casi toda la región, con algunas de las zonas más afectadas en el sur de Brasil, Centroamérica, Paraguay y el norte de Argentina.

En definitiva, los estudios que analizan el balance de carbono de los bosques, al ofrecer estimaciones de los flujos de emisiones y absorciones brutas por separado, no solo confirman la importancia de reducir las emisiones procedentes de la deforestación, sino que hacen explícita la contribución de las zonas forestales a la eliminación del carbono de la atmósfera. Una vez más, estos resultados ponen en evidencia el potencial de la región para aumentar su contribución a la mitigación global a través de una mejor gestión de los suelos.

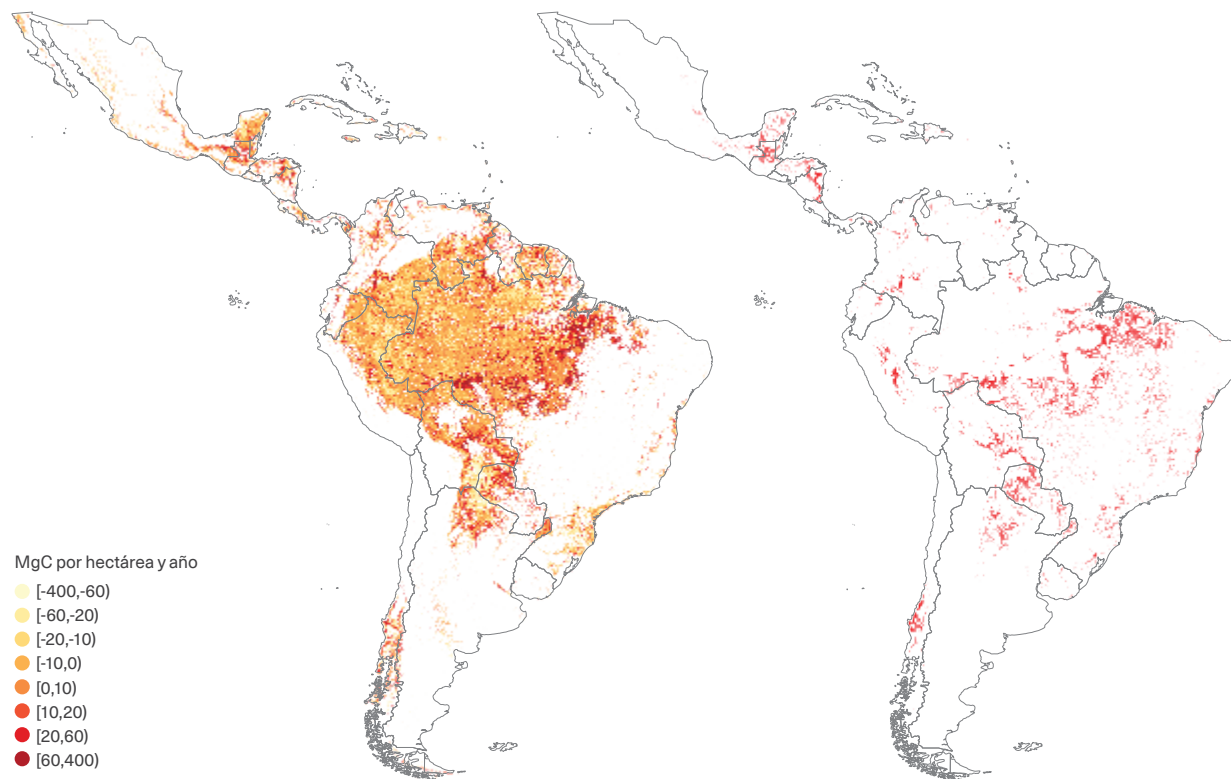
27 Una diferencia metodológica entre este estudio y el de Harris et al. (2021) es que, en este caso, solo se analiza la evolución del stock de carbono acumulado en la biomasa sobre el suelo.

### Gráfico 1.20

Flujos de carbono y deforestación en los ecosistemas terrestres de América Latina y el Caribe en el período 2000-2019

Panel A.  
Flujos de carbono

Panel B.  
Deforestación



**Nota:** El panel A muestra el balance de carbono neto entre los años 2000 y 2019 en miligramos de carbono (mgC) por hectárea y por año, según categorías que van desde los -400 mgC (amarillo) a los +400 mgC (rojo). El panel B muestra la deforestación detectada por Hansen et al. (2013) en color rojo. La deforestación se define como la conversión de los bosques naturales a usos de la tierra no forestales, por lo que se excluye la tala de bosques naturales seguida de una recuperación natural o destinada a la silvicultura gestionada (Hansen et al., 2013). Los 33 países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la CELAC.

Fuente: CCG-UC (2023) con datos de Alaniz et al. (2022).



## Recuadro 1.6

### El balance de carbono en los bosques del planeta

El estudio de Harris et al. (2021) brinda información sobre el potencial de captura de distintas categorías de bosques, lo que resulta informativo en el momento de diseñar políticas de conservación y reforestación. Como se observa en el cuadro 1, los bosques templados se destacan por su contribución a la captura neta de carbono atmosférico debido a que solo representan el 15 % de la superficie boscosa del planeta y contribuyen con casi la mitad del flujo neto de absorción de carbono a nivel global. En el otro extremo se encuentran los bosques tropicales, que, con una superficie de casi la mitad de los bosques totales, apenas contribuyen con poco más de la quinta parte de la captura neta total. En términos del tipo de bosque, los bosques secundarios son los que hacen la mayor parte de la captura neta de carbono de la atmósfera a nivel global. Los bosques primarios, mientras tanto, tienen un balance de carbono prácticamente neutro.

#### Cuadro 1

Flujos de GEI asociados a los bosques según el dominio climático y tipo de bosque

	Extensión (año 2000)		Flujos anuales (en GtCO <sub>2</sub> eq)		
	En millones de hectáreas	En porcentajes	Emisión bruta	Absorción bruta	Flujo neto
<b>Total de bosques del planeta</b>	4.029	100	8,1	-15,5	-7,5
<b>Según dominio climático</b>					
Boreales	1.090	27	0,9	-2,5	-1,6
Templados	590	15	0,9	-4,4	-3,5
Subtropicales	340	8	1,0	-1,6	-0,6
Tropicales	1.990	49	5,3	-7,0	-1,7
<b>Según tipo</b>					
Primarios	1.060	26	2,1	-2,0	0,1
Secundarios	2.849	71	4,6	-11,5	-6,9
Plantaciones y cultivos arbóreos	113	3	1,4	-1,6	-0,2
Manglares	8,7	0,2	0,0	-0,2	-0,2

**Nota:** El cuadro muestra, para cada dominio climático y tipo de bosque en el año 2000, su extensión (en millones de hectáreas), su participación (en porcentajes respecto de la extensión total) y sus flujos de GEI (en GtCO<sub>2</sub>eq promedio anual para el período 2001-2019). Estos flujos se dividen en emisiones, absorciones y flujo neto.

**Fuente:** Elaborado con datos de Harris et al. (2021)

Por supuesto, estos valores están influenciados no solamente por las características físicas y biológicas de estos ecosistemas, sino también, y de manera importante, por las perturbaciones antropogénicas y las resultantes del cambio climático a las que están expuestos. Por ejemplo, la menor contribución relativa a la captura global de los bosques tropicales con relación a los bosques templados y boreales se explica, en parte, por las mayores tasas de deforestación a las que están expuestos los primeros.

# Perspectiva económica del cambio climático, la pérdida de biodiversidad e implicaciones para la política climática y ambiental

Las bases físicas del cambio climático ilustran cómo este es el resultado de la acumulación en la atmósfera de los GEI generados por las actividades humanas. Estas mismas actividades, en su interacción con los recursos naturales, originan una sobreexplotación que altera las estructuras y las funciones de los ecosistemas y se traduce en pérdidas de servicios ecosistémicos y de biodiversidad. La ciencia económica aporta un marco conceptual que permite identificar las causas económicas por las que la acción humana, en su interacción con la naturaleza y el clima, conduce a equilibrios que no son óptimos desde el punto de vista del bienestar humano y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Esto es un primer paso para la definición de medidas de política climática que contribuyan a corregir esas ineficiencias.

Las emisiones de GEI se producen como consecuencia de las decisiones de producción y consumo de numerosos agentes económicos (individuos, empresas, gobiernos) que generan, directa o indirectamente, emisiones de GEI a la atmósfera, imponiendo un costo sobre la población global y sobre el planeta que no se tiene en cuenta en el momento de tomar esas decisiones. El consumo de electricidad, la utilización de vehículos a combustión interna o el uso de combustibles fósiles para generar energía en una planta industrial son algunos ejemplos de acciones que producen emisiones de GEI. Lo mismo ocurre cuando se deforesta una hectárea de bosque para su utilización como tierra de cultivo o cuando los pastizales naturales se convierten en tierras de pasturas para ganado. En estos casos, además de liberar a la atmósfera el CO<sub>2</sub> acumulado en la biomasa y en el suelo, se destruye el hábitat de cientos de especies de animales, plantas e insectos y se pierden valiosos servicios ecosistémicos de alcance global o regional, como la regulación del clima o del ciclo hídrico. Estos costos para la sociedad no son internalizados por el agente que toma la decisión de talar la hectárea de bosque o introducir animales en los pastizales, ni tampoco por los consumidores de los alimentos que se obtienen de esas tierras.

En este sentido, tanto el cambio climático como la pérdida de biodiversidad pueden ser conceptualizados

como la consecuencia de una externalidad negativa de alcance global. En presencia de una externalidad, las decisiones individuales de producción o consumo conducen a equilibrios a nivel agregado en los que los costos para la sociedad son mayores que los beneficios. Por ejemplo, propician que se utilice demasiada energía fósil o que se deforesten demasiados bosques con respecto a los beneficios que estas actividades tienen para el conjunto de la sociedad. Este tipo de situaciones conducen a la sociedad a un sendero de crecimiento económico que no es sustentable desde el punto de vista medioambiental. La política pública en materia climática y de conservación de la biodiversidad debe fomentar que ese crecimiento económico vuelva a ser compatible con un sendero de desarrollo sostenible, como se discute brevemente a continuación y se trata con mayor profundidad en el capítulo 5.



**Tanto el cambio climático como la pérdida de biodiversidad pueden ser conceptualizados como la consecuencia de una externalidad negativa de alcance global**

Asimismo, el cambio climático tiene consecuencias para el bienestar de la población cuyo manejo o prevención también puede estar sujeto a diversas fallas de mercado y, por lo tanto, ameritar la intervención de la política pública. La construcción o el mejoramiento de la infraestructura para prevenir inundaciones o racionalizar el uso del recurso hídrico, la investigación para el desarrollo de cultivos más resilientes al aumento de las temperaturas o a la escasez de lluvias, la adopción de estos nuevos cultivos por parte de los agricultores, la puesta en marcha de sistemas de alerta temprana para ciclones tropicales o para las olas de calor, por mencionar algunos ejemplos, son medidas de adaptación frente al cambio climático que están sujetas a externalidades o problemas de información que hacen que el mercado por sí solo no las provea en cantidad y calidad adecuadas.

## Políticas públicas para hacer frente al cambio climático y la pérdida de biodiversidad

Las políticas climáticas pueden ser de adaptación o de mitigación. Las políticas de adaptación buscan hacer frente a los riesgos del cambio climático anticipando, previniendo o minimizando los daños que este pueda causar. Estas políticas pueden apuntar a reducir la exposición de la población ante determinados riesgos —por ejemplo, previniendo los asentamientos en zonas de baja elevación o reubicando a los hogares que ya residen en estos lugares— o a mejorar la capacidad de hacer frente a las amenazas climáticas —por ejemplo, construyendo defensas u otras infraestructuras que protejan a las poblaciones costeras de las marejadas—. También se incluyen en esta categoría las políticas de reparación de daños una vez que los impactos se manifiestan, como las obras de reconstrucción de la infraestructura afectada por las tormentas tropicales. Las políticas de mitigación buscan reducir las emisiones de GEI, mediante, por ejemplo, el reemplazo de los combustibles fósiles por fuentes limpias en la generación de energía o el aumento del área de bosques para capturar más carbono de la atmósfera. A ellas se suman, las políticas para la conservación, que buscan restaurar y proteger los ecosistemas y la biodiversidad y promover el uso sustentable de los servicios que estos brindan.

Así como el sistema climático y la biodiversidad están estrechamente interrelacionados, también lo están las políticas específicas para cada dominio. La recuperación de los ecosistemas puede contribuir tanto a la mitigación climática, por su capacidad de capturar y almacenar el carbono de la atmósfera, como a la adaptación frente a los riesgos del cambio climático a través de los múltiples canales ya mencionados. Asimismo, debido a que los ecosistemas son vulnerables ante el aumento de las temperaturas, la disminución

de las lluvias y las sequías, entre otras consecuencias del cambio climático, las políticas de reducción de las emisiones también favorecen su preservación.

En el capítulo 2 de este reporte se discuten diversas políticas de adaptación y mitigación relacionadas con la producción y el consumo en los principales sectores de actividad de las economías de la región. Las políticas de adaptación cubren un abanico amplio de medidas en función del tipo de riesgo climático que se enfrente, incluyendo inversiones en infraestructura, cambios en las tecnologías o en los procesos de producción, cambios en los patrones de consumo y movilización de recursos financieros y técnicos. Las principales políticas de mitigación se pueden agrupar en dos grandes bloques: las que establecen un precio a las emisiones (que puede implementarse a través de un impuesto sobre estas o definiendo derechos de propiedad, en forma de derechos de emisiones que puedan comercializarse en los mercados) y las que establecen límites a las cantidades (prohibiciones, regulaciones y estándares).

El capítulo 3, por su parte, analiza las políticas para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en los países de la región, así como las oportunidades que los ecosistemas ofrecen para fomentar la mitigación y la adaptación climática. Un tipo de política de conservación son las medidas de comando y control, entre las que se incluyen el otorgamiento de permisos, el establecimiento de prohibiciones y la fijación de estándares. Otro conjunto de políticas busca ofrecer los incentivos correctos para que individuos, comunidades y empresas internalicen los costos de sus acciones sobre el medioambiente.

## Carácter global del fenómeno y el problema de la coordinación

Tanto la mitigación del cambio climático como la conservación de la biodiversidad pueden entenderse como bienes públicos globales: todos los países se benefician de una reducción en las emisiones y de la preservación de los ecosistemas que brindan beneficios globales, como la regulación climática,

independientemente de quién afronte el costo de reducir esas emisiones o de preservar esos ecosistemas. La necesidad de una solución que requiere coordinación internacional es, sin duda, una de las mayores dificultades para resolver las crisis climática y ambiental.

Al mismo tiempo, los impactos del cambio climático son locales y requieren inversiones en adaptación que dependen de contextos específicos. No obstante, las enormes necesidades de financiamiento para afrontar los costos de estas inversiones, junto con la desigual distribución entre países tanto de los riesgos climáticos como de la responsabilidad histórica ante el fenómeno, justifican que la discusión sobre la adaptación forme parte de la negociación internacional, lo que complica aún más el logro de acuerdos.

Las respuestas de la comunidad internacional frente a estas crisis han avanzado por canales separados y a ritmos diferentes. En materia climática, las negociaciones comenzaron con la conformación del IPCC en 1988 y continuaron con otros hitos, como la creación de la CMNUCC en 1992, la firma del Protocolo de Kioto en 1997 y su entrada en vigor en 2005 y, finalmente, la firma del Acuerdo de París en 2015.

En el marco del Acuerdo de París, más de 190 países expresaron formalmente el objetivo común de reducir las emisiones de GEI para limitar el aumento de la temperatura a 2°C por encima de los niveles preindustriales y proseguir esfuerzos para que este aumento no pase de 1,5°C. La racionalización de

definir una meta en términos de un aumento máximo de la temperatura surge del propósito de reducir el riesgo de escenarios potencialmente catastróficos para la humanidad. En efecto, los riesgos del cambio climático para el planeta son grandes, están sujetos a una elevada incertidumbre y pueden ocasionar daños potencialmente irreversibles (Stern et al., 2022).

La respuesta internacional en materia de biodiversidad comenzó antes de la década de los noventa, aunque no tomó impulso hasta 1992, con la firma de la Convención de Diversidad Biológica. Los acuerdos alcanzados se han limitado a definir objetivos globales de conservación, como las metas de Aichi para la década 2011-2020 y las metas del Marco Global de la Biodiversidad para la década 2021-2030. Los resultados de esos acuerdos han sido, hasta ahora, inferiores a lo esperado.

La negociación internacional continuará desarrollándose en los próximos años e incluso décadas. El capítulo 4 de este reporte analiza en profundidad esta evolución y discute los principales retos de gobernanza que suponen tanto la acción climática global como la protección de la biodiversidad desde la perspectiva de América Latina y el Caribe.

## Costos y beneficios de la mitigación climática

Los riesgos del cambio climático a nivel global se traducen en enormes costos actuales y futuros para las economías, la salud humana y los ecosistemas. La mitigación del cambio climático dirigida a evitar o reducir estos riesgos también es costosa. Por ejemplo, limitar el calentamiento global en línea con los objetivos del Acuerdo de París requiere lograr emisiones netas cero para 2050 (si se quiere cumplir el objetivo de 1,5°C) o para 2070 (si se busca el objetivo de 2°C). Para conseguirlo es necesario cambiar la manera de producir y consumir en todas las regiones del mundo, lo que implica costos significativos (IPCC, 2022a). Por tanto, desde el punto de vista de las decisiones de política climática, lo relevante es cómo se comparan los costos de la mitigación con los beneficios de evitar o reducir las consecuencias adversas del cambio climático.



**Limitar el calentamiento global en línea con los objetivos del Acuerdo de París requiere lograr emisiones netas cero para 2050 (si se quiere cumplir el objetivo de 1,5°C) o para 2070 (si se busca el objetivo de 2°C)**

Un marco conceptual desarrollado en la literatura económica que permite evaluar estos costos y beneficios a una escala global son los modelos de evaluación integrada (MEI). De manera simplificada, los MEI permiten relacionar la evolución futura de las principales variables socioeconómicas con senderos de emisiones y estos, a su vez, con escenarios de temperaturas. Luego, por medio de una función de daños, los cambios en las características del clima se traducen a impactos en la economía, la población y la



biodiversidad. Si bien estos modelos no están exentos de críticas, son la mejor herramienta disponible hasta el momento<sup>28</sup>.

¿Qué dicen estos modelos? Según el Sexto Informe de Evaluación del IPCC, las trayectorias compatibles con la meta de 2°C implican pérdidas en el PIB mundial de entre el 1,3 % y el 2,7 % en 2050 con respecto a una situación sin políticas climáticas. En aquellas trayectorias compatibles con la meta de 1,5°C, las pérdidas oscilan entre el 2,6 % y el 4,2 % del PIB mundial. Sin embargo, el informe también deja claro que los beneficios a largo plazo superan con creces los costos. Estos beneficios incluyen los impactos macroeconómicos de las inversiones en soluciones bajas en carbono, los beneficios colaterales de la reducción de las emisiones, como la mejor calidad del aire o del agua, los impactos evitados del cambio climático y la reducción de los costos de adaptación (IPCC, 2022a).

Otra utilidad de estos modelos es que permiten estimar el costo social del carbono (CSC), que es el costo marginal de emitir una tonelada de carbono adicional o, lo que es lo mismo, el valor que tiene para la sociedad hoy evitar el daño que esa tonelada adicional de carbono causará en el futuro. El CSC es un insumo fundamental para el análisis costo-beneficio de las distintas alternativas de reducción de emisiones. En particular, una política que contribuya a que se emita una tonelada menos de carbono a la atmósfera estaría justificada siempre que su costo fuera menor que el CSC<sup>29</sup>. Los resultados disponibles ubican al CSC para 2030, en un promedio de alrededor de USD 90 por tonelada de CO<sub>2</sub>, si se quiere limitar el calentamiento a 2°C, y en alrededor de USD 220 por tonelada de CO<sub>2</sub> en trayectorias que limitan el calentamiento a 1,5°C (en valores constantes de 2015) (IPCC, 2022a).

## Desafíos para las políticas climáticas y de conservación

Como se discutió a lo largo del capítulo, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad están estrechamente asociados a un patrón de crecimiento económico basado en el uso de energía fósil, la transformación de coberturas naturales para usos antropogénicos y la sobreexplotación de los recursos naturales. Este modelo de desarrollo ha traído prosperidad a la población, pero a costa de poner en riesgo su propia supervivencia.

América Latina y el Caribe se encuentra entre las regiones más afectadas por el cambio climático, con poblaciones, ecosistemas y especies altamente expuestas y vulnerables ante las amenazas climáticas. En ausencia de las inversiones necesarias en adaptación, el cambio climático agravará la inseguridad alimentaria y energética, empeorará la situación sanitaria, mermará los medios de vida de

muchas comunidades y afectará el capital productivo y la productividad en muchos sectores de la economía, con el inevitable aumento de la pobreza y la desigualdad.

El desafío de la región es doble. Por un lado, debe adaptarse ante los riesgos derivados de un problema global al que contribuyó relativamente poco, puesto que solo un 11 % de las emisiones históricas de CO<sub>2</sub> es atribuible a América Latina y el Caribe, mientras que el 45 % tuvo origen en los países desarrollados. Esto es relevante para la discusión sobre la justicia climática, que se retoma en el capítulo 4. Por otro lado, a la región le toca ser parte del esfuerzo colectivo de reducir las emisiones para frenar el calentamiento global. Esto implica no solo inversiones en adaptación, sino también una transición hacia formas de producción y consumo menos intensivas

28 Entre las principales limitaciones de los MEI están la arbitrariedad de la tasa de descuento que se utiliza para expresar valores futuros en cantidades presentes, la simplificación de los impactos del cambio climático en la función de daños y la dificultad para incorporar la posibilidad de resultados catastróficos, como los asociados a los puntos de inflexión (ver Stern et al., 2022 para una discusión más profunda).

29 Ejemplos de políticas de reducción de emisiones costoefectivas son las relacionadas con el manejo de los recursos forestales, como la aforestación, la regeneración o evitar la deforestación (Gillingham y Stock, 2018; Eriksson, 2020).

en carbono y más amigables con el medio ambiente, lo cual traerá aparejado costos económicos significativos para los países.

Una particularidad de la región es que presenta una composición sectorial de las emisiones actuales muy distinta a la del mundo desarrollado: sus emisiones se originan mayoritariamente en los sectores vinculados a la producción de alimentos y materias primas, sobre todo por el cambio asociado al uso del suelo y, en menor medida, en aquellos sectores vinculados a la energía fósil. Esta composición podría cambiar a medida que los países avancen en el proceso de industrialización. A su vez, existen diferencias importantes en esta composición entre los países de la región en función de sus estructuras productivas y matrices energéticas.

Además de estas diferencias en la composición sectorial de las emisiones dentro de la región, se destacan otros factores que influyen en los costos de la transición verde, tales como la intensidad de carbono de las economías, el grado de dependencia fiscal de los recursos derivados de los combustibles fósiles, los costos de la generación de energías limpias, las capacidades para implementar tecnologías de bajas emisiones y la disponibilidad de recursos naturales. Esto significa que la construcción de una agenda de desarrollo sostenible debe tener en cuenta las especificidades de cada país, evaluar las potenciales concesiones (lo que en inglés se conoce como *trade-offs*) entre distintos objetivos del desarrollo y aprovechar las potenciales oportunidades para crear sinergias entre estos, tal como se discute en el capítulo 5.





# Actividades económicas: sostenibilidad en la producción y el consumo



---

● Estructura de las emisiones por sectores y subsectores en América Latina y el Caribe

---

● Necesidades de adaptación en los principales sectores de América Latina y el Caribe

---

● Políticas de adaptación y mitigación en los sectores energético y agropecuario en América Latina y el Caribe

## Mensajes clave

**1**

El sector agropecuario, de silvicultura y otros usos de la tierra (ASOUT) es el que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la región, ya que genera un 58 % de las emisiones totales. El cambio en el uso de la tierra, debido en gran medida a la deforestación causada por la expansión de la frontera agropecuaria, es el principal responsable de dichas emisiones.

**2**

El sector de suministro de energía, el mayor emisor en el mundo, con un 34 % de los GEI producidos, representa solo el 13 % de las emisiones de América Latina y el Caribe. Esto se explica, en parte, por los menores niveles de desarrollo que caracterizan a la región y porque esta cuenta con una matriz eléctrica relativamente limpia.

**3**

La adaptación al cambio climático en el sector agropecuario deberá acaparar los mayores esfuerzos en América Latina y el Caribe dada la importancia del sector en sus economías y en el mercado global de alimentos, la elevada proporción de pequeños establecimientos dedicados mayormente al autosustento y puesto que ya se registran caídas en la producción de algunos cultivos.

**4**

La región requiere grandes inversiones en infraestructura para la adaptación en el sector energético y en las ciudades. Esto es de principal relevancia en países del Caribe, que representan una porción muy pequeña de las emisiones globales, pero en el corto y mediano plazo experimentarán los mayores impactos por eventos climáticos.

**5**

América Latina tiene un gran potencial de mitigación en reducciones de emisiones asociadas a la actividad ganadera, principalmente vacuna, tanto por las emisiones directas de metano como por la interrupción en el avance de la deforestación para crear tierras para pastoreo.

**6**

Las soluciones basadas en la naturaleza favorecen la adaptación, la mitigación y cuentan con otros cobeneficios. En particular, en el sector agropecuario, se destaca la agrosilvicultura, que provee coberturas naturales y tiene el potencial de aumentar la productividad.

**7**

Los precios al carbono son el mecanismo más eficiente para reducir las emisiones de GEI. Su implementación debería estar acompañada de la eliminación de los subsidios a los hidrocarburos y de una política redistributiva de la recaudación para compensar su impacto regresivo.

**8**

La región cuenta con un enorme potencial de generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía. Inversiones en estas tecnologías y en redes de transmisión y distribución, junto con la generación distribuida a partir de paneles solares, permitirían una autonomía energética y una disminución en la variabilidad de los precios de la energía.

## 9

Para mitigar las emisiones del transporte (el 11 % del total), la región debe centrar sus esfuerzos de corto plazo en políticas que favorezcan la adopción de mejoras técnicas en los motores de combustión interna, el uso del transporte público (idealmente eléctrico) y la adopción de alternativas al vehículo privado. La migración a una flota vehicular totalmente eléctrica debería ser un objetivo de mediano-largo plazo, dado el alto costo que implicaría en el corto plazo.

## 10

La industria genera el 16 % de las emisiones de la región y cuenta con limitadas opciones de mitigación dadas las tecnologías vigentes. Dentro de este sector, los principales emisores son el manejo de desechos, el subsector químico, de producción de metales y cemento. En algunos sectores industriales, el hidrógeno basado en fuentes libres de carbono puede reemplazar a los combustibles fósiles, pero ello requiere superar desafíos asociados al desarrollo de esta nueva tecnología.

## 11

La minería puede jugar un rol clave en la transición energética global proveyendo minerales críticos como el litio y el cobre, pero deberá focalizar sus esfuerzos en minimizar los impactos ambientales.

## 12

El sector del turismo, de gran relevancia para la generación de recursos y empleo en muchos países de la región, especialmente en las economías del Caribe, está bajo amenaza por los eventos climáticos, el deterioro de los ecosistemas marino-costeros y la pérdida de biodiversidad. Algunas políticas de adaptación para el sector son el manejo de costas y recursos hídricos, así como las regulaciones que favorecen el turismo sostenible.



# Actividades económicas: sostenibilidad en la producción y el consumo<sup>1</sup>

## Introducción

Los impactos del cambio climático son de gran alcance y afectan a todos los sectores económicos. En América Latina y el Caribe (ALC), las economías dependen en gran medida de los recursos naturales, siendo la agricultura y el turismo especialmente vulnerables a los efectos de la variabilidad del clima. A medida que aumentan las temperaturas y los patrones climáticos se vuelven más extremos e impredecibles, estos sectores enfrentan crecientes desafíos para evitar caídas de productividad, aumentos de los costos y, en definitiva, pérdidas de competitividad. A su vez, los efectos del cambio climático sobre la infraestructura, por el aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos y la subida del nivel del mar, también plantean importantes retos económicos en todos los sectores.

La magnitud de estos retos se refleja, al menos en parte, en el índice de vulnerabilidad al cambio climático para la región elaborado por CAF (2014). Este

índice está compuesto por el riesgo de exposición al cambio climático y a fenómenos extremos, la sensibilidad humana a esa exposición y la capacidad de un país para adaptarse o aprovechar los posibles cambios climáticos. Este indicador revela la gran heterogeneidad de los impactos al cambio climático que hay en la región y destaca el elevado riesgo al que están expuestos los países de Mesoamérica y el Caribe, así como los del norte y centro de América del Sur.

Más allá de los efectos desiguales del cambio climático en países y sectores, un desafío central para toda la región, que afecta a todas las actividades económicas, es la transición energética. Esta se refiere a un cambio en el sistema energético global, que ponga fin a la actual dependencia de fuentes de energía contaminantes, como los combustibles fósiles, y privilegie fuentes renovables y más limpias, como la hidroeléctrica, la solar, la ólica, la geotérmica y la de biomasa.

<sup>1</sup> Este capítulo fue elaborado por Juan Odriozola y Manuel Toledo, con la asistencia de investigación de Agustín Staudt.

América Latina y el Caribe es una de las principales fuentes de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de la actividad agropecuaria y el uso de la tierra, por lo que cuenta con oportunidades de mitigación en este sector, especialmente en lo relacionado con las prácticas agropecuarias, responsables no solo de altas emisiones de GEI, especialmente metano, sino también de la mayor parte de la deforestación.

Este capítulo caracteriza las emisiones de GEI a nivel de grandes sectores económicos y discute la

importancia que estos tienen para las economías de la región. Además, analiza los impactos específicos del cambio climático sobre cada sector y las estrategias para adaptarse a ellos y mitigar las emisiones de GEI en línea con un objetivo de crecimiento económico sostenible. El capítulo hace énfasis en los sectores agropecuario y energético por ser los principales en cuanto a emisiones de GEI y los que presentan mayores oportunidades y avances tecnológicos en políticas de mitigación y adaptación. El capítulo busca resaltar los retos y oportunidades específicos de la región.

## Emisiones e impacto medioambiental de los sectores

En este apartado se describen las tendencias en las emisiones de GEI de los sectores económicos en la región. También se analizan las diversas fuerzas impulsoras detrás de estas tendencias, así como los desafíos que enfrenta cada sector de cara a los efectos esperados del cambio climático.

Para este análisis conviene dividir la economía en los siguientes grandes sectores: suministro de energía; industria; transporte; edificaciones; y agropecuario, silvicultura y otros usos de la tierra (ASOUT). Este último, a su vez, se puede subdividir en sector agropecuario, por un lado, y uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), por otro. La importancia relativa de estos sectores como emisores de GEI se ha mantenido estable desde 1990, como se aprecia en el gráfico 2.1. El conjunto de la actividad ASOUT contribuye a la mayoría de las emisiones de GEI de la región, específicamente con el 58 %, en contraste con el 22 % a nivel global, según datos de 2019. Por separado, el sector agropecuario y de UTCUTS representan respectivamente el 20 % y 38 % de las emisiones regionales, lo cual contrasta con el 11 % de cada uno de ellos a nivel global.

El resto de los sectores juega un papel menos importante en comparación con lo observado a nivel mundial. En particular, el de suministro de energía, el mayor emisor en el mundo, con un 34 % de los GEI, representa solo el 13 % de las emisiones en América Latina y el Caribe. Esto implica que la región contribuye

con el 26 % de las emisiones mundiales de ASOUT, pero solo con el 4 % de las emisiones del sector de suministro de energía, el 6 % de las de la industria, el 7 % de las del transporte y el 3 % de las producidas por edificaciones, lo cual se traduce en un 10 % de las emisiones totales a nivel mundial.



**ASOUT representa el 58 % de las emisiones de GEI de América Latina y el Caribe, mientras que las emisiones del sector energético representan el 13 %. A nivel global, estos sectores representan el 22 % y el 34 % de las emisiones**

Este panorama regional esconde una importante heterogeneidad entre países. El gráfico 2.2 muestra el porcentaje de emisiones de GEI de cada sector para un grupo de países y subregiones en 2019. Ahí se aprecia el rol primordial que juega el UTCUTS en Sudamérica, contribuyendo con el 35 % de las emisiones de la subregión (ver el capítulo 1). Por su parte, en Centroamérica y México, este sector explica el 26 % y 12 % de las emisiones, respectivamente. En contraste, en el Caribe, el UTCUTS no contribuye con emisiones de CO<sub>2</sub> y, de hecho, sirve de sumidero de carbono.

## Gráfico 2.1

Emisiones de GEI por sector en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019



**Nota:** El gráfico muestra la evolución de las emisiones de GEI en GtCO<sub>2</sub>eq desagregada según los siguientes sectores: agropecuario, UTCUTS, edificaciones, sistemas de energía, transporte e industria. Adicionalmente, el gráfico reporta el volumen total de emisiones y la participación sectorial para los años 1990, 2000, 2010 y 2019, así como la variación interanual promedio de cada década. Los países incluidos en ALC son aquellos que se encuentran en la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).

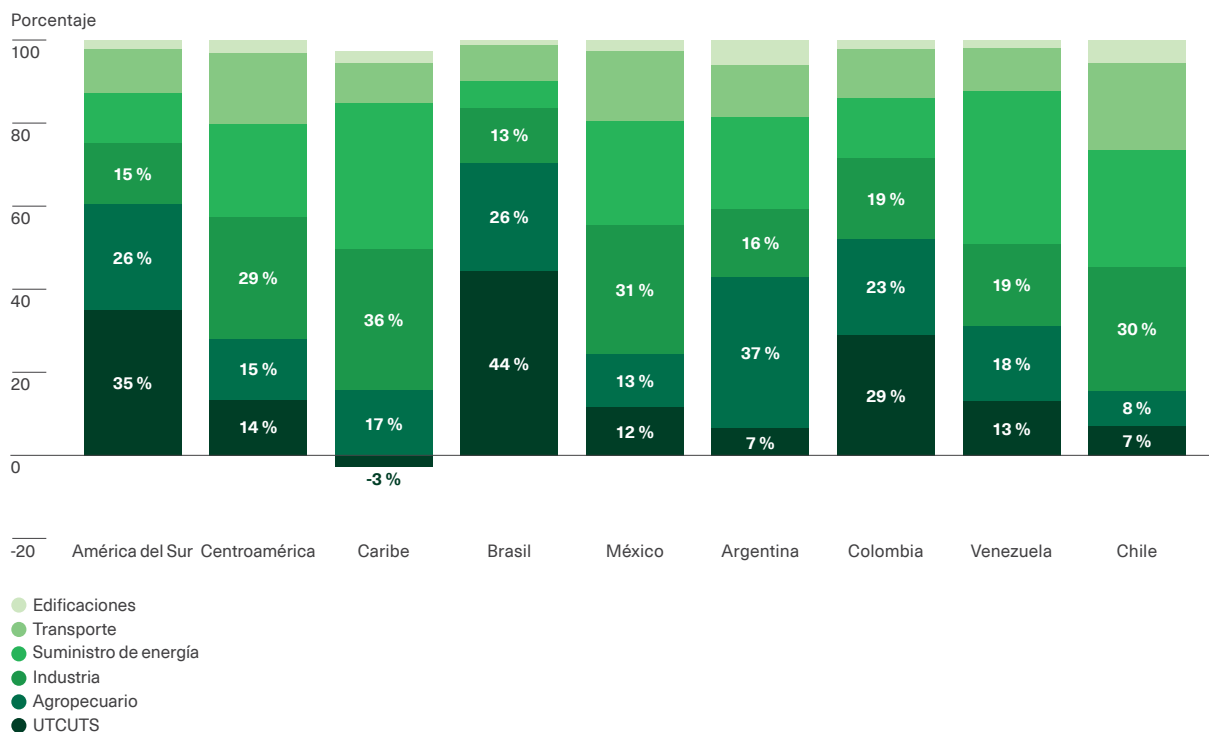
Asimismo, la relevancia de la actividad agropecuaria en las emisiones de GEI a nivel regional se explica en gran medida por la importancia que tiene esta actividad en Sudamérica, donde el 26 % de las emisiones provienen de este sector. Los tres países que más GEI emiten en la subregión son Argentina, Brasil y Colombia, a los que corresponde, en conjunto, un 70 % de todas las emisiones del sector agropecuario de América Latina y el Caribe. También destacan Uruguay y Paraguay, donde el 60 % y 31 % de las emisiones provienen del sector agropecuario. Por su parte, en Centroamérica esta actividad contribuye con el 23 % de las emisiones, mientras que en

México y el Caribe esta es responsable del 13 % y el 16 %, respectivamente.

Otra gran diferencia entre países se observa en la importancia del sector de suministro de energía. En Sudamérica y Centroamérica, este sector es responsable del 12 % y el 10 % de las emisiones de GEI, gracias a una matriz eléctrica relativamente limpia, como se explica más adelante. Por el contrario, en México y el Caribe, donde la generación de electricidad de fuentes renovables es mucho más pequeña, este sector contribuye con el 25 % y 37 % de las emisiones.

## Gráfico 2.2

Emisiones de GEI por sector en América Latina y el Caribe en 2019



**Nota:** El gráfico reporta la participación sectorial en las emisiones de GEI totales para las subregiones de ALC y los seis principales países emisores de la región ordenados por el total de emisiones. La lista de países incluidos en cada subregión se puede consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021) y Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

## Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

### Emisiones

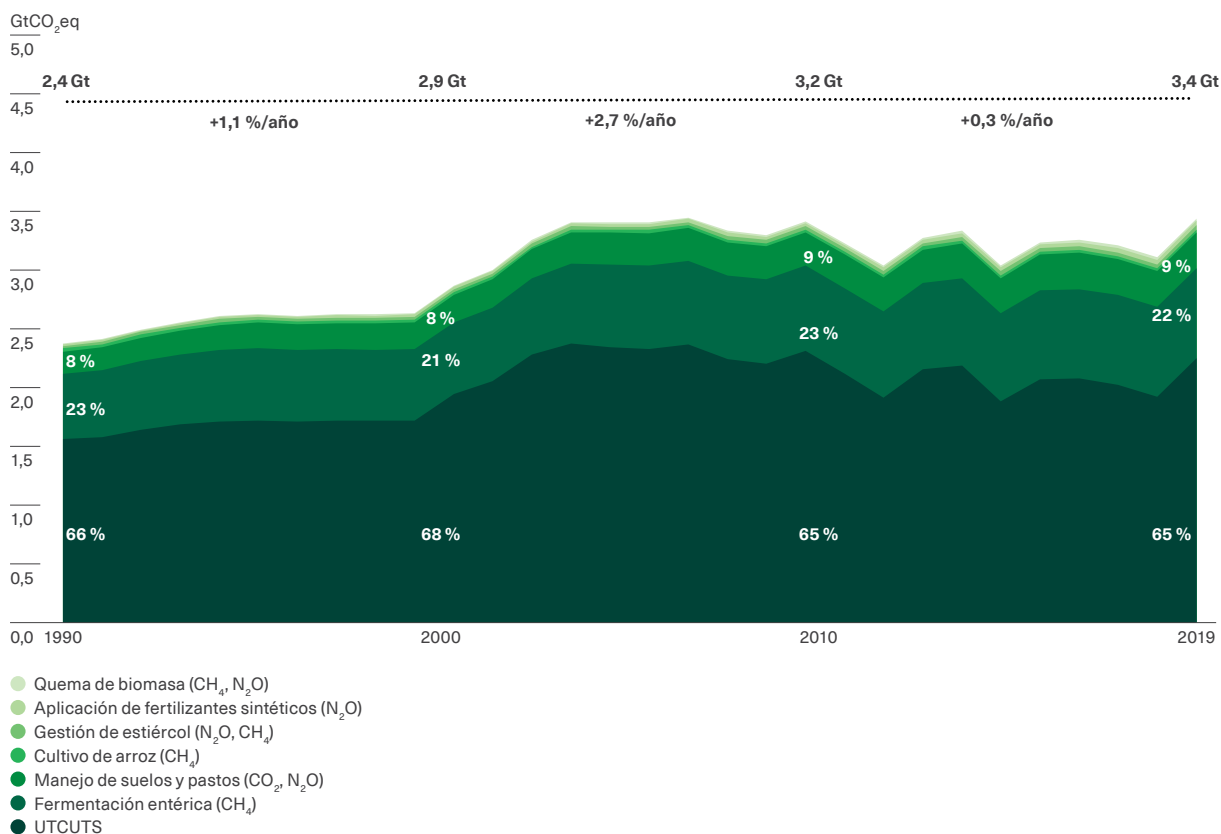
Como se ha mencionado anteriormente, la mayoría de las emisiones de GEI en la región provienen del sector ASOUT. Dentro de este, el UTCUTS es responsable de cerca de dos terceras partes de las emisiones, proporción que se ha mantenido

estable durante las últimas tres décadas (ver el gráfico 2.3). El tercio restante son emisiones del sector agropecuario, lo que contrasta con lo observado a nivel mundial, donde el UTCUTS y la actividad agropecuaria son, cada una, responsable de aproximadamente la mitad de las emisiones del sector ASOUT.



### Gráfico 2.3

Emisiones de GEI del sector ASOUT en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019



**Nota:** El gráfico reporta el volumen total de emisiones y la participación sectorial para los años 1990, 2000, 2010 y 2019, así como la variación interanual promedio de cada década. Los países incluidos en ALC son aquellos que se encuentran en la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).

Esta alta proporción de emisiones del UTCUTS se debe a la deforestación y expansión de la frontera agraria en la región. América Latina y el Caribe experimentó una disminución de su área forestal de casi un 14 % en el periodo 1990-2020, de acuerdo con datos del Banco Mundial (2022a), mientras que la superficie de tierras de cultivo aumentó un 36 % en el periodo 1990-2017, según datos de uso de la tierra de Gauthier et al. (2021). Asimismo, datos para el periodo 2000-2010 revelan que más del 90 % de la deforestación regional es explicada por la actividad agropecuaria (Hosonuma et al., 2012).

En Sudamérica, en particular, la FAO (2022a) encuentra que el pastoreo de ganado fue la principal causa de deforestación entre 2000 y 2018. La agricultura, por su parte, también tuvo un rol importante. Durante las primeras dos décadas del presente siglo, la extensión forestal cayó un 5 % mientras que el área de cultivo creció un 45 %, siendo ambas tasas de variación las más elevadas entre las grandes regiones del mundo (Potapov et al., 2022). Datos satelitales muestran que las pérdidas forestales se concentraron a lo largo de la frontera agraria que rodea las selvas amazónicas aún intactas. De hecho, el 17 % de las áreas de expansión de tierras de cultivo coincidieron con las áreas de pérdidas de bosques, siendo la región del mundo con

la mayor proporción de dicha coincidencia espacial<sup>2</sup>. Los principales focos de deforestación provocada por la expansión de las tierras de cultivo fueron los bosques húmedos del Cerrado y la Amazonia en Brasil, los bosques del Chaco en Argentina y los bosques chiquitanos en Bolivia (ver el capítulo 3).

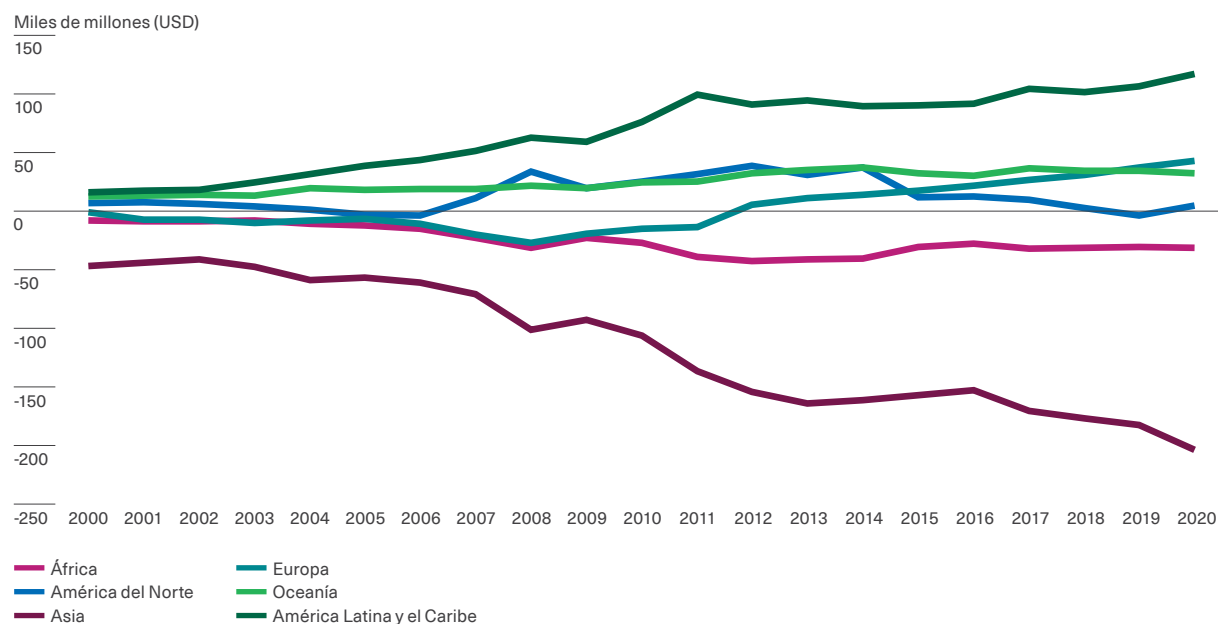
Este fenómeno de deforestación y de expansión de la frontera agraria está estrechamente vinculado a la creciente importancia que tiene la región como proveedor de alimentos al resto del mundo. Como muestra el gráfico 2.4, América Latina y el Caribe sobresale por el alto superávit comercial de alimentos en los últimos años, significativamente superior al de cualquier otra región del mundo. Esto se refleja en la extensión de tierras agrícolas de la región, que representan un 14 % del total mundial, así como en la alta participación que tienen las exportaciones agrícolas en las exportaciones totales de la región. En 2020, un 27 % de las exportaciones fueron de

productos agrícolas, tres veces mayor que lo observado en el resto del mundo. Así, la región contribuye con el 14,2 % de las exportaciones agrícolas mundiales, lo cual contrasta con su menor participación en las exportaciones totales (5,4 %) y en el PIB mundial (alrededor del 6 %). Esto contribuye a que el sector agropecuario tenga un peso relativamente alto en la economía de la región. Como muestra el gráfico 2.5, el valor agregado agropecuario representa el 5,2 % del PIB regional, mientras que en el resto del mundo es el 4,4 %. Sin embargo, se observa una gran heterogeneidad entre países a este respecto.

● ●  
**La expansión de la frontera agraria y la deforestación está estrechamente vinculada a la importancia de la región como proveedor de alimentos al resto del mundo**

### Gráfico 2.4

Exportaciones netas de alimentos por región en el período 2000-2020



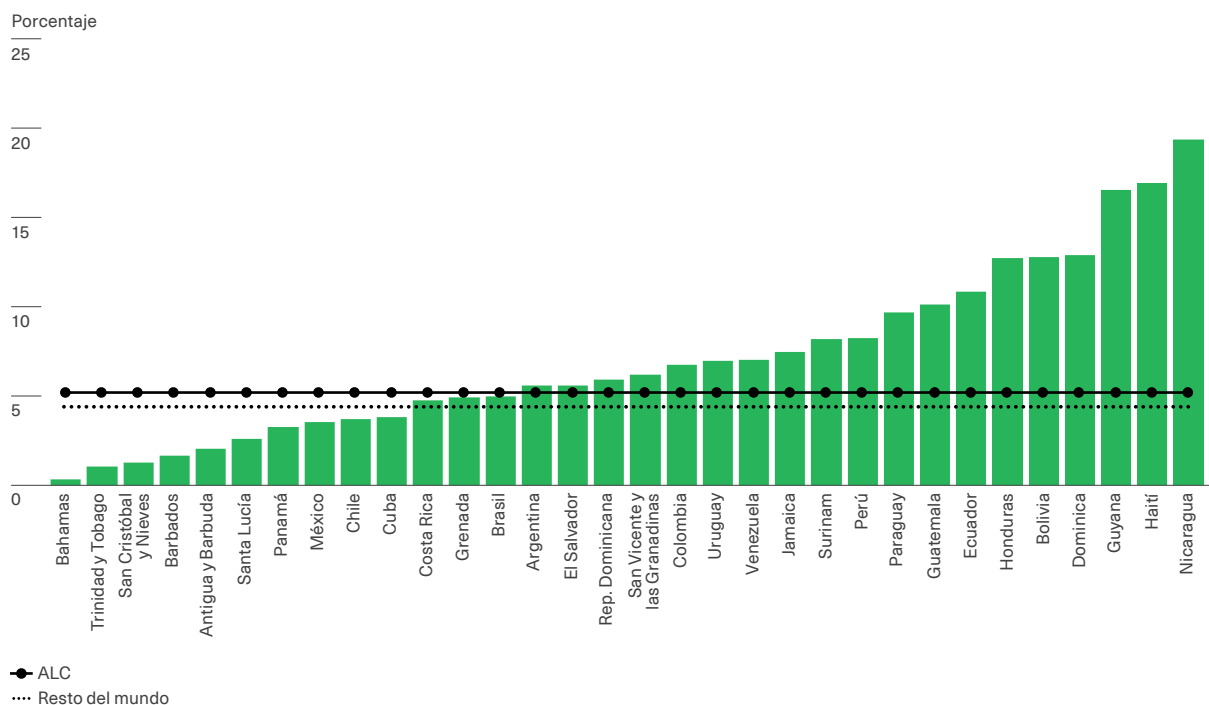
**Nota:** El gráfico reporta las exportaciones netas de alimentos (exportaciones menos importaciones), excluyendo pescado, en miles de millones de USD para el período 2000-2020. Los valores se encuentran desagregados por regiones.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de FAO (2022b).

2 Como referencia, a nivel mundial, la ubicación del 8 % del área de expansión de las tierras de cultivo coincide con la de pérdida de bosques.

## Gráfico 2.5

Valor agregado agropecuario en América Latina y el Caribe en 2020



**Nota:** El gráfico muestra el valor agregado de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca como porcentaje del PIB en USD (a precios de 2015) para los países de ALC con información disponible.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de FAO (2022c).

Otro aspecto que vale la pena resaltar del sector agropecuario de la región es la mayor relevancia que tiene la ganadería en relación con el resto del mundo. Tomando como referencia el valor bruto de la producción de 2021, la actividad ganadera en América Latina y el Caribe representó el 39 % de todo el sector agropecuario, mientras que en el resto del mundo supuso el 30 %<sup>3</sup>. Esto se refleja en el perfil de emisiones de GEI del sector, la mayoría de las cuales proceden de la ganadería, en particular, de la fermentación entérica de los animales, fenómeno que ocurre durante el proceso digestivo de los rumiantes, que representa el 64 % de las emisiones de GEI del sector agropecuario, en contraste con el 46 % a nivel mundial. El

manejo de suelos y pasturas, por su parte, contribuye con el 26 % de las emisiones del sector. Finalmente, la aplicación de fertilizantes sintéticos (3,4 %), la gestión del estiércol (2,8 %), el cultivo de arroz (1,9 %) y la quema de biomasa (1,6 %) aportan el resto.

En cuanto a la composición de las emisiones por tipo de gas de la actividad agropecuaria, el 69 % son de metano, procedentes principalmente de la fermentación entérica. Por su parte, el óxido nitroso representa el 28 % de las emisiones del sector, provenientes en su gran mayoría del manejo de suelos y pasturas. Finalmente, el CO<sub>2</sub> representa menos del 3 % de las emisiones.

<sup>3</sup> Estos porcentajes se calcularon específicamente a partir del valor bruto de la producción en USD corrientes de ambas actividades disponibles en FAO (2022d).

Como se menciona en el capítulo 1, el metano tiene una mayor capacidad para absorber el calor que el CO<sub>2</sub>. Esto lo hace un gas notablemente más dañino para la atmósfera y para el medio ambiente. Sin embargo, dada su corta permanencia en la atmósfera, de alrededor de 10 años, reducciones rápidas en las emisiones de metano pueden tener efectos significativos en un plazo relativamente corto. Otra característica relevante del metano es que es uno de los principales precursores del ozono troposférico. Además de ser muy nocivo para la salud humana, tiene efectos adversos sobre la vegetación y su capacidad de desarrollo, lo cual reduce el crecimiento de los bosques, la biodiversidad y la productividad de los cultivos. Esto, a su vez, impacta negativamente en la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> de la biomasa forestal, contribuyendo así al calentamiento global.

Por su parte, el óxido nitroso, que tiene un tiempo de permanencia en la atmósfera de más de cien años, es un gas significativamente más potente que el CO<sub>2</sub>, con mayor capacidad de atrapar el calor en la atmósfera<sup>4</sup>. Debido a la larga duración del óxido nitroso en la atmósfera, el control de las emisiones globales de este gas no tendrá un impacto inmediato en su concentración atmosférica. De hecho, tomará más de un siglo lograr una estabilización completa (IPCC, 2021a). Otro aspecto importante es que el óxido nitroso es uno de los principales causantes de la destrucción de la capa de ozono estratosférico que filtra la radiación ultravioleta dañina del sol. La reducción de esta capa protectora tiene efectos adversos tanto para la salud humana como para la vegetación y su capacidad de absorber carbono de la atmósfera, lo que también contribuye al calentamiento global y reduce la productividad agrícola.

Las emisiones de óxido nitroso, a diferencia de los otros gases, se encuentran muy concentradas en la agricultura. Esta es responsable de casi tres cuartas partes de las emisiones de este gas en América Latina y el Caribe. Esta alta concentración en una actividad permite que las medidas de mitigación puedan ser más

focalizadas y potencialmente efectivas. Por ejemplo, medidas que mejoren el manejo de los suelos e incentiven un uso más eficiente de los fertilizantes nitrogenados podrían tener un impacto significativo sobre las emisiones de este gas<sup>5</sup>.

## Necesidades de adaptación al cambio climático

Muchos estudios han analizado los efectos del cambio climático sobre la actividad agropecuaria. Algunos de los principales factores resaltados en ellos son el cambio en los regímenes pluviales, el aumento significativo de las temperaturas extremas, la mayor incidencia de las plagas y enfermedades de los cultivos y el mayor riesgo de sequías y otros eventos climáticos extremos<sup>6</sup>.



### El cambio climático afecta a la actividad agropecuaria a través del cambio en los regímenes pluviales, el aumento de las temperaturas extremas y la mayor incidencia de plagas, riesgo de sequías y otros eventos climáticos extremos

En el caso de América Latina y el Caribe, estos efectos son heterogéneos entre subregiones y países. La localización geográfica es especialmente relevante dada la extensión territorial de la región. En las latitudes tropicales y subtropicales, el aumento de las temperaturas afecta negativamente la producción debido a que se pueden superar los umbrales de tolerancia al calor de algunos cultivos<sup>7</sup>. En cambio, en las latitudes templadas, el aumento de las temperaturas y la extensión de la temporada de cultivo tienden a expandir el área con potencial de producción. En general, se esperan

4 El IPCC (2021a) reporta que la duración media del óxido nitroso en la atmósfera es de 116 años. Si se toma en cuenta el efecto negativo que tiene la concentración de este gas sobre su propia vida atmosférica, su duración efectiva es de 109 años. Ese informe también indica que el óxido nitroso tiene un potencial de calentamiento global 273 veces mayor que el CO<sub>2</sub> sobre un periodo de 100 años.

5 Sin embargo, el IPCC (2022a) señala que, en los diferentes escenarios de mitigación, las reducciones de emisiones de metano y óxido nitroso del sector ASOUT son modestas.

6 Algunos de estos estudios son los de Nelson et al. (2009), Campbell (2022), Outhwaite et al. (2022), Skendžić et al. (2021), Raza et al. (2019). El capítulo 1 de este reporte también discute estos fenómenos como consecuencia del cambio climático.

7 En el caso de Centroamérica, por ejemplo, se espera que el aumento de las temperaturas provoque una reducción en el rendimiento de los cultivos de café, maíz, arroz y frijol, así como del área apta para su cultivo.

impactos negativos en las áreas tropicales y subtropicales e impactos leves o incluso positivos en las zonas templadas<sup>8</sup>.

En Centroamérica, el sector agrícola es particularmente vulnerable a la disminución de las precipitaciones debido a que alrededor del 90 % de la producción depende del agua de lluvia para la irrigación de los cultivos. En estos países, la producción agrícola opera bajo un calendario bimodal marcado por dos periodos de lluvias y un periodo seco al año. La disminución de las precipitaciones está ocurriendo durante el segundo periodo de lluvias, que coincide con el final del verano, lo que compromete la posibilidad de tener una segunda cosecha antes de la llegada del periodo seco. Esta vulnerabilidad es especialmente acuciante en el llamado corredor seco centroamericano, que es la franja de territorio que atraviesa Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala. Es una zona, además, altamente vulnerable a eventos climáticos extremos, donde se suceden largos periodos de sequía y periodos de lluvias intensas que afectan fuertemente a la producción agraria<sup>9</sup>.

La producción agroalimentaria en los países del Caribe enfrenta desafíos similares a los de Centroamérica. Además de los problemas de escasez de agua para la producción agrícola, esta subregión está muy expuesta a inundaciones y otros eventos climáticos extremos.

Esta vulnerabilidad al cambio climático ya se ha manifestado en significativas pérdidas de producción agrícola en México, Centroamérica y el Caribe (Lachaud et al., 2017). En el futuro, se espera que la situación se agrave debido a la caída tanto en el rendimiento de los cultivos como en la productividad laboral agrícola, por el estrés térmico que sufren los trabajadores del sector durante los periodos de elevadas temperaturas. Por ejemplo, para 2050, la caída en la producción de cultivos sería de un 20 % en Belice, el 11 % en Nicaragua, el 7 % en Panamá y El Salvador y el 5 % en México (Banerjee et al., 2021)<sup>10</sup>.

8 Ver Cristini (2023) un estudio elaborado especialmente para este reporte.

9 Ver Molina-Millán (2023), un estudio elaborado especialmente para este reporte.

10 Cabe resaltar que estas estimaciones no toman en cuenta posibles medidas de adaptación y mitigación al cambio climático que los gobiernos y productores podrían implementar o avances tecnológicos para contrarrestar sus efectos.

11 Una consecuencia de la creciente vulnerabilidad de los cultivos al cambio climático es el aumento de la migración ilegal. Danza y Lee (2022) encuentran que en las regiones rurales de México los choques en las precipitaciones y las temperaturas en la estación húmeda disminuyen el área total cosechada y la producción de maíz, y generan un aumento de la migración hacia Estados Unidos. Adicionalmente, documentan que dicha migración se explica casi en su totalidad por migrantes ilegales.



## Los efectos del cambio climático sobre la actividad agropecuaria implican mayores riesgos para la seguridad alimentaria tanto en la región como en el resto del mundo

En un estudio reciente, Prager et al. (2020) evalúan los efectos del cambio climático sobre la agricultura en 15 países de América Latina y el Caribe. En él toman en cuenta no solo la respuesta biofísica de los cultivos, sino también las respuestas económicas de los productores para adaptarse a las pérdidas de rendimiento y aptitud agroecológica de los cultivos y al cambio de las condiciones en los mercados internacionales<sup>11</sup>. Sus resultados indican que la región andina, México y Centroamérica sufrirán los mayores impactos negativos, mientras que los países del Cono Sur podrían aumentar su producción. Sin embargo, si los aumentos de temperaturas resultan más pronunciados, los impactos negativos podrían ser más generalizados.

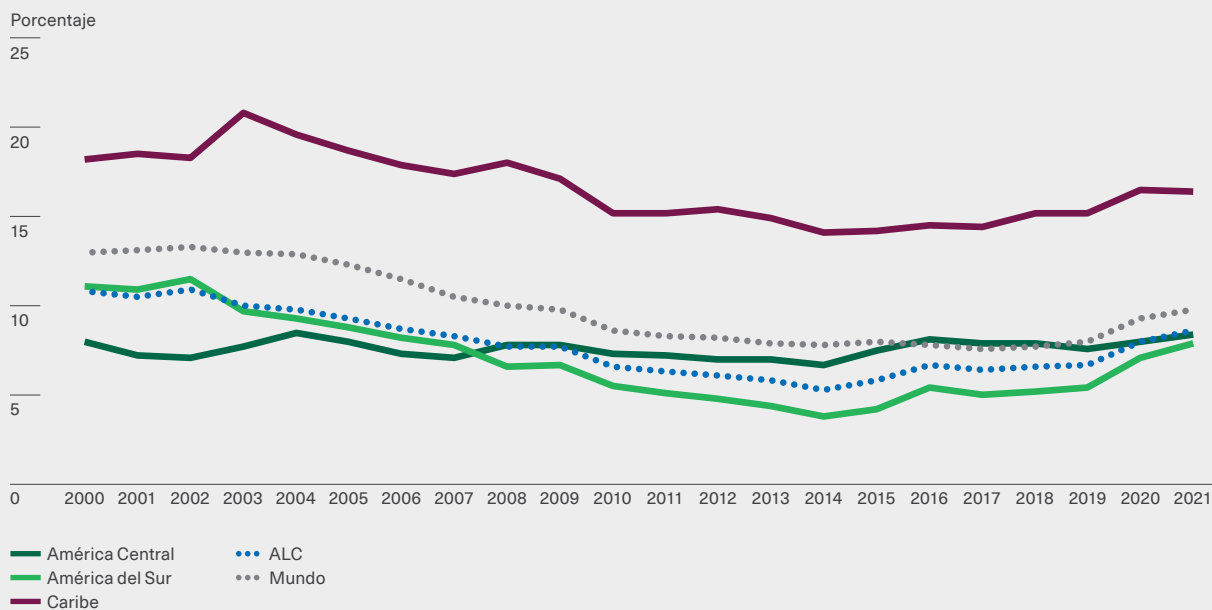
Estas estimaciones implican mayores riesgos para la seguridad alimentaria no solo de la región, sino también de otras regiones del mundo, en particular Asia y África que, como muestra el gráfico 2.4, tienen importantes déficits comerciales de alimentos (ver el recuadro 2.1). La mayor inseguridad alimentaria, junto con el desplazamiento de cultivos a causa del cambio climático y el aumento de la demanda de alimentos, puede generar presiones adicionales sobre los bosques y una mayor deforestación, que tendría efectos negativos no solo sobre las emisiones de GEI y la biodiversidad, sino también sobre la propia productividad agrícola, ya que los retornos de la conversión de bosques en tierras agrícolas son generalmente bajos debido a la rápida pérdida de fertilidad de esos suelos.

## Recuadro 2.1

### Seguridad alimentaria

Las últimas estimaciones de las Naciones Unidas indican que cerca del 10 % de la población mundial y el 9 % de la población de América Latina y el Caribe padece hambre (FAO, 2021, 2020), el punto más alto alcanzado en los últimos 15 años (Naciones Unidas, 2015). Esto ha sido exacerbado por los efectos de la pandemia por COVID-19. El gráfico 1 muestra la prevalencia de la desnutrición a nivel mundial y en América Latina y el Caribe. Puede observarse que en esta región existe una tendencia levemente creciente en desnutrición, que comenzó en 2014, siendo los países del Caribe los que presentan los niveles más altos. Y, como se mencionó en el capítulo 1, los países del Caribe se encuentran a su vez entre aquellos con mayor riesgo a la exposición de efectos del cambio climático.

**Gráfico 1**  
Prevalencia de la desnutrición por subregiones de América Latina y el Caribe en el período 2000-2021



**Nota:** El gráfico muestra el porcentaje de la población con problemas de desnutrición en el período 2000-2021 para el mundo, ALC y sus subregiones. La lista de países incluidos en cada subregión se puede consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en FAO (2022e).

La agricultura familiar (AF) es una fuente principal de sustento de la población y de generación de empleo en Mesoamérica y el Caribe. El cuadro 1 muestra la importancia que tiene ese tipo de agricultura para la mayoría de los países de América Central<sup>a</sup> y destaca el peso que tiene en la producción de alimentos y el empleo. Según estimaciones de Leporati et al. (2014), el 81 % de las explotaciones totales de la región son familiares.

Los granos básicos ocupan gran parte de la superficie agrícola de la región. Mientras su aporte al valor agregado agropecuario es de menos del 10 %, su producción es fundamental para la alimentación de gran parte de la población de la región, incluyendo el autoconsumo de los pequeños productores. Estos productores y sus familias se encuentran bajo una gran amenaza por los efectos que el cambio climático puede tener en sus cultivos y deben ser considerados en las políticas públicas como un sector primordial a la hora de financiar políticas de adaptación.

## Cuadro 1

Aporte de la agricultura familiar a la producción agropecuaria en 2013

	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
<b>Proporción de la producción de alimentos generados por la AF</b>						
Arroz	22 %	84 %	73 %	78 %	21 %	16 %
Frijol	75 %	42 %	13 %	14 %	2 %	52 %
Maíz	97 %	44 %	30 %	40 %	23 %	81 %
Frutas	10 %	32 %	3 %	12 %	8 %	6 %
Hortalizas	9 %	64 %	3 %	8 %	66 %	9 %
Carne	2 %	9 %	21 %	10 %	2 %	6 %
<b>Proporción del empleo sectorial proveniente de la AF</b>						
Empleo	36 %	51 %	63 %	76 %	65 %	70 %

**Nota:** El cuadro reporta la participación de los principales cultivos en la agricultura familiar en Centroamérica.

**Fuente:** Molina-Millán (2023).

a. No se cuenta con datos ni estimaciones para Belice o los países del Caribe.

Un aspecto que merece especial atención es el de la estructura productiva del sector agropecuario en América Latina y el Caribe, muy relevante a la hora de evaluar el impacto del cambio climático sobre la actividad y la seguridad alimentaria. Una primera característica fundamental es que las explotaciones agropecuarias tienden a ser pequeñas, ocupando una gran parte de las tierras de cultivo. Como se observa en el cuadro 2.1, para los países de la región con datos disponibles relativamente recientes, en promedio, el 46 % del área de cultivos lo comprenden explotaciones de menos de 2 hectáreas (ha) y el 75 % son explotaciones de menos de 10 ha. Estas pequeñas explotaciones tienden a ser

de agricultura familiar y de subsistencia y concentran una gran parte del empleo sectorial, que en muchos países constituye un alto porcentaje del empleo total. Además, este tipo de explotaciones suelen utilizar sistemas productivos tradicionales y enfrentar severas limitaciones de acceso a agua y tierras productivas, a financiamiento y a mercados que les permitan insertarse en las cadenas productivas agroindustriales, todo lo cual resulta en una baja productividad.

## Cuadro 2.1

Características relevantes del sector agropecuario de América Latina y el Caribe

	Empleo en la agricultura/total (%)	Área de cultivo de secano (%)	Área de cultivo con explotaciones de < 2 ha (%) *	Área de cultivo con explotaciones de < 10 ha (%) *
Argentina	0,1	86,7		
Bahamas	2,2			
Barbados	2,7	88,3		
Belice	16,8	96,5		
Bolivia	30,5	86,0	40,3	72,7
Brasil	9,1	90,8	25,2	53,1
Chile	9,0	99,1	20,6	60,3
Colombia	15,8	68,4	28,2	81,1
Costa Rica	12,0	88,8	30,3	67,6
Cuba	17,4	98,3		
Ecuador	29,7	50,4		
El Salvador	16,3	98,0	69,2	94,1
Guatemala	31,3	78,3		
Guyana	15,4	46,9		
Haití	29,0	95,2	85,1	99,8
Honduras	29,5	95,7		
Jamaica	15,2	88,0	83,5	99,1
México	12,5	73,3	44,2	75,6
Nicaragua	30,6	91,6	34,6	64,2
Panamá	14,4	99,3	59,5	81,5
Paraguay	18,7	96,5	14,4	63,6
Perú	27,4	57,7	57,9	89,4
República Dominicana	8,8	82,2		
San Vicente y las Granadinas	10,1	100,0		
Santa Lucía	10,0	100,0	83,1	99,2
Surinam	8,1	42,7	69,9	94,5
Trinidad y Tobago	3,0	100,0		
Uruguay	8,4	97,6	2,2	16,2
Venezuela	7,9	49,5	31,4	63,9
América Latina y el Caribe	15,2	83,8	45,9	75,1

**Nota:** El cuadro muestra cuatro indicadores que resumen características relevantes del sector analizado: porcentaje del empleo sobre el total en 2019 (primera columna); porcentaje del área de cultivo de secano en 2017 (segunda columna); porcentaje del área de cultivo con explotaciones inferiores a 2 ha (tercera columna); y porcentaje del área de cultivo con explotaciones inferiores a 10 ha (cuarta columna). \* Cifras basadas en censos agropecuarios realizados en diferentes años, que abarcan desde 2006 en Brasil hasta 2014 en Colombia y Costa Rica.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Banco Mundial (2022b), FAO (2022f) y Gauthier et al. (2021).





Ligado a esto está el hecho de que un muy alto porcentaje de los cultivos en la región son de secano. El cuadro 2.1 muestra claramente el gran peso de la agricultura de secano en la gran mayoría de los países de la región. En promedio, el 84 % de las áreas de cultivo depende exclusivamente del agua de lluvia. Dados los efectos esperados del cambio climático sobre las precipitaciones, con periodos de sequía más largos y de lluvias más intensos en muchos lugares, la dependencia de la lluvia puede llegar a ser un grave problema para los productores agropecuarios, especialmente las explotaciones pequeñas, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de los pequeños productores y en especial la de aquellos enfocados en el autoconsumo.

Este panorama presenta varios desafíos para el sector. El primero es cómo enfrentar la caída de la productividad agrícola como resultado del cambio climático. El segundo es cómo enfrentar el aumento

esperado de la demanda de productos agropecuarios y, al mismo tiempo, reducir o mitigar las emisiones de GEI provenientes del sector ASOUT. Esto revela la necesidad de diseñar un conjunto de medidas que impulsen la productividad agropecuaria y, al mismo tiempo, detengan o al menos ralenticen la expansión de la frontera agrícola, de modo que se reduzca la alta tasa de deforestación en la región o que incluso se incentive la reforestación en ciertas tierras, como aquellas que pertenecían a áreas forestales. Estos desafíos se abordan en el apartado “Adaptación y mitigación en el sector agropecuario”.



**Para mitigar emisiones, el sector agropecuario necesita medidas que impulsen la productividad y, al mismo tiempo, detengan o ralenticen la expansión de la frontera agrícola**

## Suministro de energía

### Emisiones

El sector de suministro de energía comprende todos los procesos de extracción, conversión, almacenamiento, transmisión y distribución de la energía utilizada por los sectores de uso final, como la industria, el transporte, la agricultura y los hogares. Esto incluye la explotación de hidrocarburos y carbón, la refinación de petróleo y la generación de electricidad y calor<sup>12</sup>. De este modo, las emisiones de GEI de este sector solamente corresponden a las generadas por estas actividades y no reflejan las ocasionadas por el consumo energético.

Este sector es responsable del 13 % de las emisiones de América Latina y el Caribe, una contribución muy por debajo del 34 % a nivel mundial. Esto se debe en parte al significativo peso que tiene el sector ASOUT en la región. Sin embargo, incluso si se excluye este último, el sector de suministro de energía sigue

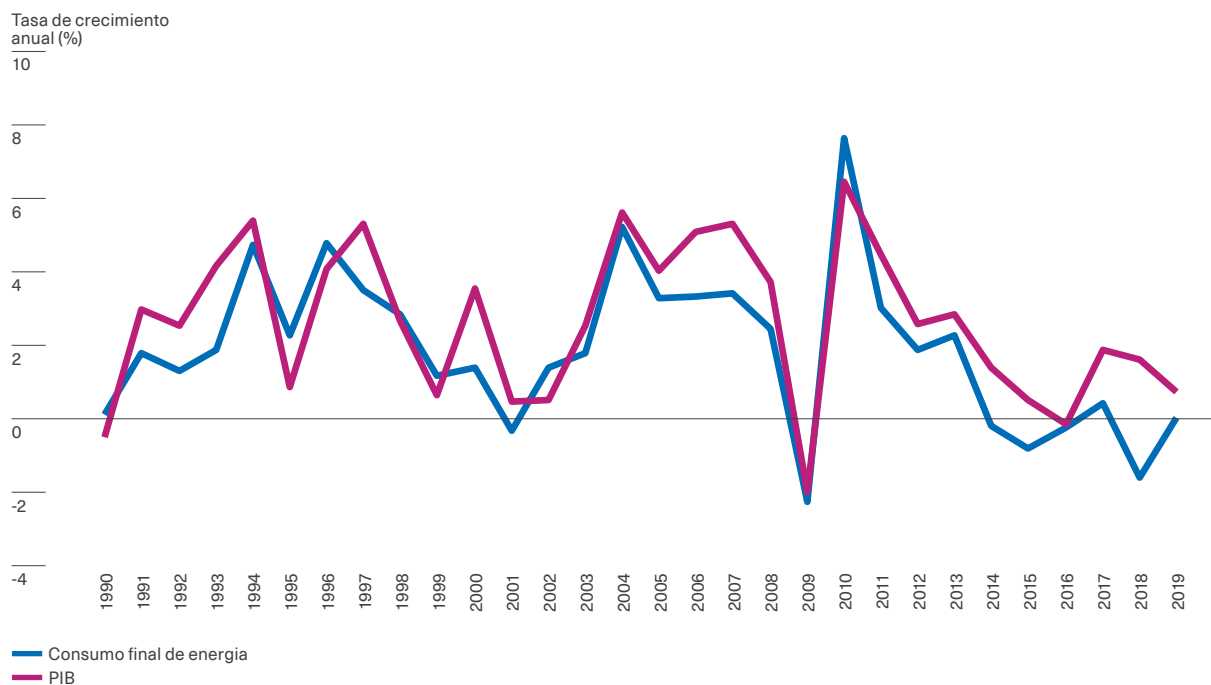
teniendo un menor peso en las emisiones de la región que a nivel mundial (31 % versus 44 %). Esto se explica por el menor consumo de energía per cápita en América Latina y el Caribe —asociado a sus menores niveles de ingreso per cápita— y porque su matriz eléctrica es relativamente limpia, como se muestra más adelante.

Es útil comenzar este apartado caracterizando el consumo energético de la región debido a que, en gran medida, determina el suministro de energía. En el periodo 1990-2019, el consumo final de energía aumentó un 74 %, impulsado por el crecimiento de las economías de la región. El gráfico 2.6 muestra la estrecha relación que existe entre el consumo de energía y el PIB, que se traduce en una alta correlación de 0,87 entre sus tasas anuales de crecimiento.

12 De aquí en adelante, se hará referencia a la electricidad y el calor simplemente como electricidad.

## Gráfico 2.6

Consumo final de energía y PIB en América Latina y el Caribe en el período 1991-2019



**Nota:** El gráfico reporta la tasa de crecimiento anual porcentual del PIB a precios de mercado en moneda local (a precios constantes) y el consumo final de energía. Los agregados están expresados en USD a precios constantes del año 2010. La lista de los países incluidos en ALC se puede consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de la AIE (2021a) y Banco Mundial (2022c).

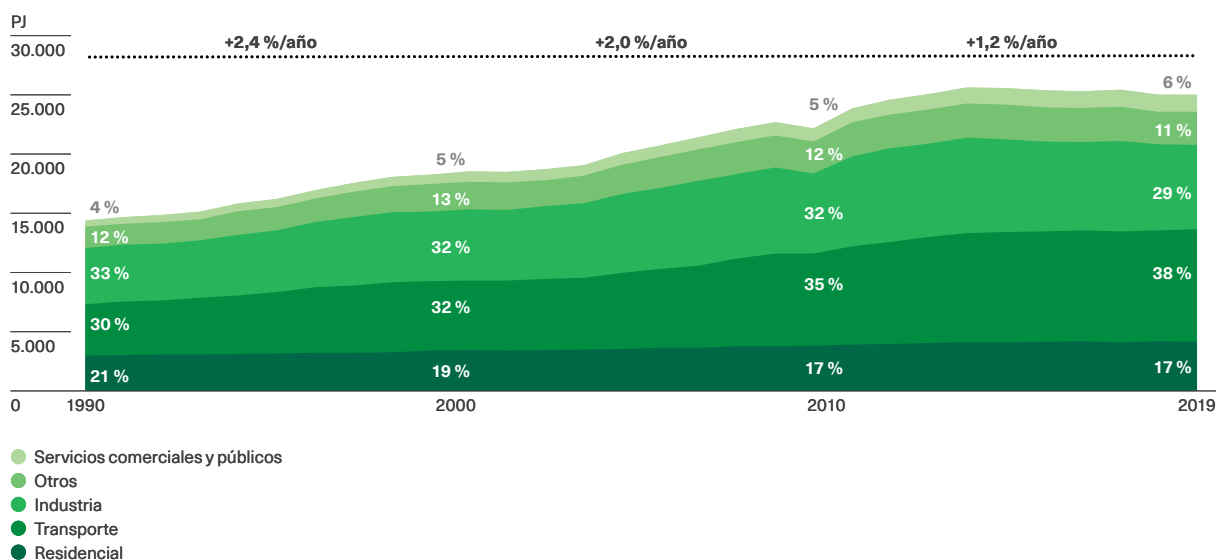
El consumo de energía fue impulsado por todos los sectores de la economía, especialmente el transporte, cuyo consumo creció un 120 %, lo cual se explica principalmente por la significativa expansión de la flota vehicular en la región (Kreuzer y Wilmsmeier, 2014). Como muestra el panel A del gráfico 2.7, el aumento en el consumo de energía se ha ido

desacelerando en los últimos 30 años. En la década de 1990, la tasa de crecimiento promedio anual fue del 2,4 %, mientras que en las décadas de 2000 y de 2010 fue del 2 % y 1,2 %, respectivamente. En esta última década, de hecho, el consumo alcanzó un pico en 2013, para luego iniciar un ligero declive del 2,3 % hasta 2019.

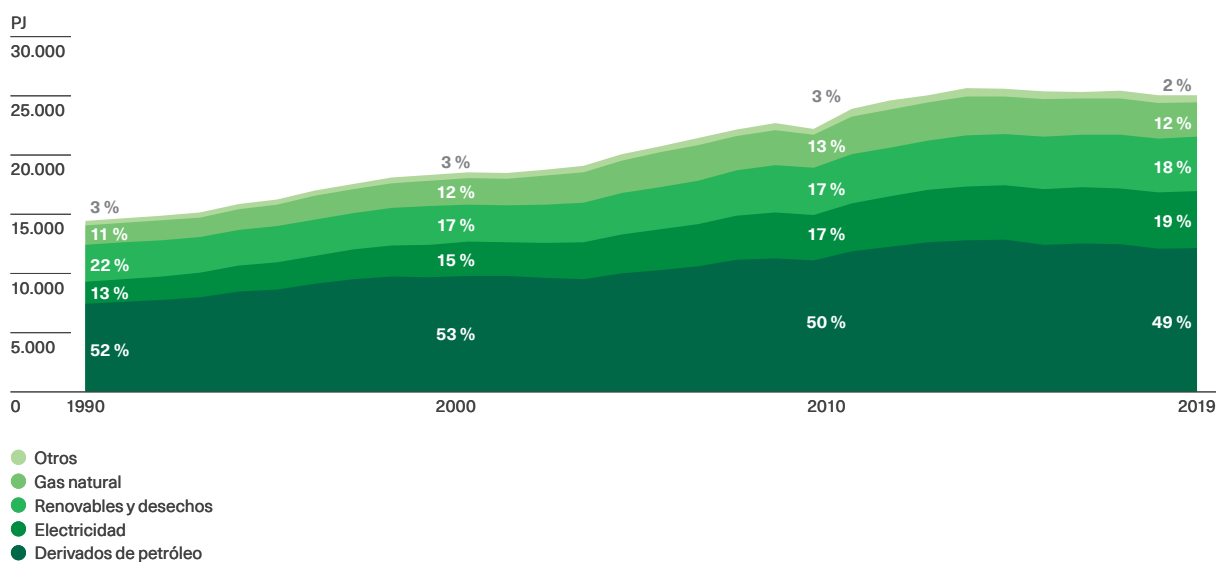
## Gráfico 2.7

Consumo final de energía por sector y fuente en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019

**Panel A.**  
Consumo final por sector



**Panel B.**  
Consumo final por fuente de energía



**Nota:** El gráfico muestra la evolución de la participación por sector del consumo final de energía en petajulios (PJ) para ALC durante el período indicado. Adicionalmente, se muestra la tasa interanual promedio por década. La lista de los países considerados en el gráfico se puede consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de la AIE (2021a).

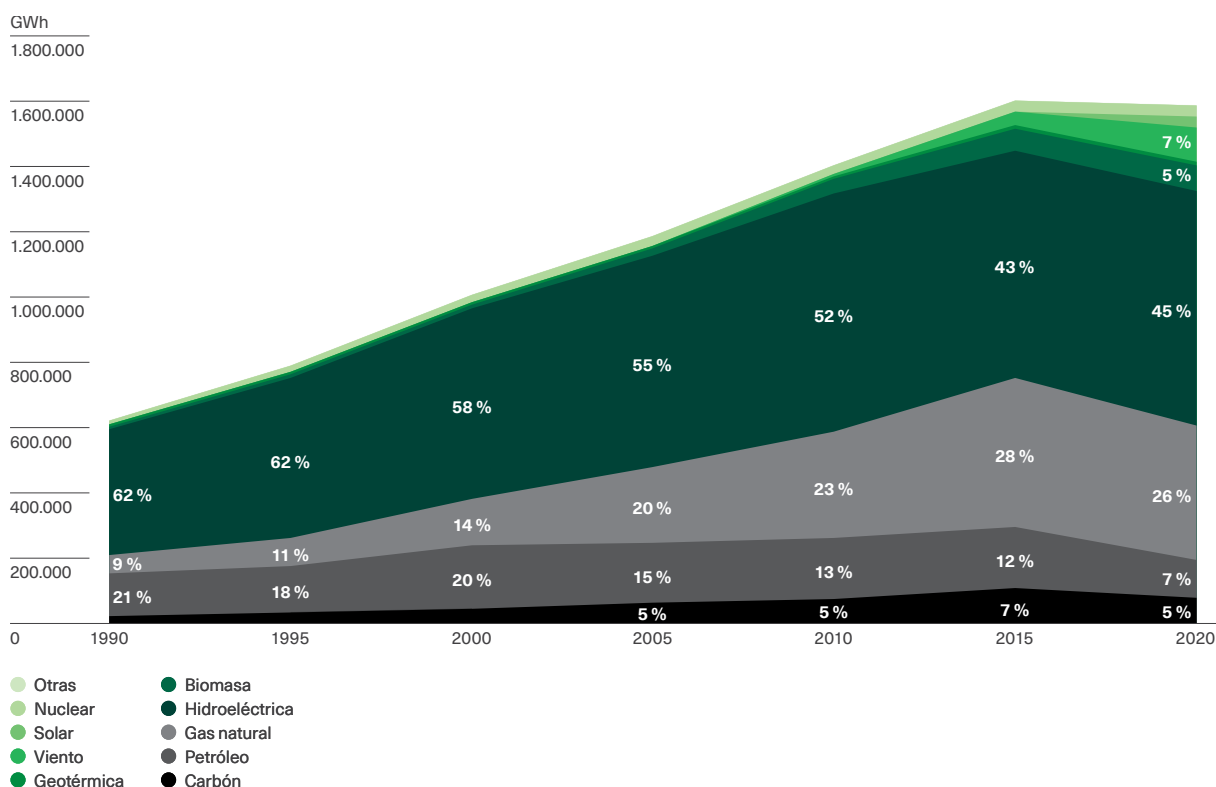
En el panel B del gráfico 2.7 se puede observar que este crecimiento en el consumo final de energía ha venido acompañado por un aumento en el consumo proveniente de todas las fuentes, especialmente la electricidad, que creció el 157 % durante el periodo 1990-2019, pasando de un 13 % a un 19 % del consumo final total. Por su parte, el gas natural creció un 83 %, aumentando ligeramente su participación. En cuanto a los derivados del petróleo, representan cerca de la mitad del consumo total de energía. Este consumo creció un 64 %, impulsado principalmente por el aumento en el sector del transporte mencionado anteriormente. Sin embargo, a partir de 2013, cuando el consumo de energía alcanzó su nivel máximo,

se observa una caída del consumo de derivados del petróleo del 5,1 % y del gas natural del 10,5 %.

El aumento en el consumo de electricidad vino acompañado por un incremento en el uso de todas las fuentes primarias de energía que son utilizadas para la generación eléctrica. El gráfico 2.8 muestra la evolución de la producción de electricidad por fuente en América Latina y el Caribe. Allí se aprecia que la electricidad proveniente de combustibles fósiles ha aumentado proporcionalmente más que la proveniente de fuentes renovables de energía. Esto ha resultado en un aumento de la participación de los combustibles fósiles del 34 % en 1990 al 38 % en 2020, a la vez que ha caído la participación de la energía renovable del 64 % al 60 %.

### Gráfico 2.8

Producción de electricidad por fuentes de energía en América Latina y el Caribe en el período 1990-2020



**Nota:** El gráfico muestra la evolución de la producción de electricidad en gigavatio-hora (GWh) para el período indicado y la participación de fuentes de energía seleccionadas en ALC para los años 1990, 1995, 2000, 2010, 2015 y 2020. La lista de los países considerados en el gráfico se puede consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de la AIE (2021a).

El aumento de combustibles fósiles en la generación eléctrica en la región se explica principalmente por el crecimiento en el uso del gas natural, cuya participación pasó del 9 % en 1990 al 26 % en 2020, mientras que el carbón experimentó un ligero incremento, del 4 % al 5 %, y el petróleo cayó del 21 % al 7 % en ese mismo periodo. A pesar de este aumento, la intensidad de uso de combustibles fósiles en la producción de electricidad en América Latina y el Caribe es significativamente más baja que en otras regiones del mundo (Lamb et al., 2021). Esta transición hacia el gas natural en detrimento de otros combustibles fósiles, añadido a la alta proporción de producción de electricidad a partir de fuentes renovables, en especial la hidroeléctrica, hace que la matriz eléctrica de la región sea mucho más limpia que la del resto del mundo.

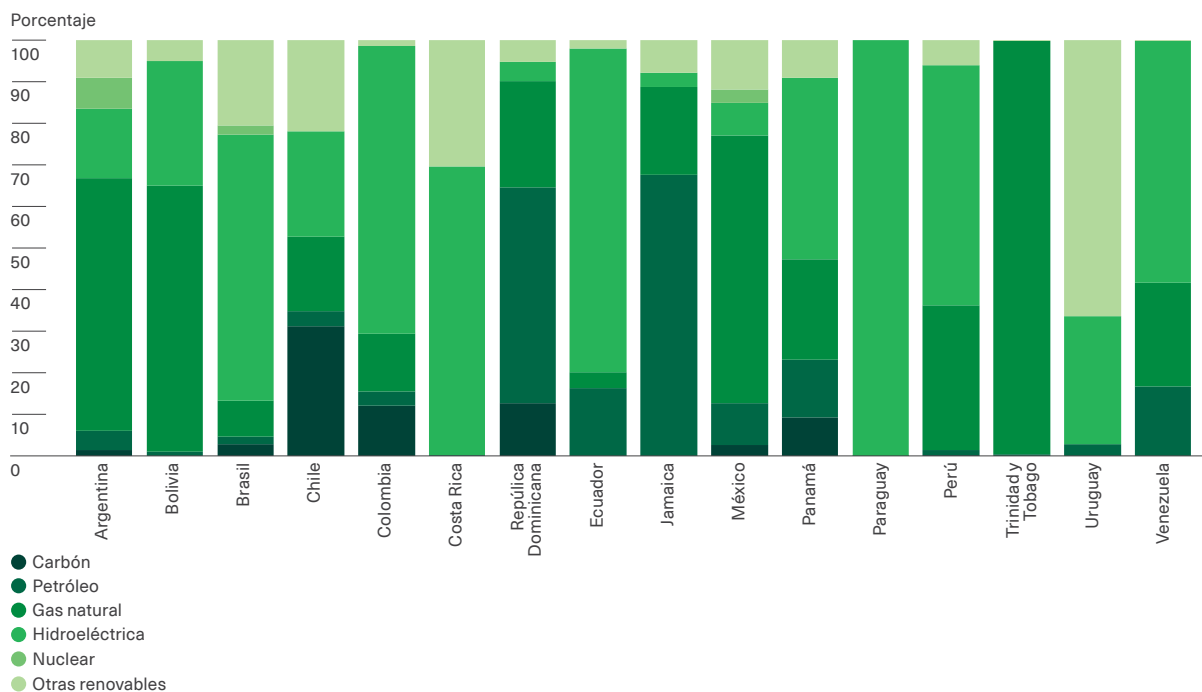
Dentro de la región, sin embargo, existe una alta heterogeneidad en la matriz eléctrica entre países, como muestra el gráfico 2.9. Allí se distinguen tres grupos.

Por un lado, se encuentran los países cuya generación eléctrica proviene mayoritariamente de fuentes renovables, en especial, la energía hidroeléctrica. En este grupo destacan Paraguay, Costa Rica y Uruguay, donde casi toda la electricidad proviene de esas fuentes. También pertenecen a este grupo Brasil, Colombia, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela, donde la energía hidroeléctrica es la fuente dominante.

El segundo grupo de países está compuesto por aquellos cuya generación eléctrica es mayoritariamente a partir de gas natural. Aquí se encuentran Argentina, Bolivia, México y, particularmente, Trinidad y Tobago. En este último casi toda la generación eléctrica proviene del gas natural (99,6 %), mientras que en los demás países esta cifra está sobre el 60 %. Por último, están los países donde dominan las fuentes más contaminantes en la producción de electricidad, el petróleo y el carbón. Aquí destacan Chile, República Dominicana y Jamaica.

### Gráfico 2.9

Generación eléctrica por fuente de energía para países de América Latina y el Caribe en 2020



**Nota:** El gráfico muestra la participación de distintas fuentes de energía en la generación eléctrica en gigavatio-hora (GWh) en los países de ALC con información disponible.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de la AIE (2021a).

Datos del Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (OLADE, 2022a) permiten clasificar a los países de la región de acuerdo con el grado de renovabilidad de la generación eléctrica. Estos indican que todos los países de Centroamérica, no solo Costa Rica y Panamá, tienen una matriz eléctrica mayoritariamente limpia. En esta subregión, el 76 % de la generación eléctrica proviene de fuentes renovables. En contraste, en el Caribe solo el 10 % de la electricidad es generada con esas fuentes.

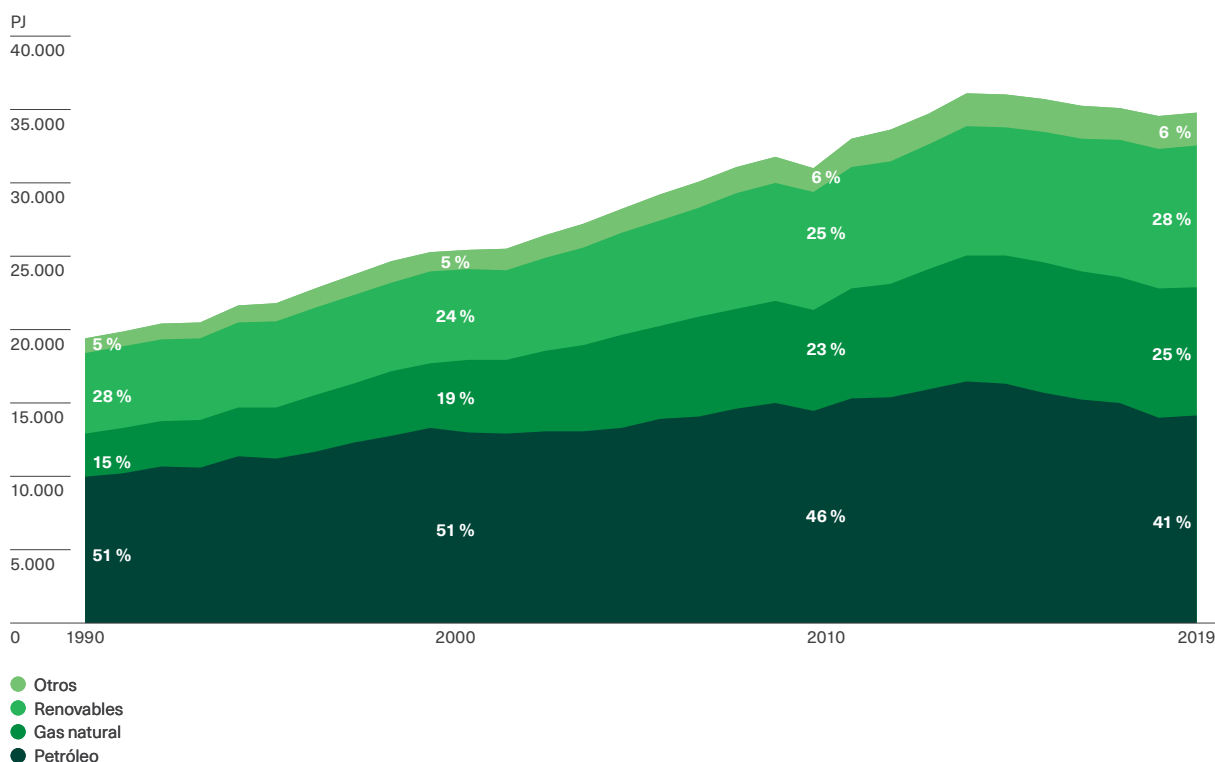
En cuanto a la oferta de energía en América Latina y el Caribe, el gráfico 2.10 muestra su evolución por fuente energética en el periodo 1990-2019. La oferta total aumentó un 78 % en ese periodo, impulsada principalmente por el gas natural, que casi se triplicó debido en gran parte a la creciente importancia que

ha adquirido este producto en la generación de electricidad. Esto ha provocado que la participación del gas natural como fuente de energía primaria pase del 15 % en 1990 a un 25 % en 2019. Por su parte, el petróleo ha perdido participación como fuente primaria de energía, bajando de un 51 % en 1990 a un 41 % en 2019, debido fundamentalmente a la disminución del uso de este hidrocarburo en la generación eléctrica, como se indicó anteriormente.

● ●  
**La alta participación del gas natural y de fuentes renovables hace que la matriz eléctrica de la región sea más limpia que la del resto del mundo**

### Gráfico 2.10

Oferta total de energía por fuentes en América Latina y el Caribe en el periodo 1990-2019



**Nota:** El gráfico presenta la evolución de la oferta total de energía en petajulios (PJ) para ALC en el periodo indicado y la participación por fuente de energía para los años 1990, 2000, 2010 y 2019. La lista de los países considerados en el gráfico se puede consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de la AIE (2021a).

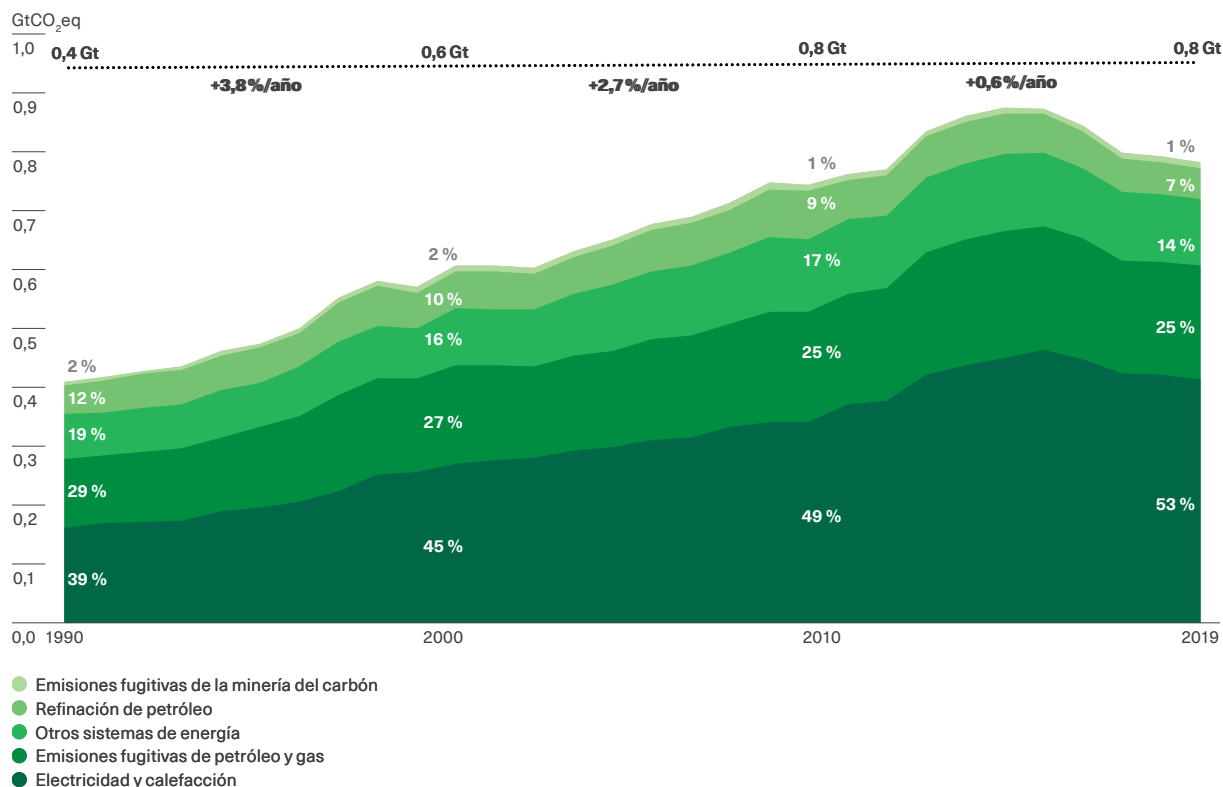
Esta evolución de la oferta de energía primaria en la región se refleja en el perfil de emisiones de GEI del sector de suministro de energía mostrado en el gráfico 2.11. Allí se aprecia que sus emisiones han aumentado un 91 % en los últimos 30 años. Sin embargo, de manera similar a lo observado con el consumo final de energía, el crecimiento de las emisiones se ha ido ralentizando durante ese mismo periodo e incluso estas han caído después de haber alcanzado un máximo en 2014.

El crecimiento de las emisiones de GEI durante las últimas tres décadas se debe en gran parte al aumento

de las emisiones provenientes de la generación de electricidad (y calefacción), que pasaron de ser un 39 % de las emisiones totales del sector en 1990 a un 53 % en 2019. A su vez, este aumento de la participación de la electricidad obedece al mayor acceso a este servicio en la región y al aumento en el uso de combustibles fósiles para su generación, como ya se ha mencionado. En la actualidad, solamente el 1,5 % de la población de América Latina y el Caribe no tiene acceso a electricidad mientras que, a comienzos de la década de 1990, esta cifra alcanzaba alrededor del 12 %, lo cual se debe sobre todo al mejor acceso de la población rural (Banco Mundial, 2022d).

### Gráfico 2.11

Emisiones de GEI del sector de suministro de energía en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019



**Nota:** El gráfico presenta la evolución de las emisiones de GEI en GtCO<sub>2</sub>eq para el sector de sistemas de energía y la participación de los subsectores que lo componen en el período indicado. Adicionalmente, se reportan las emisiones totales para los años 1990, 2000, 2010 y 2019, junto con la variación interanual promedio de cada década. Los países incluidos en ALC son aquellos que se encuentran en la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).



Si bien la matriz de generación de energía eléctrica de la región es relativamente limpia comparada con la de otras regiones del mundo, uno de los principales desafíos es cómo mantenerla o hacerla más limpia al tiempo que se satisface la creciente demanda de electricidad en un contexto de cambio climático.



## El crecimiento de las emisiones de GEI del sector energético entre 1990 y 2019 se debe al aumento en la generación de electricidad, como causado por un mayor acceso a este servicio en la región

### Necesidades de adaptación y mitigación al cambio climático

El escenario de continuismo (*business as usual*) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE, 2022b), basado en los últimos planes referenciales de expansión del sector energético de los países de la región, proyecta que las fuentes fósiles de energía primaria mantendrán su predominio en América Latina y el Caribe para el año 2050<sup>13</sup>. También se espera que las fuentes renovables reduzcan ligeramente su participación del 30 % en 2020 al 28 % en 2050 debido principalmente a la caída de la participación de la biomasa en el consumo de energía —especialmente de la leña residencial, la cual es sustituida por fuentes fósiles— y al sustancial crecimiento del gas natural en la generación de electricidad.

Las proyecciones sobre generación eléctrica bajo este escenario prevén que el gas natural se convierta en la principal fuente de energía, pasando de una

participación del 27 % en 2020 al 35 % en 2050. Por su parte, las fuentes renovables de energía mantienen un peso prácticamente constante a pesar del pronunciado crecimiento de las fuentes de energía renovables no convencionales —como la eólica, la solar y la geotérmica—, cuya participación pasará del 10 % al 24 % en ese mismo periodo. La energía hidroeléctrica, por el contrario, pierde importancia en la generación eléctrica, pasando del 46 % al 32 %<sup>14</sup>.

Este escenario proyecta, además, un crecimiento de cerca del 90 % en el consumo final de energía en el periodo 2020-2050 —equivalente a un crecimiento del 2,1 % anual—, asociado a un fuerte aumento en el consumo de electricidad y petróleo. Esto presenta un panorama preocupante de las consecuencias de la inacción en cuanto a políticas de mitigación del cambio climático.

El incremento proyectado del uso de gas natural en la generación eléctrica permitiría reducir las emisiones —en la medida que sustituya fuentes más sucias como el carbón o el petróleo— y, al mismo tiempo, puede ser la clave para satisfacer la creciente demanda energética de la región. Esto es especialmente relevante dado los problemas actuales que enfrenta la región en términos de seguridad energética. Aunque solo el 1,5 % de la población de América Latina y el Caribe carece de acceso a la electricidad, la calidad de este servicio es deficiente debido a los relativamente frecuentes y largos cortes de suministro<sup>15</sup>, lo que genera interrupciones no solo para los hogares, sino también para los procesos productivos de las empresas. Por otro lado, el 15 % de la población utiliza leña y carbón vegetal como principal fuente de calefacción. Estas fuentes de biomasa, además de ser contaminantes para el medioambiente, son dañinas para la salud, liberando material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>).

Los principales problemas de acceso en la región los encuentran las poblaciones rurales. A este respecto, las fuentes de energía renovable, como la eólica y la solar, presentan una oportunidad dado que permiten

13 Más específicamente, este escenario "representa una proyección del sector energético de la región [...], elaborada a partir de los balances energéticos nacionales del año base (2020), los últimos planes, programas y políticas de desarrollo energético, publicados por los países miembros de OLADE, las correlaciones PIB-consumo de energía [...] y las previsiones de variación del PIB nominal [...]".

14 La energía nuclear tiene un rol menor en ALC y lo seguirá teniendo incluso en un escenario favorable de transición energética, con una reducción significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Este papel marginal de la energía nuclear se debe principalmente a sus mayores costos, la escasa o inexistente disponibilidad de capital humano adecuado y la resistencia de la población, entre otros factores.

15 Según datos del Banco Mundial (2022e) sobre duración y frecuencia de las interrupciones del suministro eléctrico (específicamente los indicadores SAIDI y SAIFI, por sus siglas en inglés), los países de la región con datos disponibles sufrieron 11 interrupciones y un total de 15 horas de interrupciones en 2020. Como referencia, los países de alto ingreso, según la clasificación del Banco Mundial, excluyendo a los países de ALC en ese grupo y a Palau por tener un dato muy atípico, sufrieron en promedio menos de una interrupción al año, para un total de menos de una hora sin servicio eléctrico.

acceso a electricidad en zonas más remotas, sin la necesidad de la instalación y conexión de una red de infraestructura muy costosa.

El problema de la calidad del sistema eléctrico y del acceso a la electricidad se puede exacerbar por los efectos del cambio climático. Esto es especialmente relevante para la generación hidroeléctrica en la región y, sobre todo, en países como Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Paraguay y Venezuela, cuya matriz eléctrica es altamente dependiente de esta fuente de energía. El aumento de las temperaturas, la mayor fluctuación de las precipitaciones y otros fenómenos atmosféricos provocan una mayor inestabilidad de los ciclos hidrológicos y un aumento de las pérdidas por evaporación de los embalses, lo cual tiene un impacto importante en el flujo y disponibilidad de agua y, consecuentemente, en la generación hidroeléctrica. Esto plantea el desafío de identificar y diseñar las medidas efectivas para minimizar los efectos adversos del cambio climático en el sistema hidroeléctrico de la región y mejorar su resiliencia<sup>16</sup>.



## El problema de la calidad del sistema eléctrico y del acceso a la electricidad se puede exacerbar por los efectos del cambio climático, principalmente en países altamente dependientes de la generación hidroeléctrica

Al mismo tiempo, los eventos climáticos extremos, cada vez más frecuentes debido al cambio climático, pueden provocar daños a la infraestructura energética, en particular, a la de transmisión y distribución eléctrica. Este tipo de eventos representa una amenaza no solo para la infraestructura tradicional actual, que en algunos casos puede no estar diseñada para soportarlos, sino también para la de energías renovables, como los parques solares y eólicos, que dependen de las condiciones atmosféricas. Esto plantea un desafío para la transición energética en la región y afianza aún más la necesidad de contar con fuentes alternativas como salvaguardia.

## Otros sectores: transporte, industria y edificaciones

### Emisiones en el transporte

El sector del transporte incluye el movimiento de personas o bienes mediante vehículos, como automóviles, camiones y motocicletas, o en aviones, barcos, ferrocarriles y por tuberías. Este sector es responsable del 11 % de las emisiones de GEI en América Latina y el Caribe (ver el gráfico 2.1) y contribuye con el 35 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el consumo de combustibles fósiles, mucho mayor que el 23 % observado a nivel mundial.

El elevado peso del sector en las emisiones de CO<sub>2</sub> se debe principalmente a la preponderancia del transporte por carretera en la región. Esto se refleja, entre otras cosas, en las altas tasas de uso del transporte automotor de carga (TAC). Alrededor de tres cuartas partes del movimiento interurbano de cargas a nivel

nacional se hace por esa vía. En los países de la región, exceptuando a Brasil y México, que cuentan con una red ferroviaria más desarrollada, más del 90 % de las toneladas/km transportadas van por carretera. Además, el TAC también juega un rol importante en el comercio intrarregional. Por ejemplo, en Sudamérica, el 30 % del volumen del comercio intrarregional es desplazado por camión, mientras que en Centroamérica prácticamente todo se transporta por este medio. Asimismo, el TAC domina el movimiento de mercancías dentro de las ciudades (Barbero et al., 2020).

Como se muestra en el gráfico 2.12, el transporte por carretera fue responsable del 88 % de las emisiones de GEI de todo el sector en 2019, aumentando ligeramente desde un 85 % en 1990. Las emisiones del transporte por carretera y de todo el sector prácticamente se duplicaron en ese periodo debido principalmente al rápido crecimiento de la flota de vehículos, tanto particulares

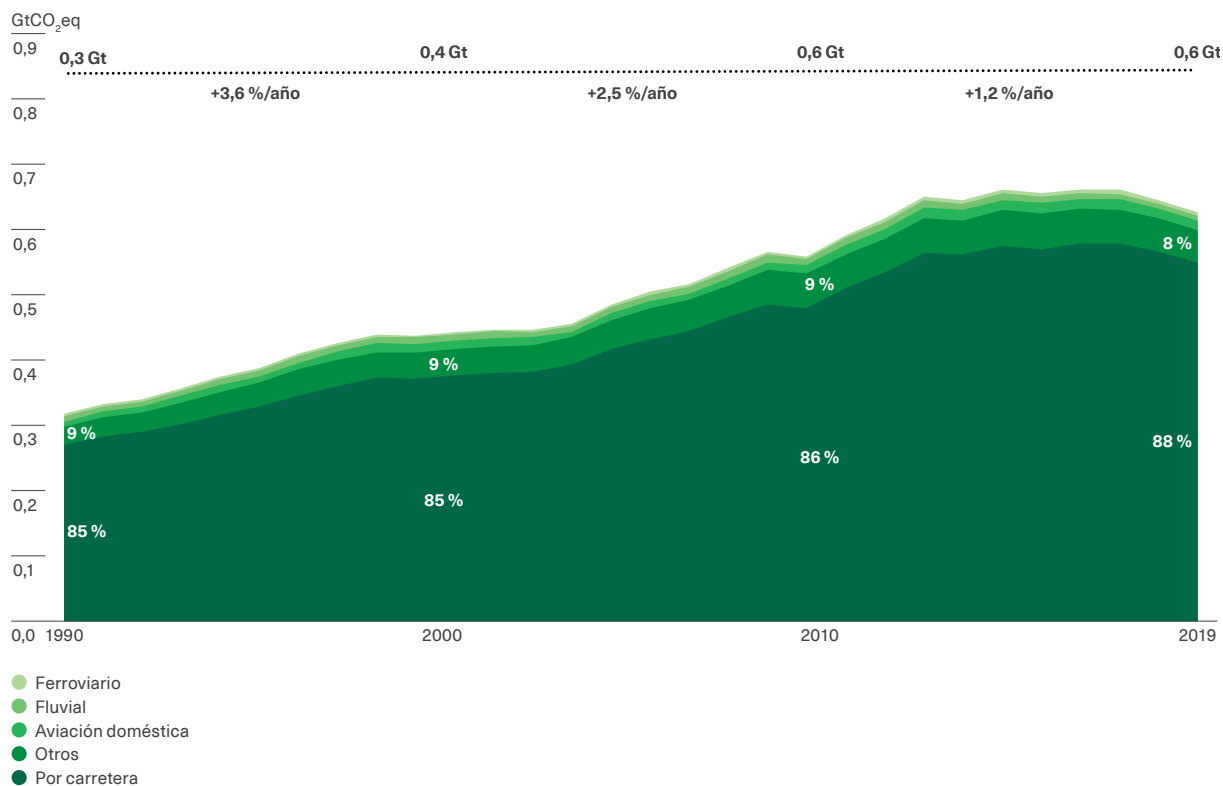
<sup>16</sup> La AIE (2021b) trata con detalle este tema.

como de carga<sup>17</sup>, y a los bajos impuestos a los combustibles en la región<sup>18</sup>. El aumento de la flota vehicular se explica por el crecimiento poblacional y, sobre todo, por el significativo incremento de la tasa de motorización, la cual, a su vez, ha sido impulsada por el crecimiento de los ingresos, la expansión de la clase media y la mayor disponibilidad de vehículos de bajo costo<sup>19</sup>. De hecho, cuando se compara el crecimiento de las emisiones con

el del PIB, se observa una alta correlación de 0,75. Las emisiones del sector crecieron especialmente rápido durante la década de los noventa, coincidiendo aún más con las tasas de crecimiento del PIB. En los últimos 10 años, sin embargo, se observa una disminución en el crecimiento de las emisiones, las cuales incluso caen a partir de 2016 debido, en parte, a la desaceleración que sufre la economía regional desde 2015.

## Gráfico 2.12

Emisiones de GEI del sector de transporte por tipo de medio utilizado en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019



**Nota:** El gráfico reporta la evolución de las emisiones de GEI en GtCO<sub>2</sub>eq del sector de transporte para el período 1990-2019 en ALC y la participación de cada subsector. Adicionalmente, se presentan los totales de GEI para los años 1990, 2000, 2010 y 2019, junto con su variación interanual promedio en cada década. Los países incluidos en ALC son aquellos que se encuentran en la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).

17 Ver Barbero et al. (2020), Rivas et al. (2019), CEPAL (2019), Viscidi y O'Connor (2017), entre otros.

18 Ver datos de impuestos a la gasolina y el diésel por países en U.S. Department of Energy (2022).

19 Ver de la Torre et al. (2009), Estupiñan et al. (2018) y Yañez-Pagans et al. (2018).



Finalmente, el aumento de las tasas de motorización, junto con la inadecuada infraestructura vial, ha provocado altos niveles de congestión en las grandes ciudades de la región, incrementando significativamente los tiempos de viaje, el consumo de combustible y la emisión de contaminantes. Esto se refleja en las altas tasas de ocupación de las carreteras observadas en los países de la región, que, según muestra Dulac (2013), se sitúan muy por encima de las demás regiones del mundo<sup>20</sup>.

## Emisiones en la industria

La industria contribuyó con el 16 % de las emisiones de GEI en América Latina y el Caribe en 2019 y fue el segundo sector con más emisiones después del ASOUT (gráfico 2.1). El sector industrial ha aumentado ligeramente su participación desde 1990, cuando era responsable del 14 % de las emisiones. Como muestra el gráfico 2.13, el manejo de desechos es la actividad que más contribuye a las emisiones del sector, siendo responsable del 38 % de las mismas en 2019. El subsector químico es también importante, ya que causa el 18 % de las emisiones, seguido por los de metales y cemento, que contribuyen con el 9 % y el 7 %, respectivamente. Sin embargo, más de la cuarta parte de las emisiones de la industria provienen del resto de actividades industriales.



## La industria contribuyó con el 16 % de las emisiones de GEI en América Latina y el Caribe en 2019 y fue el segundo sector con más emisiones después de ASOUT

En el periodo 1990-2019, las emisiones de la industria aumentaron un 85 %, impulsadas principalmente por el subsector químico y otras industrias que crecieron un 124 % y un 116 %, respectivamente. Este aumento está altamente asociado al comportamiento del PIB industrial regional, lo cual se refleja en una alta correlación de 0,77 entre las tasas anuales de variación de ambas variables en el mismo periodo<sup>21</sup>.

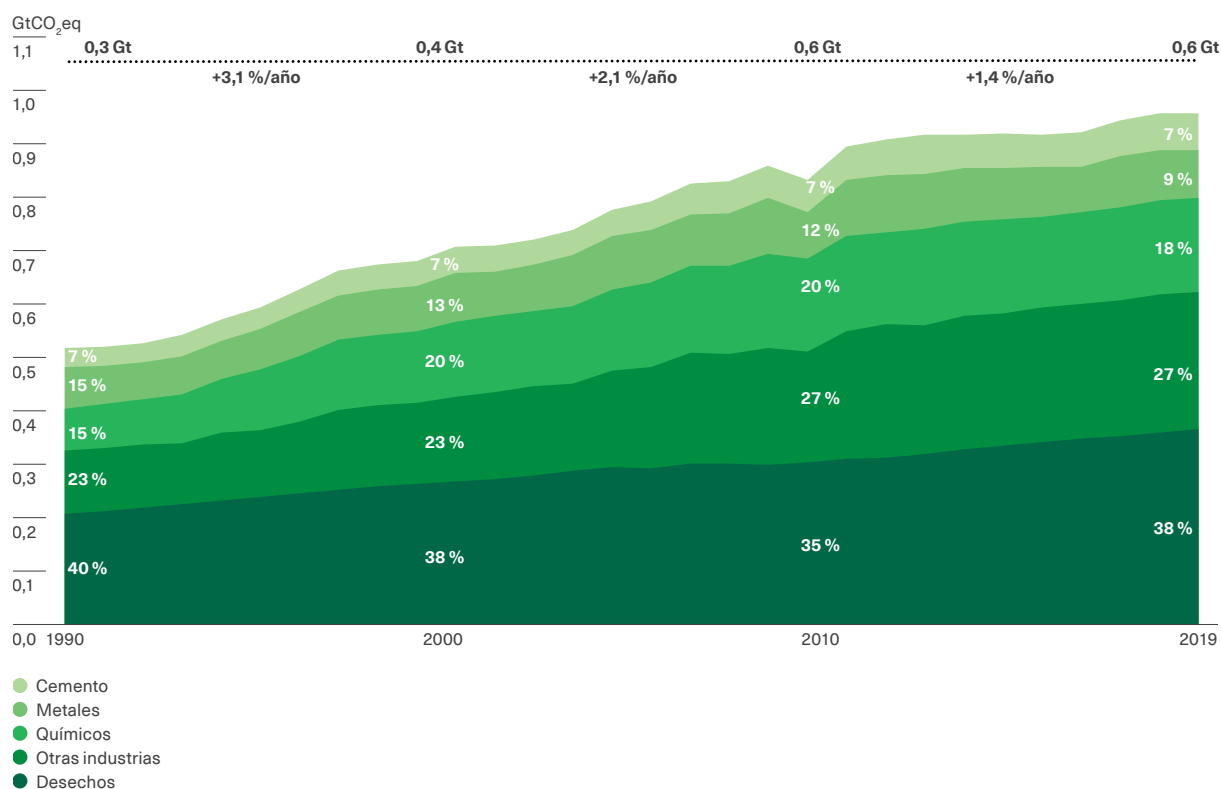
Cuando se toman en cuenta las emisiones indirectas asociadas a su consumo de electricidad (generada *off-site*), la participación de la industria en las emisiones totales de GEI en la región aumenta a un 19 % en 2019. Las emisiones indirectas de la industria representan el 42 % de todas las emisiones provenientes de la generación de electricidad y, como referencia, son aproximadamente iguales a las emisiones directas de la industria química.

20 La tasa de ocupación vial en 2010 fue de alrededor de 1,1 millones de vehículos-km por carril-km pavimentado, mientras que el promedio mundial es de 450.000.

21 La tasa de crecimiento anual del PIB industrial es tomada del Banco Mundial (2022c) y se refiere específicamente a la variación porcentual del valor agregado industrial en moneda local, a precios constantes. Los agregados están expresados en dólares de los Estados Unidos a precios constantes del año 2010.

## Gráfico 2.13

Emisiones de GEI del sector industrial en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019



**Nota:** El gráfico presenta la evolución de las emisiones de GEI en GtCO<sub>2</sub>eq del sector industrial para el período indicado y la participación de cada subsector. Adicionalmente, se presentan los totales de GEI para los años 1990, 2000, 2010 y 2019, junto con su variación interanual promedio en cada década. Los países incluidos en ALC son aquellos que se encuentran en la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).

## Emisiones en edificaciones

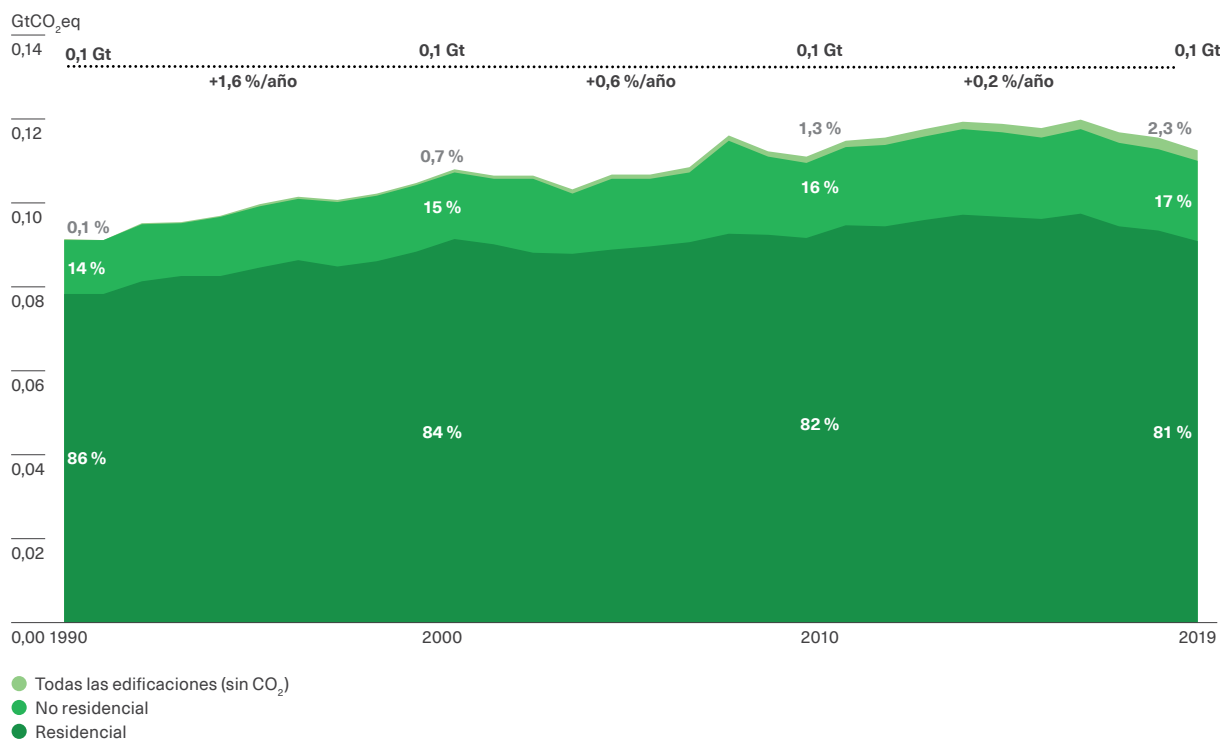
El sector de edificaciones se refiere al uso y operación de edificios tanto residenciales como comerciales. Las emisiones de GEI de este sector provienen del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación, calentar agua, cocinar, el funcionamiento de electrodomésticos, equipos electrónicos y de oficina, etc. También incluyen la fuga de gases fluorados usados en la refrigeración y los aires acondicionados. La mayoría de estas emisiones son indirectas, provenientes de la generación externa de electricidad. El resto son emisiones directas que

resultan principalmente de la quema de combustibles fósiles y biomasa para calefacción, agua caliente y cocina, así como la generación de electricidad in situ. En 2019, las emisiones directas de edificaciones fueron responsables solo del 2 % de las emisiones totales de GEI en América Latina y el Caribe (ver el gráfico 2.1).

El sector residencial contribuye con el 81 % de las emisiones directas de todo el sector, mientras el no residencial aporta el 17 %. El 2 % restante corresponde a la fuga de hidrofluorocarbonos comúnmente utilizados en sistemas de refrigeración, gases de efecto invernadero muy potentes (ver el gráfico 2.14).

## Gráfico 2.14

Emisiones de GEI del sector de edificaciones en América Latina y el Caribe en el período 1990-2019



**Nota:** El gráfico presenta la evolución de las emisiones de GEI en GtCO<sub>2</sub>eq del sector de edificaciones para el período indicado y la participación de cada subsector. Adicionalmente, se presentan los totales de GEI para los años 1990, 2000, 2010 y 2019, junto con su variación interanual promedio en cada década. Los países incluidos en ALC son aquellos que se encuentran en la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Minx et al. (2021).

Por su parte, las emisiones indirectas de GEI de las edificaciones representan más del 3 % del total de la región y el 46 % del total del subsector eléctrico de suministro de energía. En conjunto, las emisiones directas e indirectas contribuyeron con el 5,1 % del total de emisiones de la región.

Es importante señalar que estas cifras no incluyen las emisiones asociadas a la construcción y rehabilitación de edificaciones, en especial aquellas provenientes de la producción de cemento y acero usado en la construcción. Si esto se tomara en cuenta, las edificaciones serían responsables de alrededor del 7 % de las emisiones de GEI en la región<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> A nivel mundial, las emisiones asociadas a la producción de cemento y acero para la construcción equivalen al 75 % de las emisiones directas de las edificaciones (IPCC, 2022a). Si eso lo trasladamos a ALC, éstas equivaldrían a un 1,5 % de las emisiones totales de la región. Por otro lado, la industria de cemento, sin tomar en cuenta sus emisiones indirectas por el uso de electricidad, es responsable del 1,2 % de las emisiones de la región. Si se suman estas emisiones a las directas e indirectas del sector de edificaciones, esto equivale al 6,3 % de las totales, sin haber tomado en cuenta aún las emisiones relacionadas con la producción de acero y las indirectas del cemento. Considerando todo esto, el 7 % parece una cifra razonable.

De este modo, el sector de edificaciones es un importante emisor de GEI tanto a través del uso de combustibles fósiles en la operación de edificios como por las emisiones asociadas con la producción de materiales de construcción, el transporte de materiales y la construcción y demolición de edificios.

### **Necesidades de adaptación y mitigación al cambio climático en transporte, industria y edificaciones**

El gran desafío que enfrenta el sector del transporte es encontrar formas de reducir las emisiones de carbono y, al mismo tiempo, mantener a las personas y los bienes en movimiento. Aunque este desafío no es exclusivo de América Latina y el Caribe, la región enfrenta retos particulares en este sentido.

En primer lugar, la región tiene una creciente dependencia de los vehículos privados. Esto ha traído como consecuencia que la proporción de viajes urbanos en transporte público hayan disminuido, mientras que los viajes en transporte privado han aumentado. Esta tendencia en la partición modal de viajes urbanos, contraria a la observada en Europa, se debe a la falta de una adecuada infraestructura de transporte público y una planificación inadecuada para la movilidad urbana sostenible que, como se ha mencionado, ha provocado un aumento de la congestión vial. Si bien esto podría servir de incentivo para la adopción de modos de transporte sostenible, muchos países de la región carecen de la infraestructura necesaria para ello, como ciclovías o caminos peatonales, y sistemas de transporte público adecuados, lo que dificulta el cambio.

Este panorama plantea la necesidad de desarrollar una infraestructura de transporte sostenible, a la vez que se promueven cambios de comportamiento en los ciudadanos a favor del uso de medios del transporte público y modos activos, como la bicicleta y los desplazamientos a pie. Las políticas públicas en este sentido y sus implicaciones son discutidas en el apartado “Transporte: electrificación y movilidad sustentable”.

El cambio climático puede afectar la infraestructura de transporte, como las carreteras, los puentes y puertos. Esto presenta el reto de construir infraestructura más resistente a los impactos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar y los eventos climáticos extremos.

Por su parte, el sector industrial tiene el reto de aumentar la eficiencia energética, adoptar tecnologías bajas en carbono y utilizar fuentes de energía renovable para reducir las emisiones. La industria también necesita adaptarse a los impactos físicos del cambio climático, como los eventos climáticos extremos, haciendo más resiliente su infraestructura, sus operaciones y las cadenas de suministro.

Finalmente, el sector de edificaciones tiene un papel importante en la adaptación al cambio climático, ya que los edificios deben diseñarse y construirse para soportar los impactos de este fenómeno, como las olas de calor, las inundaciones y otros eventos climáticos extremos. En cuanto a mitigación, el informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2022a) destaca la importancia de mejorar la eficiencia energética de los edificios, reducir las emisiones de GEI durante su construcción y operación y aumentar la utilización de energía renovable para lograr reducciones significativas de emisiones y promover la resiliencia climática.



## Precios al carbono

La política de precios al carbono se considera la más eficiente dado que crea un incentivo financiero a los agentes para que reduzcan sus emisiones, permitiendo que estas sean mitigadas al menor costo posible. Esta política pone un precio a las emisiones de CO<sub>2</sub> y demás GEI, reconociendo el costo que estos gases tienen para el medioambiente y la sociedad. Esta política reduce las emisiones de dos formas principales. Primero, aumenta el precio de los productos con alta huella de carbono, como es el caso de los derivados del petróleo y los que utilizan combustibles fósiles en su proceso productivo, la generación eléctrica y la producción y el transporte de alimentos. El aumento de precios provoca un descenso en la demanda, lo que reduce la producción de estos bienes, disminuyendo las emisiones de CO<sub>2</sub>. Un ejemplo de esto es la política de piso de precio al carbono impuesto por el Reino Unido en 2013, el cual, según Leroutier (2022), llevó a la reducción progresiva de la generación eléctrica a partir de carbón, disminuyendo la contribución de este combustible en la matriz eléctrica del 40 % en 2013 al 5 % en 2018. La segunda forma en la que los precios al carbono reducen las emisiones es creando incentivos a las empresas y los consumidores para invertir en tecnologías más limpias. Sin un precio a las emisiones, una firma puede decidir no invertir en tecnologías verdes, como, por ejemplo, paneles solares, porque en términos económicos la inversión puede no ser rentable. El precio al carbono puede alterar este análisis de costo-beneficio, estimulando el desarrollo y adopción de tecnologías verdes. En ese sentido, una política de precio al carbono global puede ser una señal para acelerar aún más estas inversiones en investigación y desarrollo (I+D).

Existen dos formas de implementación de esta política. La primera son los impuestos al carbono, que simplemente fijan un costo de emisión por tonelada de CO<sub>2</sub>eq<sup>23</sup> a cada uno de los emisores o a un subgrupo de estos. Mediante ese mecanismo, esta política deja que el mercado ajuste la cantidad de emisiones. La otra forma de implementación es el sistema de permisos de emisiones con el comercio de estos. Esta política limita la cantidad de emisiones, que es igual a la de los permisos emitidos, mientras que el precio al carbono es determinado por el mercado a partir del comercio de dichos permisos. En América Latina y el Caribe existen iniciativas de precios al carbono en cinco países: Argentina, Chile, Colombia, México y Uruguay. Todas estas iniciativas son de impuestos al carbono, con la particularidad de México, el cual tiene a su vez esquemas subnacionales de este tipo en Baja California, Tamaulipas y Zacatecas, además de un proyecto piloto de mercados de permisos aplicado al sector energético y la industria. En Europa y Estados Unidos, existen más iniciativas de permisos de carbono. El capítulo 4 desarrolla en mayor profundidad el tema de las iniciativas vigentes de precios al carbono y el recuadro 2.2 hace una comparación más exhaustiva de las dos formas de implementación de esta política.



**La política de precios al carbono se considera la más eficiente para la reducción de emisiones, dado que crea un incentivo financiero para los agentes**

23 El equivalente de CO<sub>2</sub> es una medida utilizada para comparar el impacto climático de diferentes gases de efecto invernadero en función de su capacidad para retener el calor en la atmósfera y el tiempo que permanecen en ella.

## Recuadro 2.2

### Comparación entre impuestos al carbono y permisos de emisiones con comercio

En teoría, ambas políticas son equivalentes en cuanto a la reducción esperada de emisiones y el impacto en los precios, aunque presentan diferentes ventajas y limitaciones. La principal ventaja del impuesto al carbono es la simplicidad y flexibilidad del instrumento. El impuesto simplemente fija un precio a las emisiones y permite al mercado que se adapte. Este sistema es además el más inmediato, dado que los efectos se materializarían con la introducción del tributo, mientras que el sistema de permisos requiere mayor tiempo de implementación. Sin embargo, el precio al carbono no asegura que las reducciones en emisiones sean las deseadas. Para que este sea efectivo, es necesario fijar un precio que induzca las reducciones deseadas en las emisiones. Por ejemplo, existen casos donde se han fijado impuestos al carbono relativamente bajos (del orden de los USD 20 por tonelada de CO<sub>2</sub>eq), que no permiten alcanzar la reducción de emisiones necesarias para lograr las metas globales y, en algunos casos, para los cumplimientos de las propias contribuciones determinadas nacionalmente (CDN). Esta no es una debilidad del instrumento en sí, sino de su implementación o una consecuencia de las resistencias políticas y sociales que puede tener un impuesto elevado. El sistema de permisos permite fijar una cantidad máxima de emisiones, por ejemplo, igual al compromiso de emisiones de las CDN, generando una obligación mayor al cumplimiento de metas ambientales.

Otra ventaja del sistema de permisos es que, a medida que las economías se ajustan al sistema y comienzan a invertir más en tecnologías verdes, reduciendo las emisiones totales, el costo de cada tonelada de carbono debería disminuir. Estos cambios en los precios también se observan en períodos de recesión o de crecimiento de la economía. En el caso de los permisos, el precio se ajusta en el mercado, mientras que el impuesto debería ser actualizado de forma administrativa para que refleje el nuevo costo social del carbono.

Sin embargo, la política de permisos requiere mayores esfuerzos de implementación. Si bien ambas políticas necesitan un monitoreo de las emisiones, un sistema de penalizaciones y un seguimiento del precio (en el caso de los impuestos) o de la cantidad de permisos, la política de permisos tiene la complejidad extra del sistema de asignación de permisos. Este puede ser por emisiones históricas, donde el gobierno distribuye los permisos de forma gratuita según el histórico de emisiones, o mediante subasta. Este último es el mecanismo preferido recientemente y permite, a su vez, generar ingresos fiscales de la misma forma que se obtendrían con el impuesto.

Otra diferencia principal son los mecanismos de cooperación internacional disponibles según cuál sea el sistema implementado. En el caso del impuesto al carbono, las únicas políticas de coordinación posibles son la unificación global del precio por tonelada de carbono o el mecanismo de ajuste en la frontera por contenido de carbono (CBAM, por sus siglas en inglés). Dicho mecanismo permite a los países cobrar un impuesto al carbono a los productos importados, de forma que el precio al carbono de estos se iguale con el de los productos domésticos. De esta forma se evita la “fuga” de carbono, es decir, que la producción “sucia” se traslade a economías que no tengan precios al carbono. El capítulo 4 discute en mayor detalle este mecanismo y las experiencias actuales.

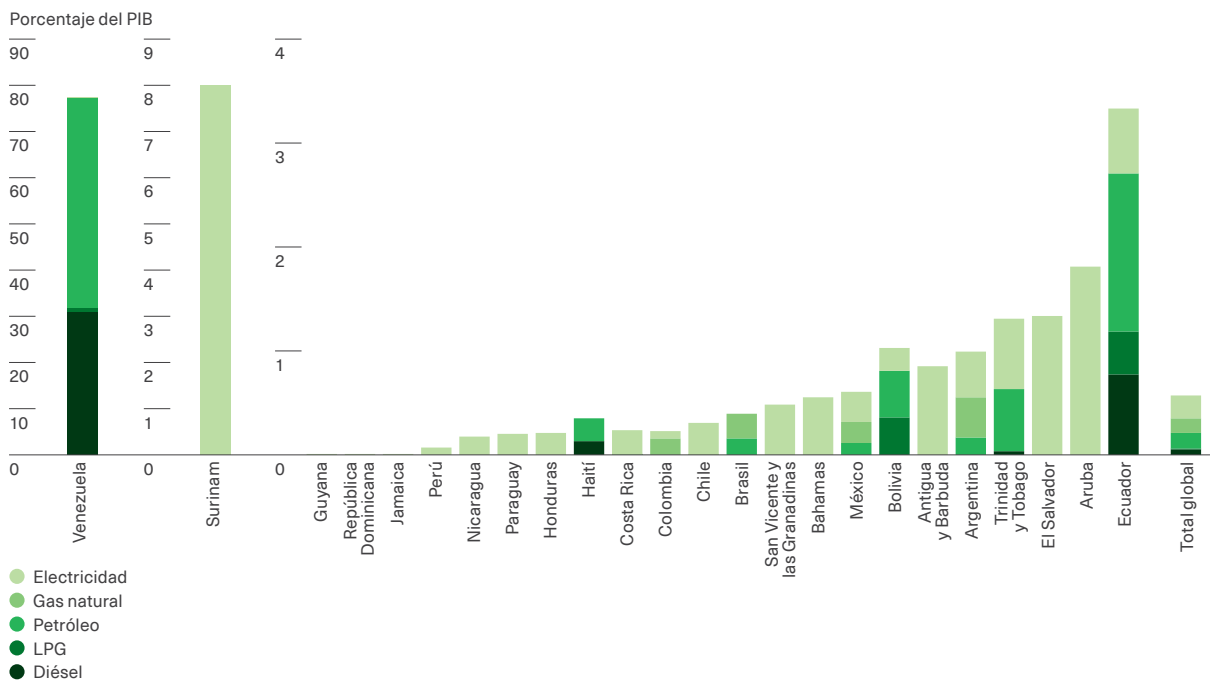
Una diferencia adicional relevante está en la volatilidad de ambos sistemas. Mientras el impuesto fija un precio al carbono o, en algunos casos, un calendario de precios, el precio al carbono puede fluctuar en el sistema de permisos. Esta variabilidad en los precios tiene impactos en los consumidores, pero también en los proyectos de inversión de las empresas. El mercado de combustibles ya es un mercado con precios que sufren fuertes cambios, los cuales tienen importantes impactos, por ejemplo, en los precios al consumo, por lo que el sistema de permisos podría aumentar aún más esta volatilidad.

Más allá del instrumento a utilizar, los precios al carbono surgen como una política eficiente, necesaria y urgente. Es quizás esta necesidad y urgencia lo que pone en evidencia la gran contradicción que suponen los actuales subsidios a fuentes contaminantes, que existen en la mayoría de las economías mundiales. Parry et al. (2021) muestran que mundialmente el nivel de subsidios ronda entre los USD 400.000 y 600.000 millones al año, mientras que, en América Latina y el Caribe, son cercanos a los USD 44.000 millones anuales, equivalentes aproximadamente al 1 % del PIB de la región, con un rango, según los países, que va desde poco más del 0 % hasta el 46 % de su PIB. En el primer caso se encuentran Guatemala,

que tiene subsidios pequeños al diésel y el petróleo, Guyana, República Dominicana y Jamaica, con subsidios a la electricidad. El máximo valor se observa en Venezuela, donde casi todos los subsidios son para el diésel y el petróleo. El gráfico 2.15 muestra los subsidios a hidrocarburos por país como proporción del respectivo PIB. Se observa que una gran parte de los países de la región subsidia la electricidad y un grupo no menor, el petróleo. Estos subsidios actúan de forma opuesta a los impuestos al carbono, fomentando el consumo de combustibles fósiles. Uno de los caminos iniciales que debería emprender la región es la disminución progresiva de estos subsidios hasta su eliminación total.

### Gráfico 2.15

Subsidios a hidrocarburos en países de América Latina y el Caribe en 2020



**Nota:** El gráfico reporta los subsidios explícitos a hidrocarburos en los países de ALC con información disponible para el año 2020. Un subsidio explícito se entiende como la diferencia entre el precio minorista y el costo de suministro de un combustible. En el caso del total global, se sumó el subsidio total de cada fuente de energía para todas las regiones disponibles y se dividió cada uno por la suma del PIB de dichas regiones. Ambos indicadores (subsidios y PIB) están medidos en miles de millones de dólares. Para más información metodológica puede consultarse la fuente de los datos.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del FMI (2022a).

Parry et al. (2021) identifican también lo que ellos llaman el precio eficiente de estos bienes, el cual sería el precio que refleja no solo los costos de producción y distribución, sino también los costos medioambientales tanto en emisiones de carbono como en polución del aire y congestión en el tránsito vehicular. Ajustados los precios de esta forma, el diferencial entre los precios actuales y los precios eficientes es de cerca de USD 6.000 millones. Este diferencial es principalmente explicado por los costos ambientales no internalizados en los precios (cerca del 90 % del diferencial). Los autores también muestran cómo, si se cobraran precios eficientes, la proyección de emisiones de GEI se reduciría de tal forma que se cumpliría la meta de 1,5°C de aumento de las temperaturas para 2050. Esto no es otra cosa que la aplicación de un impuesto al carbono que internalizaría todos estos costos ambientales, en conjunto con la eliminación de los subsidios actuales a las fuentes contaminantes.



### **Si bien la política de precios al carbono es la más eficiente y la que resultaría en reducciones más inmediatas en emisiones, es insuficiente si no va acompañada de otras políticas de mitigación**

Una de las principales debilidades de los precios al carbono, que ha generado un gran debate político, es su impacto desigual. Por ejemplo, si la política abarcara todas las fuentes de emisión de GEI, la producción agrícola debería pagar el impuesto, ocasionando un aumento en los precios de los alimentos y profundizando aún más la problemática de la seguridad alimentaria. Es de destacar que Blanchard et al. (2022) sugieren la implementación de un impuesto general que abarque todas las fuentes de emisión de GEI, lo que permitiría la reducción de emisiones por parte del sector agropecuario e indirectamente desincentivaría la expansión agrícola, reduciendo las emisiones del UTCUTS.

Pero el impacto desigual no es solamente en alimentos. Los hogares con menos ingresos dedican una proporción mayor de su renta a alimentos, electricidad, calefacción y transporte público. Los precios de todos estos bienes aumentarían con la aplicación de un sistema de precios al carbono y la eliminación de los subsidios, generando que el sistema impositivo sea más regresivo. Es por eso que se han discutido diversas alternativas de política que utilizan la recaudación o parte de la recaudación del sistema y logran que, con esta redistribución, el impuesto al carbono no sea regresivo (Blanchard et al., 2022; Metcalf, 2007; Stavins, 2020). Esto mismo podría ser aplicado para redistribuir los actuales subsidios y compensar el impacto regresivo de su eliminación. Como ejemplo, la redistribución mediante transferencias de suma fija, las reducciones impositivas a la renta o una combinación de ambas podrían hacer que el impuesto sea neutral tanto desde el punto de vista de los ingresos impositivos como de los impactos distributivos.

Si bien la política de precios al carbono es la más eficiente y la que resultaría en reducciones más inmediatas en emisiones, es insuficiente si no va acompañada de otras políticas de mitigación. Esto se explica principalmente por las externalidades positivas que implican las inversiones en I+D. Cuando una empresa invierte en una nueva tecnología, los beneficios privados que recibe son solo una parte de los beneficios sociales globales. El fomento a inversiones en I+D requiere otros incentivos además de los impuestos al carbono, como pueden ser en algunos casos los subsidios. A través de menores costos y mejoras tecnológicas, América Latina y el Caribe puede beneficiarse de las costosas inversiones en I+D que se han realizado en los países más desarrollados. A su vez, como se mencionó anteriormente, existe un problema no menor de economía política para la aplicación de políticas de precios al carbono, lo que explica en parte la gran discusión de instrumentos de política alternativos, que se mencionan en los próximos apartados. Finalmente, la fijación de un precio al carbono sugiere también la necesidad de valorar las externalidades ambientales, los servicios ecosistémicos (ver el capítulo 3) y un mercado de carbono (ver el capítulo 4).

# Adaptación y mitigación en el sector agropecuario

Los esfuerzos de mitigación en el sector agropecuario se enfrentan a dos desafíos principales. El primero es la seguridad alimentaria, que impone al sector una necesidad de aumentar su producción, teniendo en cuenta que América Latina es un actor clave en el comercio de alimentos a nivel mundial y que para 2050 se debería aumentar la producción global de alimentos en un 50 % respecto a la producción de 2012 (FAO, 2017). El segundo desafío es la importancia económica que tiene la agricultura en la región, siendo un sector fundamental para la mayoría de los países y con una participación muy alta de la agricultura de subsistencia, principalmente en Centroamérica y el Caribe. Por tanto, los esfuerzos de mitigación deben tener en cuenta estas dos problemáticas y priorizar aquellos que conlleven mejoras

en la productividad, promuevan la aforestación y reforestación, y desincentiven la deforestación.

En este apartado se discuten las principales técnicas que permitirían reducir las emisiones del sector agropecuario y adaptarse a los impactos del cambio climático. A continuación, se analiza el caso de los biocombustibles y la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS, por sus siglas en inglés), temas transversales al sector agropecuario y energético. Finalmente, se mencionan algunas prácticas del lado de la demanda vinculadas al sector agropecuario. Las políticas referidas al sector de UTCUTS de reforestación o basadas en la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, aunque ofrecen el mayor potencial de mitigación (Nabuurs et al., 2022), son desarrolladas en el capítulo 3.

## Técnicas agropecuarias vinculadas al cambio climático

En este subapartado se dividen las técnicas para la reducción de las emisiones de GEI entre aquellas que se aplican a la ganadería, las de la agricultura y, por último, se discutirán las soluciones basadas en la naturaleza.

### Ganadería

Las dos principales técnicas del sector ganadero que permiten reducciones en las emisiones de GEI son la mejora en la alimentación y salud del ganado, principalmente mediante complementos alimenticios, y la cobertura y el manejo del estiércol. El Sexto Informe de Evaluación del IPCC (capítulo 7) reporta que el potencial de mitigación de las prácticas de manejo del estiércol y mejora en la alimentación tienen un potencial de mitigación superior al 10 %, siendo América Latina y el Caribe la segunda región con mayor potencial de mitigación en emisiones de metano y óxido nitroso (Nabuurs et al., 2022).

La calidad y composición de los alimentos, en particular aquellos que incrementan la utilización de energía en el metabolismo, tienen efectos significativos en las emisiones de metano. Suplementar la alimentación de los animales con lípidos, siendo en general las semillas de lino el complemento más eficiente, incrementa el contenido energético de la dieta y mejora su digestión, reduciendo las emisiones de ese gas. A su vez, el uso de complementos alimenticios reduce la necesidad de tierras para pastoreo, lo que disminuiría las emisiones por UTCUTS.

En cuanto al manejo del estiércol, reducir la temperatura y el tiempo de almacenamiento, guardándolo en espacios abiertos fríos, capturar y someter el metano a un proceso de combustión, y airear y usar el estiércol para compost son prácticas efectivas para reducir las emisiones de este gas. Además, se pueden agregar inhibidores de ureasa para reducir las emisiones de óxido nitroso. Las coberturas para el estiércol mitigan las emisiones de gases y de olores. Estas coberturas pueden ser naturales (por ejemplo, costras naturales de paja, entre otras) o artificiales (como polietileno, poliestireno o espuma) y protegen los desechos del viento.

Una técnica complementaria es la digestión anaeróbica, un proceso microbiológico donde la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno y que puede ser utilizado para la producción de biocombustibles. El proceso genera residualmente "digestato", un material que se puede emplear como fertilizante. La digestión anaeróbica puede realizarse a partir de estiércol, pero también a partir de residuos de las cosechas y diversos residuos orgánicos. La utilización de estiércol es poco eficiente en la producción de biocombustibles, pero sí es eficiente en términos de reducción de las emisiones de metano.

## Prácticas particulares a la agricultura

Se destacan dos técnicas específicas para la agricultura. La primera es la agricultura de precisión, un sistema de mantenimiento de cultivos que hace un uso intensivo de la información y tecnología para el análisis, medición, identificación y manejo de los cultivos, cuyo objetivo es la mejora en la productividad y sostenibilidad. Esta técnica incorpora herramientas de detección a distancia, tecnología de aplicación variable de insumos y sistemas de posicionamiento global (GPS), de información geográfica y de aprendizaje automático, entre otros. Además de reducir las emisiones de GEI a través de la disminución del uso de fertilizantes y combustibles y el mejor manejo del suelo, esta tecnología tiene como resultado principal un incremento en la productividad de los cultivos. La implementación de esta política requiere de capital humano formado e inversiones en algunas de las tecnologías mencionadas.

La segunda técnica es la siembra directa, es decir, el cultivo sin arado, que evita la remoción de suelo y utiliza una cobertura permanente de la tierra con residuos de la cosecha. La siembra directa aumenta el volumen y retención de materia orgánica y la conservación de nutrientes, mejora las propiedades de los suelos y aumenta la cantidad de agua que se infiltra en estos. Este proceso mejora la productividad de los cultivos y reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que no se remueve la tierra por el arado y se usan menos fertilizantes y combustibles para maquinaria<sup>24</sup>.



## Además de reducir las emisiones de GEI, la agricultura de precisión y la siembra directa mejoran la productividad de los cultivos

### Soluciones basadas en la naturaleza

Las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) son acciones de protección, gestión y restauración de los ecosistemas que tienen el objetivo de responder a desafíos sociales de forma eficaz y adaptativa, beneficiando simultáneamente a las personas y a la naturaleza (UICN, 2023). Las SBN se pueden utilizar para reducir los impactos del cambio climático e intentar mitigar emisiones del sector agropecuario, además de mejorar la productividad de los cultivos, por lo que figuran entre las técnicas con mayores sinergias y externalidades positivas. Las principales alternativas de estas prácticas son los cultivos de cobertura y, sobre todo, la agrosilvicultura.

Los cultivos de cobertura implican la siembra de ciertos cultivos en tierras que de otro modo quedarían en barbecho. El objetivo de los cultivos de cobertura es la protección y mejora de la fertilidad de los suelos. Mediante esta práctica se puede reducir la erosión del suelo y la necesidad de fertilizantes, al tiempo que aumentan los niveles de carbono del suelo y disminuye el impacto de las inundaciones y la sequía en los cultivos. A su vez, los cultivos de cobertura son útiles para el control de malezas y plagas.

La agrosilvicultura combina el uso de la silvicultura con la agricultura, de forma que las plantas y árboles se integren con los cultivos y el ganado. La agrosilvicultura incrementa la productividad y la salud de los cultivos, provee servicios ecosistémicos y ayuda a la restauración del suelo. Minnemeyer et al., (2011) estiman que existen aproximadamente 400 millones de ha en Sudamérica que pueden ser restauradas utilizando sistemas basados en la agrosilvicultura. Por este motivo, esta técnica es un claro ejemplo de

24 Con relación a las medidas de adaptación, en respuesta a las excesivas lluvias en Colombia durante el período 2010-2011, la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCGC), que representa a los caficultores, animó a los agricultores a protegerse contra futuras crisis condicionando los programas de crédito para la renovación de los cultivos de café al uso de variedades de semillas resistentes a las plagas. El impacto de dicha política se analiza en detalle en Helo Sarmiento et al. (2023).

una política de adaptación que presentaría múltiples dividendos: incrementaría la productividad del sector, combatiría algunos de los efectos esperados del cambio climático y, al estar generando biomasa y regenerando los suelos, ayudaría en la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad.

La agrosilvicultura aumenta la biodiversidad proveyendo hábitats más complejos, con mayor presencia de árboles, lo que ayuda al desarrollo de organismos vivos. La convivencia de estos organismos favorece la sostenibilidad del ecosistema. Algunas de las consecuencias de esta práctica es la protección y recuperación de los suelos, dada la cobertura natural, y la mejora en la absorción de nutrientes en la tierra. Otras ventajas son la diversificación de los productos

agrícolas, la mayor estabilidad de los cultivos y fertilidad del suelo, lo que reduce la necesidad de agregar fertilizantes, el aumento en la polinización de las plantas, la menor necesidad de pesticidas sintéticos a partir del desarrollo de los naturales, el crecimiento de la fauna nativa, la disminución de la polución en el aire, la resiliencia a ráfagas de vientos fuertes y la cobertura al ganado para mejora de su bienestar<sup>25</sup>.



**La agrosilvicultura incrementa la productividad y la salud de los cultivos, provee servicios ecosistémicos, aumenta la biodiversidad y ayuda a la restauración del suelo**

## Políticas para la adaptación en el sector ASOUT

Si bien las técnicas agropecuarias mencionadas, y principalmente las SBN, son medidas de mitigación con potencial de adaptación a los impactos del cambio climático, la región requiere de medidas específicas de adaptación para un sector tan vulnerable como el de ASOUT. Estas medidas deberán ser apoyadas por los gobiernos nacionales, dado el rol que juega este sector no solo en las economías de la región, sino también en el abastecimiento de alimentos a nivel regional y global. Esto es de principal relevancia en América Central y el Caribe, una región donde la agricultura familiar representa una fracción elevada de la producción de alimentos y los retos a la producción agrícola amenazan su seguridad alimentaria.

En primer lugar, es fundamental fortalecer la resiliencia de los sistemas agropecuarios frente a los impactos del cambio climático. Esto implica promover prácticas agrícolas sostenibles que optimicen el uso de recursos, como el agua y el suelo, y sean más resistentes a eventos climáticos extremos, como las sequías e inundaciones.

En segundo lugar, los gobiernos deben fomentar y apoyar la inversión en infraestructuras e investigación, así como el desarrollo y aplicación de tecnologías adecuadas para la adaptación al cambio climático en el sector agropecuario. Estas incluyen la adopción de sistemas de riego eficientes, la mejora de la infraestructura de almacenamiento y distribución de alimentos, y la promoción de técnicas agrícolas innovadoras que aumenten la productividad y reduzcan la vulnerabilidad de los agricultores y ganaderos, como es el ejemplo de las semillas resistentes a impactos climáticos.

Finalmente, hay que desarrollar y fortalecer los mecanismos financieros, como los seguros agrícolas, el financiamiento a la producción y los mercados de futuros, lo que permitiría la reducción de la incertidumbre y los riesgos de inversión. Es clave que la región dedique esfuerzos para que pequeños establecimientos logren acceso a estos instrumentos, principalmente en regiones expuestas a eventos climáticos extremos, para los cuales existen capacidades limitadas de adaptación mediante prácticas agropecuarias.

25 La aplicación de las SBN no se limita al sector agropecuario. Algunos ejemplos particulares pueden ser el uso de cipreses en zonas de riesgo de incendios forestales, la cobertura de árboles urbanos para reducir la temperatura en las ciudades y la necesidad de uso de aires acondicionados, el plantado de árboles o arbustos para reducir los riesgos de derrumbes y deslizamientos en zonas montañosas o el riesgo de desertificación, y la conservación de los manglares y arrecifes de coral para reducir los riesgos de inundaciones (ver el capítulo 3).

## Retos de implementación en el sector de ASOUT

Se ha demostrado que las acciones de mitigación y adaptación mencionadas anteriormente son costoefectivas, principalmente, la mejora en la alimentación del ganado (Marques et al., 2020, 2022) y las SBN (Reid et al., 2019; Vignola et al., 2019). Sin embargo, no han sido adoptadas universalmente, lo cual sugiere que existen motivos que las limitan.

Todas estas prácticas de mitigación y adaptación tienen costos de implementación. En el caso de las SBN, los costos pueden ser muy variados y no solo por inversión en infraestructura, sino también porque requieren disponibilidad de mano de obra e inversiones en capital humano. Un ejemplo de esto es la agrosilvicultura, donde el gran desafío es que los costos que conlleva son de corto plazo, mientras que los beneficios esperados son de largo plazo, por lo que no se verían resultados económicos significativos al menos en los primeros 3 a 8 años (Do et al., 2020). Incluso estas mediciones no son muy precisas debido a la escasez de datos sobre los casos implementados. Fomentar su adopción entre los productores, principalmente los más pequeños, orientados al autoconsumo, puede ser difícil dado que, en el corto plazo, el costo de la política supera los beneficios.



**Existen técnicas agropecuarias que permitirían reducir las emisiones de GEI y mejorar la productividad y las condiciones del suelo. Para su adopción, se precisan mejoras en el acceso al financiamiento y educación sobre su existencia y beneficios**

En ese sentido, una de las causas por las que no se utilizan estas prácticas de forma universal es la falta de financiamiento. Esto puede deberse a la carencia de mercados desarrollados, a limitaciones de acceso al crédito de establecimientos pequeños o a la reticencia de los productores a endeudarse para adoptar tecnologías que no consideran que garanticen mejoras en su producción en el corto plazo.

Este último punto está relacionado con otra de las principales causas: la falta de información sobre la rentabilidad de estas iniciativas y el plazo en el cual se recuperaría la inversión, la falta de formación o el desconocimiento total de las alternativas mencionadas previamente, además de la tradición, que puede hacer a los agricultores más reticentes al cambio. Todo esto sumado al riesgo intrínseco de la actividad agropecuaria, donde choques climáticos externos pueden tener impactos enormes en su rentabilidad, genera resistencia a la adopción de nuevas prácticas.

Una característica muy importante en estas limitaciones es que todas ellas están correlacionadas con el tamaño del productor. Explotaciones de pequeño tamaño tienen más dificultades para acceder al financiamiento, menos capital, liquidez y capital humano, más necesidad de retornos en el corto plazo y apego a las tradiciones. Es quizás por esto que, si gobiernos u organismos multilaterales buscaran apoyar estas iniciativas, debería haber un esfuerzo adicional para llegar a los pequeños productores, dada la importancia que tiene la agricultura familiar en la región y en los objetivos de hambre cero.

La importancia del alineamiento de las políticas gubernamentales es un problema actual. Según un reporte de agencias de las Naciones Unidas (FAO et al., 2021), el apoyo a los productores en todo el mundo se eleva a USD 540.000 millones anuales, que mayoritariamente se distribuyen en políticas distorsivas que reducen la eficiencia del sector, con poco apoyo a productores pequeños, y políticas dañinas tanto para el medioambiente como para la salud humana. Lowder et al. (2021) estiman que, si bien los pequeños establecimientos menores que 2 ha producen aproximadamente el 35 % de los alimentos a nivel global, estas explotaciones reciben menos del 2 % de los flujos de fondos financieros para adaptación y mitigación del cambio climático.

En resumen, existen técnicas agropecuarias que permitirían reducir las emisiones de GEI, con un potencial de mitigación en metano y, en general, externalidades positivas tanto en productividad como en ambiente. A pesar de su rentabilidad, la adopción de estas técnicas se ha visto limitada por problemas de acceso al crédito, incertidumbre y falta de información. Por lo



tanto, las políticas que podrían implementarse para impulsar estas acciones son principalmente de financiamiento y educación. En cuanto a financiamiento, se destacan tanto la facilitación en el acceso al crédito o líneas de crédito específicas para la mitigación en el sector, como el subsidio a prácticas sustentables con foco en los pequeños productores. En cuanto a

educación, no solo es necesario que los productores estén al tanto de la existencia de estas técnicas, sino que se sugiere el apoyo técnico y legal, nuevamente con foco en los pequeños productores, que son quienes invierten menores recursos en este aspecto. El recuadro 2.3 presenta el caso de una política implementada en Colombia con estas características.

### **Recuadro 2.3**

#### **Iniciativas climáticamente inteligentes para el sector agropecuario: un caso de estudio en Colombia**

En Colombia, se ha aprobado y está listo para su implementación el proyecto “Iniciativas climáticamente inteligentes para la adaptación al cambio climático y la sostenibilidad en sistemas productivos agropecuarios priorizados” (CSICAP, por sus siglas en inglés), que recibe apoyo financiero de CAF —banco de desarrollo para América Latina— y del Fondo Verde para el Clima (FVC).

El proyecto busca reducir la vulnerabilidad de la producción agropecuaria ante las amenazas climáticas y disminuir las emisiones de GEI en la producción del sector mediante el uso de la agricultura de precisión. Esta incluye mejoras en los servicios climáticos y la utilización y desarrollo de nuevas tecnologías de bajas emisiones y alta resiliencia climática, como, por ejemplo, mejoras genéticas.

El desarrollo de esta iniciativa apunta a dos de las principales limitaciones a la implementación de las políticas de adaptación y mitigación en el sector agropecuario: i) el financiamiento, y ii) el desarrollo, distribución y acceso a la información. A su vez, el proyecto está focalizado en las poblaciones más vulnerables del sector rural, especialmente las mujeres, y destaca por las ganancias en eficiencia gracias a la aplicación de la agricultura de precisión, junto con los beneficios de adaptación y mitigación. Se considera, por ejemplo, que los gremios<sup>a</sup> en Colombia no tienen capacidad para desarrollar las herramientas e instrumentos que se elaborarán con el proyecto, pero sí para aplicarlos y continuar con el trabajo tras su desarrollo, acelerando las ganancias de eficiencia y la realización de los beneficios económicos que conlleva. En el caso de los gremios más fuertes, como los del café, la banana y el arroz, se estima que tardarían 20 años en alcanzar los resultados que se prevén con CSICAP en 5 años.

Se espera que el proyecto beneficie a más de 600.000 personas, incremente la resiliencia climática de alrededor de 1 millón de ha y reduzca las emisiones de GEI en más de 9 millones de tCO<sub>2</sub>eq. Si bien el foco principal es la adaptación climática, se espera obtener cobeneficios económicos, como mejoras en productividad y reducción de la pobreza rural; cobeneficios sociales, como la mejora en la calidad y el acceso a los alimentos y la disminución en la brecha de ingresos por género en el sector rural; y finalmente cobeneficios ambientales, por las reducciones en emisiones de GEI.

a. Organizaciones del sector privado dedicadas a cultivos específicos que reúnen a pequeños, medianos y grandes agricultores.



## Biocombustibles

El desarrollo de biocombustibles es una política transversal al sector energético y agropecuario. Mientras que la mitigación se realiza en el sector energético, por la utilización de combustibles que emiten menos GEI que los productos de origen fósil, la producción de los biocombustibles se realiza en el sector agropecuario a partir de la transformación de biomasa.

Uno de los problemas que presentan los biocombustibles es la necesidad de tierras para su producción. En general, el desarrollo de biocombustibles está asociado con aumentos en el uso de la tierra, produciendo más emisiones por UTCUTS, dato que, en algunos casos, no se utiliza en los cálculos sobre los impactos de la mitigación de los biocombustibles. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2019), en una revisión de la literatura sobre el tema, analiza la huella de carbono de distintas categorías de biocombustibles, mostrando que, dependiendo del insumo utilizado, las emisiones totales podrían llegar a ser incluso mayores que las de la gasolina. En ese sentido, biocombustibles producidos con desechos y residuos, caña de azúcar y algunos cultivos energéticos resultan los más eficientes en términos de mitigación, mientras que el aceite de palma genera altísimas emisiones por UTCUTS, seguido por el aceite de soja, siendo estos últimos los insumos más utilizados para la producción de biocombustibles. Para que los biocombustibles sean una solución de mitigación deseable, se debe incorporar el análisis de emisiones por UTCUTS a la hora de evaluar el proyecto.

Una tecnología que destaca el IPCC como principal para alcanzar las metas de 1,5-2 °C, que aún se encuentra en etapa de desarrollo y primeros proyectos en funcionamiento, es la de bioenergía con captura y almacenamiento de carbono. Este proceso consiste en extraer bioenergía de la biomasa, capturando el carbono emitido por este proceso y almacenándolo en reservorios naturales, como los yacimientos de petróleo agotados, los acuíferos salinos u otras formaciones geológicas. Esta tecnología puede ser utilizada en la producción de etanol y biogás, celulosa y papel e incluso para calefacción o generación de energía mediante el uso de biomasa.



### La bioenergía con captura y almacenamiento de carbono tiene la particularidad de que el neto de emisiones puede ser negativo por la captura de gases que realiza

La BECCS tiene la particularidad de que el neto de emisiones puede ser negativo por la captura de gases que realiza. Esto se explica porque el CO<sub>2</sub> absorbido por los árboles que se utilizan en el proceso es capturado durante la combustión, en vez de ser liberado a la atmósfera, como ocurre en el proceso de generación eléctrica tradicional mediante el uso de biomasa. Este CO<sub>2</sub> capturado es luego almacenado en los reservorios, por lo que el proceso, desde el plantado de los árboles hasta la generación de la energía, logra una captura de CO<sub>2</sub> de la atmósfera, mientras que únicamente libera una fracción menor de este CO<sub>2</sub> capturado. Sin embargo, aún no se ha documentado de forma rigurosa este potencial de emisiones negativas.

Una de las limitaciones de esta tecnología son los grandes requerimientos de tierra y agua, lo que podría aumentar las emisiones por UTCUTS, reducir la biodiversidad y ocupar tierras productivas para la agricultura. Además, no es claro a priori el saldo neto de emisiones o el neto del costo-beneficio de esta política.

Otra posibilidad para el uso de esta tecnología que requiere menos consumo de agua y tierras es la utilización de desechos como insumo. Estos desechos pueden ser tanto de la agricultura, de la silvicultura o incluso desechos urbanos.

## Cambios del lado de la demanda

Un grupo de políticas que no corresponde al sector agropecuario, pero sí le impactaría, principalmente en la producción de alimentos, es el que contempla acciones del lado de la demanda. Las prácticas de consumo responsable y la reducción de desechos alimentarios tienen un potencial de disminuir entre el 8 % y el 10 % de las emisiones antropogénicas totales (Mbow et al., 2019), contribuyendo, a su vez, con los objetivos de seguridad alimentaria. La sustitución en el consumo de carnes por vegetales aliviaría la expansión de la tierra utilizada para ganado, reduciendo también las emisiones provenientes del cambio del uso de la tierra para esa actividad, que representan entre un 5 % y un 14 % de las emisiones de GEI.

Si bien serán necesarias campañas de educación y concientización para lograr estas reducciones por modificaciones de conducta, ya se están observando cambios en la dirección deseada. Criscuolo y Cuomo

(2018) documentan que existe una demanda creciente de “carne sustentable”, soja sin modificaciones genéticas y productos lácteos orgánicos. Este incremento de la demanda genera mercados de certificación y ofrece incentivos a los productores para adoptar medidas sustentables, las cuales, en algunos casos, son más eficientes, favorecen mejoras en la calidad de los productos e implican reducciones de emisiones y de contaminación ambiental. El capítulo 3 aborda con más detalle estas certificaciones ambientales.



**Las prácticas de consumo responsable y la reducción de desechos alimentarios tienen el potencial de disminuir entre el 8 % y el 10 % las emisiones antropogénicas totales**

## Transición energética y mitigación en el sector energético

La transición energética es el cambio hacia fuentes de energía renovable y sostenible desde los combustibles fósiles. Además de cambios en la producción y el transporte de energía, la transición energética incluye cambios en el consumo de energía, entre ellos, mejoras en la eficiencia energética y la electrificación de la economía, por ejemplo, la electrificación del

transporte. En este apartado se discute la transición energética en América Latina y el Caribe, primero desde el punto de vista de la oferta, comenzando por el sector de generación eléctrica y luego por el transporte. A continuación, se desarrollan las acciones del lado de la demanda, para finalmente, analizar las acciones de adaptación para el sector energético.

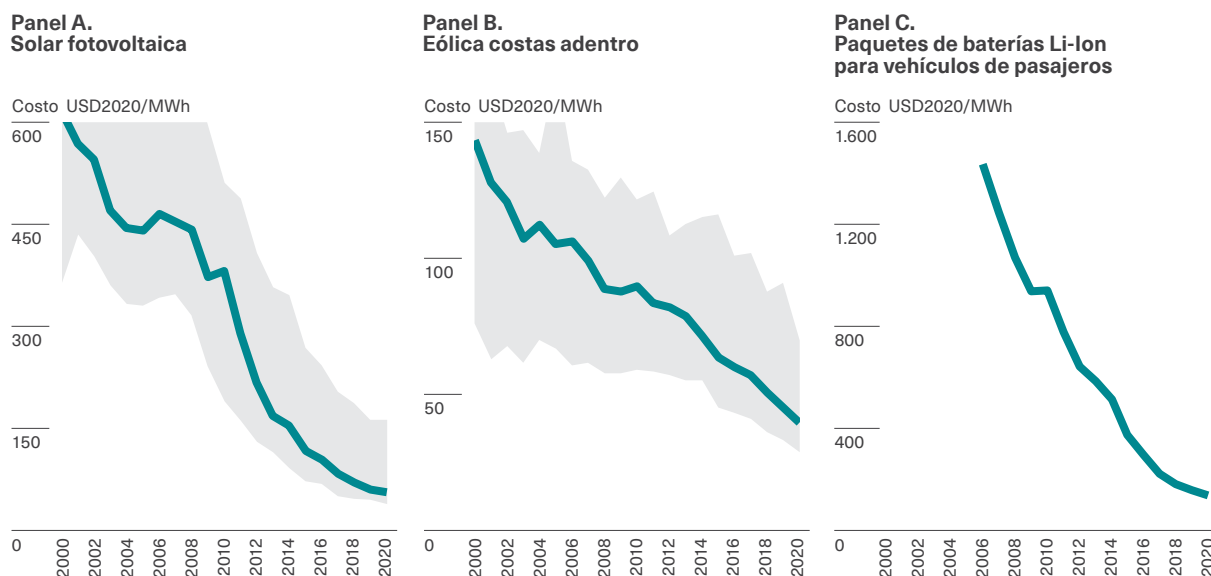
## Generación eléctrica, fuentes renovables de energía y el rol del gas natural

Del total de emisiones mundiales de GEI, cerca del 25 % son causadas por la generación eléctrica, siendo este el principal emisor por sectores. Como resultado del proceso de transición energética iniciado, sobre todo, en los países desarrollados (ver el capítulo 5), se han logrado mejoras en la eficiencia y reducción de los costos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables, principalmente en energía solar y eólica. El gráfico 2.16 muestra la evolución del costo unitario de energías renovables y del precio de

las baterías de litio para vehículos eléctricos desde 2000 a 2020. Se puede observar que, en 20 años, el costo de la energía solar se ha reducido drásticamente, con avances también en la energía eólica terrestre, mientras que el costo de las baterías recargables de litio (Li-ion), utilizadas para el almacenamiento de la energía eléctrica, se ha reducido más de 10 veces. Estas rápidas mejoras están haciendo más accesible la instalación y almacenamiento de la electricidad, facilitando el acceso a esta tecnología.

## Gráfico 2.16

Costo unitario de energías renovables y baterías en el período 2000-2020



**Nota:** El gráfico presenta la evolución de los costos unitarios en USD a valor del 2020 por megavatio-hora (USD/MWh), para las energías solar (panel A) y eólica (panel B), así como para las baterías de litio (panel C) en el período indicado. Las áreas grises representan el rango entre el percentil 5 y 95 para cada año. Para más información metodológica, puede consultarse IPCC (2022b).

**Fuente:** Elaboración propia con base en IPCC (2022b).

● ●

**La energía solar y la eólica presentan una gran oportunidad para la región. No sólo por la reducción en emisiones, sino por su costo marginal casi nulo y su externalidad positiva en la calidad del aire**

La energía solar y la eólica se presentan como una gran oportunidad para la región por diversas razones, además de las reducciones en las emisiones. La primera ventaja de estas tecnologías es la eficiencia en la generación de electricidad. El costo marginal de producción de electricidad solar y eólica es cercano a cero, debido a que no utilizan combustibles como insumo y requieren poco mantenimiento (Craig y Brancucci, 2021). Una segunda ventaja es el hecho de que estas tecnologías verdes, además de no emitir gases de efecto

invernadero, tampoco crean polución en el aire, por lo que su instalación tiene una externalidad positiva en la calidad del aire.

Existen dos alternativas para la generación eléctrica con energía solar. La primera es la generación distribuida mediante la instalación de paneles solares y generadores en casas, edificios, estacionamientos, granjas de pequeñas extensiones, etc. La segunda alternativa son los parques solares, los cuales requieren mayores extensiones de tierra, pero abastecen a un número mayor de usuarios. En América Latina y el Caribe, existen carencias en el acceso a la energía y la estabilidad del suministro eléctrico en zonas rurales, así como en infraestructura de distribución y transmisión eléctrica. Una de las ventajas de la generación distribuida es que permite que parte de la transición a energías limpias no requiera de grandes inversiones en parques solares y eólicos de gran escala ni en grandes sistemas de transmisión, evitando la

utilización de amplias parcelas de tierras productivas y permitiendo el acceso a la electricidad en zonas rurales. Por su parte, los parques solares y las granjas eólicas tienen, en algunos casos, problemas de regulaciones exigentes y litigaciones emprendidas por grupos ambientalistas debido a los daños locales a la fauna. Los sistemas solares distribuidos son más eficientes en términos de pérdidas de energía en la generación, transmisión y distribución, permiten autonomía a los usuarios y su instalación es rápida. Otra de las características de la generación distribuida es que aumenta el valor de la propiedad (Adomatis et al., 2015; Adomatis y Hoen, 2015), por lo que parte del costo de instalación se traslada parcialmente al valor del inmueble. Lo contrario ocurre con las granjas de paneles solares, que, como muestran algunos estudios, devalúan el precio de las propiedades cercanas (Dröes y Koster, 2021; Gaur y Lang, 2020).

La transición a energías renovables permitiría a los países importadores netos de hidrocarburos reducir su dependencia de los combustibles fósiles. La cooperación regional y la inversión en tecnologías que minimicen esa dependencia ayudaría a la región a escudarse de la variabilidad de los mercados de combustibles fósiles, asegurando el abastecimiento interno. La transición energética, además, mejoraría la resiliencia y suficiencia energética de los países, reduciendo la dependencia de las importaciones y protegiendo a sus economías de la volatilidad de los precios de la energía. El efecto que la guerra Rusia-Ucrania tuvo en el precio de los combustibles fósiles y, consecuentemente, en los niveles generales de precios a nivel mundial es un ejemplo de la ventaja con la que contaría la región en caso de disponer de una matriz energética renovable. El recuadro 2.4 discute el potencial de generación de las energías renovables y los desafíos que enfrenta.

Si bien estas tecnologías renovables resultan más accesibles e incluso más eficientes que los combustibles fósiles, una transición energética completa en el sector eléctrico de América Latina y el Caribe en el corto plazo implicaría un gran esfuerzo de inversión en infraestructura e incluso de cooperación regional para el comercio de energía eléctrica<sup>26</sup>. Moksnes et al. (2019) exploran 324 proyectos de inversión en infraestructura eléctrica para Sudamérica y muestran

que el costo total descontado ronda entre el 0,9 % y el 1,9 % del PIB de la región y que los escenarios con mayor frecuencia se encuentran en el margen inferior de este rango. Cabe destacar que estimaciones de Rozenberg y Fay (2019) indican que, a nivel global, los costos de inversión en infraestructura en el sector de generación eléctrica en un escenario de bajas emisiones (1 %-3 % del PIB) comparadas con un escenario manteniendo el *status quo* (0,9 %-2,4 % del PIB) son similares.



## **La transición a energías renovables permitiría a los países importadores netos de combustibles fósiles reducir la dependencia que tienen de estos productos**

Otra consecuencia de la migración a una matriz eléctrica verde son los activos varados, como los yacimientos de gas y petróleo, así como la infraestructura instalada para su extracción. Los cuadros 2.2 y 2.3 muestran las reservas de hidrocarburos probadas y los recursos técnicamente recuperables. De estas, las reservas de gas son las que se espera que sean explotadas durante más tiempo, mientras que las de carbón serían las primeras en las que cesaría la actividad. Si bien algunas estimaciones preliminares indican que la transición energética podría generar empleos netos (CEPAL et al., 2023; Saget et al., 2020), en el corto plazo, la relocalización de los trabajadores de la industria de combustibles fósiles será costosa y requerirá del apoyo de políticas de reentrenamiento laboral y protección social. Finalmente, los países productores de hidrocarburos sufrirían un gran costo fiscal de la adopción de tecnologías limpias. Esto refuerza la necesidad de que la transición sea progresiva en el tiempo y que los países productores de hidrocarburos migren primero hacia una matriz energética basada en el gas natural y las fuentes renovables, utilizando la infraestructura que ya poseen para la extracción y comercialización de gas natural.

26 El trabajo de Airaud et al. (2022) propone un modelo para investigar la dinámica inflacionaria que podría generarse durante la transición verde.

## Recuadro 2.4

### Generación de energía verde

El Sexto Informe de Evaluación del IPCC remarcó la viabilidad técnica de la transición energética a una matriz con emisiones netas cero, incluso si no están disponibles ciertas tecnologías, como la nuclear o la de captura de carbono. Estas estimaciones se basan en modelos de evaluación integrada (MEI). En el mismo sentido, existe literatura especializada en la capacidad y potencial de generación eléctrica mediante energías renovables que destacan también la posibilidad de afrontar toda la demanda actual e incluso la proyectada utilizando únicamente energías renovables.

Edenhofer et al. (2011), en un informe para el IPCC, reportan el potencial técnico en un metaanálisis para energías renovables en el que muestran que ese potencial excede la demanda actual. Deng et al. (2015) estiman el potencial de generación energética por generación solar y eólica a nivel mundial y concluyen que, incluso en sus escenarios de menor generación, sería superior a la demanda proyectada para 2070. Los cálculos de Molnár et al. (2022) sobre el potencial de generación eléctrica por instalación de paneles solares en azoteas de edificios residenciales indican que dicho potencial es enorme y satisfaría la mayor parte de la demanda local de electricidad y que esta capacidad podría incluso duplicarse para 2060. Los autores destacan que, en América Latina, la construcción de nuevos edificios con diseños que consideran la instalación de paneles es una de las principales posibilidades para las próximas décadas. Sin embargo, todos estos documentos enfatizan la importancia de la inversión en infraestructura de distribución, transmisión y almacenamiento para alcanzar este potencial, dado que la actual infraestructura no es suficiente, especialmente en los escenarios con mayor coordinación regional.

Una matriz eléctrica limpia enfrenta el desafío de la posible intermitencia en la generación, principalmente por la actual falta de almacenamiento a gran escala y a costos competitivos y la escasa inversión en transmisión, no solo a nivel país, sino también a nivel regional. Otro desafío es la insuficiente infraestructura para conectar las fuentes renovables con zonas de consumo lejanas y para una interconexión regional. Mientras se desarrollan sistemas de almacenamiento más eficientes, es necesario que los sistemas energéticos sean flexibles, de manera que permitan satisfacer la demanda con múltiples fuentes y hacer frente a la posible carencia de generación en alguna de ellas en momentos específicos. Un buen balance entre fuentes renovables y gas natural, unido a una coordinación regional, que requeriría una gran inversión en líneas de transmisión entre los países, ofrecerían una matriz regional limpia y un correcto abastecimiento.

Hay dos desafíos importantes que no son considerados en estos estudios. El primero tiene que ver con el manejo de los desechos generados por el reemplazo de los paneles solares, las turbinas eólicas y las baterías. En el caso de las turbinas, la mayor parte de sus componentes pueden ser reciclados, mientras que en el caso de las baterías existen ciertas iniciativas de reciclaje. Sin embargo, aún no hay soluciones integrales para el reciclaje de todos esos desechos, siendo los residuos por los paneles solares los que presentan un mayor desafío en la actualidad. El segundo desafío está relacionado con los minerales necesarios para la transición a una matriz eléctrica limpia. La gran demanda mundial de estos metales, tanto para baterías como para vehículos eléctricos y para la transmisión de energía eléctrica, puede provocar una escasez de oferta y un consecuente aumento en el precio de estos componentes vitales para la transición energética.

## Cuadro 2.2

### Reservas de hidrocarburos probadas

País	Petróleo (millones de barriles) Año 2021	Carbón (millones de m <sup>3</sup> ) Año 2019	Gas natural (millones de m <sup>3</sup> ) Año 2021
Argentina	2.482	500	396.464
Barbados	2	0	113
Bolivia	240	1	30.299
Brasil	12.714	7	363.984
Chile	150	1	97.976
Colombia	2.036	5	87.782
Ecuador	8.273	24	10.902
México	5.786	1	180.321
Perú	858	102	300.158
Trinidad y Tobago	243	0	298.063
Venezuela	303.806	731	5.673.894
Total	336.590	15	7.712.647

**Nota:** El cuadro muestra las reservas para los países con información disponible.

**Fuente:** Hancevic et al. (2023).

## Cuadro 2.3

### Recursos técnicamente recuperables de gas de esquisto y petróleo de baja permeabilidad en 2015

País	Gas (billones de pies cúbicos)	Petróleo (miles de millones de barriles)
Argentina	801,5	27
Bolivia	36,4	0,6
Brasil	244,9	5,3
Chile	48,5	2,3
Colombia	54,7	6,8
México	545,2	131
Paraguay	75,3	3,7
Uruguay	4,6	0,6
Venezuela	167,3	13,4

**Nota:** Tres países de ALC se ubican entre los diez primeros a nivel mundial por sus reservas de gas de esquisto: Argentina (4), Venezuela (7) y México (8). En cuanto a las reservas de petróleo de baja permeabilidad, tres países se ubican también entre los diez primeros: Argentina (2), México (6) y Brasil (10).

**Fuente:** Hancevic et al. (2023).



América Latina y el Caribe cuenta con grandes reservas de gas natural, cercanas al 4 % de las reservas mundiales, con una gran concentración en Venezuela, donde se encuentra el 75 % de las existentes en la región (Di Sbroiavacca et al., 2019). El gas natural es el combustible fósil cuya quema produce menos CO<sub>2</sub>, siendo el factor de emisión de toneladas de CO<sub>2</sub> por MWh cercano a la mitad de las emisiones del carbón. Además, es una fuente de energía flexible y versátil, que puede utilizarse en diferentes sectores, como la generación eléctrica, la industria, el transporte y la calefacción. Su bajo costo y amplia disponibilidad en la región lo hacen especialmente adecuado durante la transición energética para países con altos niveles de demanda energética y limitados recursos financieros para invertir en energías renovables.

Por otra parte, el gas natural también puede actuar como una fuente complementaria a las energías renovables intermitentes, como la solar o la eólica, ya que puede utilizarse para generar energía cuando estas fuentes no están disponibles o son insuficientes para cubrir la demanda. Esto permite una mayor integración de las energías renovables en la matriz energética, reduciendo así la dependencia de los combustibles fósiles más contaminantes. En este sentido, algunos países de la región han comenzado a implementar políticas y programas para fomentar el uso del gas natural en la transición energética. Por ejemplo, Argentina ha lanzado un plan para desarrollar la infraestructura de gas natural y aumentar su participación en la matriz energética, mientras que

Colombia ha establecido incentivos para la conversión de vehículos a gas natural y la utilización de gas en la generación de energía.



### **El gas natural puede actuar como una fuente complementaria a las energías renovables, utilizándose para generar energía cuando estas fuentes no están disponibles o son insuficientes**

Es importante que la inversión en gas natural no quite recursos de inversión en tecnologías no contaminantes. Primero, porque la generación eléctrica con tecnologías limpias es actualmente más eficiente que el gas natural, además de menos contaminante; y segundo, porque cualquier inversión en infraestructura no se amortizaría en el corto plazo, por lo que se correría el riesgo de pasar a ser un gran activo varado en el mediano plazo o generaría un compromiso de utilización de esa infraestructura en el mediano plazo, originando indirectamente un compromiso de emisiones por generación eléctrica basada en gas natural. En ese mismo sentido, nuevos contratos de explotación con derechos de largo plazo provocarían la misma amenaza. Finalmente, la transición hacia una matriz basada en energías renovables y gas natural ofrecería incluso una oportunidad para comerciar este combustible con otras regiones, como, por ejemplo, Europa.

## **Transporte: electrificación y movilidad sustentable**

Hay tres canales para reducir las emisiones del sector: mejoras técnicas en los motores de combustión interna, la electrificación de la flota vehicular y la promoción del transporte público y de formas de movilidad no contaminantes. McKinsey & Company (2013) estiman que mejoras técnicas ya disponibles para motores de combustión interna son superiores en términos de costo-efectividad con respecto a los vehículos eléctricos e híbridos. Si bien esta alternativa no permitiría la descarbonización del sector del transporte, en el corto plazo resulta una alternativa más eficiente que la migración a una flota de transporte totalmente eléctrica.

La transición hacia una flota vehicular eléctrica implica una costosa inversión en infraestructura. Aún no hay en funcionamiento terminales de carga rápida que sustituyan las actuales estaciones de servicio y carga de combustible y, en general, esto impide que los vehículos eléctricos viajen largas distancias en América Latina y el Caribe. Sin embargo, se debe destacar que el sector se encuentra en plena evolución, por lo que, en el corto o mediano plazo, tanto las diferencias tecnológicas como de costos podrían no ser una limitación. Un ejemplo de avance del lado económico es la disminución del 85 % en el costo de las baterías de litio entre 2000 y 2019 (IPCC, 2022a).

Respecto a la tecnología, información de la Agencia de Protección del Medioambiente de Estados Unidos, con cifras actualizadas al 15 de noviembre de 2022, indica que los vehículos eléctricos que se comercializan en ese país viajan en promedio hasta 160 km con una carga completa y requieren 8 horas para recargar completamente el vehículo (EPA, 2023). Cuando se mira únicamente a los modelos más recientes, como los de autos eléctricos de 2021, el rango medio de autonomía es bastante mayor, próximo a los 400 km. Sin embargo, el rango medio de autonomía de los vehículos a gasolina es cercano a los 650 km (U.S. Department of Energy, 2023).

A todo ello se adicionan los problemas de costos para los usuarios. Si bien estos han disminuido drásticamente en los últimos años y han surgido nuevos modelos más económicos, en promedio los vehículos eléctricos de mayor demanda, tanto de carga como comerciales, son comparativamente más caros que los de combustión de características similares y la oferta existente de los primeros es mucho menor. A su vez, la autonomía y velocidad promedio de los vehículos eléctricos aún distan de las que alcanzan los vehículos de combustión interna, lo que resulta en una limitada oferta de vehículos que satisfaga las necesidades de los consumidores. Otra diferencia de los vehículos eléctricos respecto a los de combustión interna es su mayor peso, explicado principalmente por las baterías.

Finalmente, la demanda de metales como el litio, el níquel y el cobalto, que son clave para la producción de baterías, puede no ser satisfecha (Bloomberg-NEF, 2022), lo que impediría la rápida adopción de vehículos eléctricos proyectada. Este obstáculo podría tener efectos en los precios, demorando aún más la adopción en América Latina y el Caribe. Los vehículos pesados o de carga a gas natural pueden ser una alternativa que permitiría la explotación de este recurso y la adopción de una tecnología con menores emisiones en un sector de altas emisiones. Otra alternativa para la sustitución del transporte de carga con vehículos a combustibles fósiles, es la utilización de trenes de carga. Sin embargo, su electrificación requiere de una mayor inversión en infraestructura, una alta densidad de tráfico para ser viables comercialmente y una provisión constante y

segura de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables para garantizar su operación continua (Lawrence y Bullock, 2022).

La migración a una flota vehicular totalmente eléctrica debería ser un objetivo de mediano-largo plazo de la región, dado el alto costo que implicaría en el corto plazo. En lo inmediato, existen tres políticas que reducirían el uso de combustibles fósiles en el transporte y tendrían importantes externalidades positivas, principalmente en ciudades con altas densidades de población: la primera, es la inversión en un transporte público eficiente, accesible e idealmente eléctrico<sup>27</sup>; segundo, el incentivo al uso de medios de transporte no contaminante, como las bicicletas, mediante la construcción de ciclovías y la oferta de bicicletas públicas, o la construcción de vías peatonales para que la población pueda caminar libre de tránsito; y, finalmente, la implementación de zonas de baja emisión, que limitan el tránsito en determinadas áreas y horarios (Barahona et al., 2020; Galdón-Sánchez et al., 2022). Si bien las reducciones en emisiones serían significativamente menores que las que supondría una reducción de emisiones en carreteras, estas son un ejemplo de políticas no solo con externalidades positivas, sino también con costos significativamente menores. En cuanto a las principales externalidades positivas que se derivarían de estas políticas, se destacan, primero, la reducción en el tránsito en la ciudad, lo que disminuiría la duración de los viajes intraurbanos, uno de los temas más discutidos en áreas con altas densidades poblacionales, como son las principales ciudades de América Latina y el Caribe; y segundo, la reducción en emisiones de partículas contaminantes que emiten los vehículos al quemar combustible. Estas partículas tienen documentados efectos en la salud (Bishop et al., 2018; Di et al., 2017; Krewski et al., 2009; Lepeule et al., 2012; Wu et al., 2020), tanto en el desarrollo o agudizamiento de condiciones respiratorias (p. ej., asma o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica) como el desarrollo del síndrome de demencia, y con un aumento de la mortalidad.

27 Ver el recuadro 2.5 que describe una iniciativa de electrificación del transporte público en la región.



## La migración a una flota vehicular totalmente eléctrica debería ser un objetivo de mediano-largo plazo de la región, dado el alto costo que implicaría en el corto plazo

Aunque estas políticas implicarían inversiones menores que la instalación de parques de carga para vehículos eléctricos a nivel nacional, la región presenta problemáticas en cuanto al transporte público y los medios de transporte no contaminante que debería abordar. Con respecto al transporte público, la mala conectividad, la baja frecuencia, el alto costo, la calidad de los vehículos y el amontonamiento

de pasajeros en horas pico desincentivan su uso y desplazan a los usuarios hacia los vehículos particulares, generando mayores emisiones, más tráfico y tiempos más largos para recorrer las mismas distancias (Daude et al., 2017; Rivas et al., 2019). En cuanto a los medios de transporte no contaminantes, como las ciclovías y las vías peatonales, uno de los factores que desincentiva su uso en la región es la inseguridad. Por ello, la inversión necesaria va más allá del gasto en la construcción de vías peatonales o para bicicletas; también es preciso la inversión en iluminación para las calles, señalizaciones y la instalación de cámaras de seguridad (Alcántara de Vasconcellos, 2019). A su vez, se requieren espacios de estacionamiento de bicicletas que sean seguros dada la facilidad del hurto de las partes.

### Recuadro 2.5

#### Electrificación del transporte público en América Latina

En octubre de 2022, CAF aprobó el programa “E-Motion”, con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (FVC), para promover el transporte de bajas emisiones en Panamá, Paraguay y Uruguay. El programa financiará la adopción de autobuses eléctricos a gran escala, el desarrollo de infraestructura de carga rápida y la implementación de vehículos comerciales eléctricos ligeros.

Los países del programa han incluido dentro de sus CDN metas específicas para reducir las emisiones del sector del transporte. Por ejemplo, Paraguay se propuso reducir el 20 % del consumo de combustibles fósiles para 2030. Panamá estableció en 2019 una Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, con el objetivo de electrificar entre el 25 % y el 50 % de la flota de transporte público para 2030. En la misma línea, la primera CDN de Uruguay estableció metas cuantitativas para impulsar la electromovilidad para 2025, las cuales buscan la adopción de autobuses eléctricos y el establecimiento de estaciones de carga eléctricas a lo largo de sus rutas principales. Estos países también cuentan con una amplia capacidad de generación eléctrica proveniente de energías limpias, por lo que la promoción de la electrificación del transporte podría mitigar las emisiones de GEI a un ritmo más alto que en otros contextos.

Las evaluaciones de diagnóstico del programa han identificado que el transporte en los países atendidos se encuentra atomizado y presenta problemas en la calidad y seguridad de los servicios. En consecuencia, la iniciativa busca acelerar la reconversión del sector, ofreciendo préstamos concesionales para la renovación de la flota pública de autobuses y brindando asistencia técnica a los actores clave del sector a fin de promover un nuevo modelo de negocios que separe la propiedad de los activos, las instituciones concesionarias que proveen el servicio y las entidades de gestión y administración. El impacto esperado del proyecto es una reducción total de las emisiones de GEI de 3,3 MtCO<sub>2</sub>eq durante su vida útil de 25 años. Además, se espera que se ahorren costos relacionados con el consumo de energía, la contaminación y los efectos externos del calentamiento global por un monto de USD 40 millones.

## Soluciones del lado de la demanda

Al comienzo de este apartado se señala que una de las principales acciones que los hogares o empresas pueden adoptar es la generación distribuida o la instalación de paneles solares en hogares y edificios. Sin embargo, esta no es la única medida que podría lograr reducciones significativas de las emisiones. Dos de las acciones con mayor potencial están vinculadas a la eficiencia energética, como lo es el consumo responsable de energía y la utilización de electrodomésticos de bajo consumo energético, incluidos los aparatos para calefacción. La AIE estima que, entre 2000 y 2017, las acciones vinculadas a la eficiencia energética posibilitaron que el consumo energético global fuera un 12 % menor al estimado para ese período (AIE, 2022a). Zehner (2012) muestra que el estado de California (Estados Unidos) comenzó a implementar medidas para promover la eficiencia energética desde mediados de 1975, logrando que el consumo energético per cápita a nivel estatal se mantuviera constante durante un período en el cual, a nivel nacional, se duplicó.

En América Latina y el Caribe, el 75 % del consumo de electricidad de las viviendas se divide entre refrigeración de alimentos, iluminación y acondicionamiento ambiental, según un reporte del Banco Interamericano de Desarrollo (Urteaga y Hallack, 2021). La emisión por este consumo puede disminuir mediante, primero, la utilización de electrodomésticos eficientes, como refrigeradores de alta eficiencia energética (bajo consumo energético), lámparas LED y aires acondicionados modernos y de alta eficiencia energética, y segundo, el consumo responsable, es decir, el ajuste de la temperatura del refrigerador a la necesaria, evitando el uso innecesario del mismo, el aprovechamiento de la iluminación natural durante el día, el apagado de luces en habitaciones que no se usan, el uso de la ventilación natural, la regulación de la temperatura de los aires acondicionados y la no utilización de estos en espacios vacíos. El mismo reporte estima que los ahorros por la sustitución de estos electrodomésticos pueden alcanzar hasta un 40 % del consumo de cada equipo y que el costo estimado de reemplazar los refrigeradores de los principales mercados latinoamericanos podría ser de USD 7 billones. Finalmente, un mejor aislamiento térmico del hogar podría incrementar el ahorro de las políticas ya mencionadas en un 15 %.

En cuanto al transporte, además del uso de vehículos eléctricos, existen tres acciones que, en los casos en que puedan ser adoptadas, lograrían reducir las emisiones. La primera es la movilidad activa, que se define como realizar recorridos caminando, en bicicleta o vehículos similares, en lugar de utilizar el automóvil. Esta acción es principalmente viable en distancias cortas y en ciudades que cuenten con la infraestructura adecuada, como veredas en buen estado, ciclovías, calles de uso restringido para peatones, etc. La segunda acción es complementaria a la anterior y es el uso del transporte público, acción que fue mencionada en el apartado anterior y la cual podría implementarse en distancias en las cuales caminar o utilizar bicicletas no sea viable. Finalmente, tanto las empresas como los trabajadores deberían considerar el teletrabajo, en caso de que esta opción sea viable y no afecte su proceso productivo. La AIE (2020a) estima que, a nivel global, el 60 % de los viajes en automóvil cubren distancias inferiores a los 10 km y solo el 5 % de esos desplazamientos son de al menos 50 km. Los autores estiman que, si el 50 % de los viajes de 5 km de distancia o menos se reemplazaran por alternativas no contaminantes, se podrían evitar emisiones de 130 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (MtCO<sub>2</sub>), que equivalen aproximadamente a un 2 % de las emisiones globales del transporte por carretera.

Una medida relacionada con el consumo responsable es la utilización de temporizadores, aparatos externos al electrodoméstico que permite el encendido o apagado automático de este, o incluso la utilización de electrodomésticos inteligentes, algunos de los cuales tienen incluida la opción de apagado y encendido automático o ser controlados a través del teléfono celular. Los medidores eléctricos inteligentes pueden programar el consumo de electricidad, lo que permite también que la electricidad sea utilizada cuando está disponible en abundancia, reduciendo el consumo cuando las energías renovables más volátiles son escasas.

El trabajo de van Sluisveld et al. (2016) incluye medidas del lado de la demanda en un modelo de evaluación integrada y estiman que dichas medidas en el sector del transporte podrían reducir las emisiones en un 35 % y a nivel residencial, en un 13 %. La AIE (2020a) calcula que las soluciones del lado de la

demanda podrían implicar reducciones de 2 GtCO<sub>2</sub> en 2030, siendo cerca de la mitad de estas reducciones por el lado del transporte por carretera y un cuarto gracias a la reducción de los vuelos de larga distancia, destacando también las disminuciones por los comportamientos en el hogar, principalmente por un descenso en el uso de electrodomésticos de acondicionamiento térmico en las viviendas.

Para cerrar este subapartado, se debe resaltar que una de las principales limitaciones para la adopción de medidas de eficiencia energética por parte de los hogares es el factor económico, seguido por un factor de educación o conocimientos (Andrews-Speed y Ma, 2016; Wolske y Stern, 2018). Gobiernos nacionales y subnacionales han buscado fomentar la adopción de tecnologías que promuevan la eficiencia energética mediante subsidios a la compra. En América Latina y el Caribe existen casos de beneficios para la compra de autos eléctricos, instalación de paneles solares y compras de electrodomésticos de alta eficiencia

energética. Sin embargo, retomando la discusión sobre desigualdad mencionada anteriormente, estos subsidios son en general altamente regresivos, debido a que son principalmente los hogares de clase media o alta los que cuentan con recursos suficientes para comprar este tipo de bienes. Como ejemplo, Borenstein y Davis (2016) muestran que, en Estados Unidos, el 60 % más pobre de la población ha recibido cerca del 10 % de los créditos al impuesto sobre la renta para inversiones en energías limpias, mientras que el quintil superior recibió cerca del 60 % de estos créditos, y resaltan que estos créditos pueden ser incluso más regresivos que los impuestos al carbono sin políticas redistributivas. No solo estos subsidios son altamente regresivos, sino que, a su vez, existe evidencia de que no suelen generar nueva demanda. Xing et al. (2021) estiman, con datos para Estados Unidos, que el 70 % de los subsidios federales fueron utilizados en compras que se habrían realizado incluso sin la existencia de esa ayuda.

## Adaptación en el sector energético

El cambio climático está asociado a múltiples impactos en el sector energético. Los principales ejemplos son cambios en las estaciones, lo que modifica las demandas de energía para calefacción y aire acondicionado; reducciones de la eficiencia en la generación de electricidad por sobrecalentamiento o daños en la infraestructura por eventos extremos; problemas de generación hidroeléctrica por estrés hídrico; daños a carreteras, aumentando los tiempos de transporte y la necesidad de inversión en infraestructura vial; y interrupciones en los sistemas o la infraestructura de transmisión y distribución. Estos potenciales daños a la infraestructura, a su vez, potenciarían sus actuales carencias y la necesidad de inversión en ella, y serían un potencial elemento de interrupción del acceso a la energía eléctrica, agravando la problemática de seguridad energética.

Gran parte de la infraestructura actual en el sector energético de la región no fue construida o diseñada para las condiciones climáticas que se prevén para mediados de siglo. Es de gran importancia, por lo tanto, que los nuevos proyectos de infraestructura en el sector tengan en cuenta el factor climático. A

su vez, las líneas de transmisión eléctrica se encuentran mayormente al aire libre, por lo que están más expuestas a las amenazas climáticas. Las altas temperaturas también alteran la efectividad de las líneas transmisoras y conllevan un riesgo de cortocircuito en zonas con presencia de árboles. Una solución a este problema es la construcción de líneas de transmisión subterráneas. Sin embargo, en regiones donde se esperen mayores temperaturas y precipitaciones, se puede anticipar un crecimiento de la vegetación que podría afectar las líneas subterráneas, factor que debe considerarse en su diseño. Esta solución es costosa, dado que implica el reemplazo de todas las líneas de transmisión no subterráneas, pero puede ser de vital importancia para aquellas regiones en las que se espere mayor frecuencia de eventos extremos. Sathaye et al. (2011) muestran que el potencial energético de las plantas de gas natural podría reducirse entre el 0,7 % y el 1 % por cada grado que aumente la temperatura por encima de los 15°C, mientras que Dowling (2013) muestra que los cambios en eficiencia serían del 0,17 % para las plantas a carbón, el 0,24 % para las plantas a gas y el 0,27 % para las de ciclo combinado.



## La infraestructura del sector energético de la región no fue diseñada para enfrentar las condiciones climáticas actuales y futuras. Los nuevos proyectos de infraestructura deberán contemplar el factor climático

No solo las líneas de transmisión se encuentran amenazadas, sino también el propio sistema de generación eléctrica. Las temperaturas más altas reducen la eficiencia en la generación eléctrica de centrales termoeléctricas y nucleares en tanto que aumentan la necesidad de agua para el enfriamiento y el riesgo de paralización de las operaciones. La reducción en la frecuencia de lluvias aumenta también los requerimientos de agua para enfriamiento y reduce su disponibilidad, mientras que los eventos extremos amenazan la infraestructura de estas plantas y su conexión con las redes de distribución. Se deberían tener en cuenta todas estas consideraciones al escoger los sitios de instalación de nuevas plantas termoeléctricas y realizar un esfuerzo mayor de mantenimiento para que la actual infraestructura pueda hacer frente a los eventos esperados. A modo de ejemplo, en un plazo de solo tres semanas, entre agosto y septiembre de 2008, las islas del Caribe sufrieron extensos daños por los impactos de los huracanes Gustav, Hanna e Ike. Se estima que este último dañó o destruyó cerca del 95 % de los edificios en las islas Turcas y Caicos y causó daños severos en las plataformas de petróleo y gas del golfo de México. Los huracanes Rita y Katrina en 2005 destruyeron 115 plataformas y 180 tuberías, con daños a la industria estimados por encima de USD 15.000 millones (Contreras-Lisperguer y de Cuba, 2008).

Las energías renovables no están exentas de estos riesgos. Las represas para generación de energía hidroeléctrica, excepto contados casos, fueron instaladas a mediados o fines del siglo pasado, por lo que la mayoría no fue diseñada considerando las amenazas que presenta el cambio climático.

La principal amenaza para las terminales hidroeléctricas, fuera de los eventos extremos, son los cambios en las precipitaciones. Excesos en las precipitaciones pueden generar daños en los muros de las represas y en las turbinas y causar inundaciones, mientras que la

disminución de las precipitaciones limita la capacidad de generación eléctrica. A su vez, los cambios y la variabilidad de las temporadas de lluvia pueden ocasionar excesos y escasez en la generación que afecten la calidad del servicio. Yalew et al. (2020) muestran que el potencial energético de las instalaciones hidroeléctricas de América Latina y el Caribe puede reducirse en casi el 20 % por los impactos del cambio climático, principalmente por el estrés hídrico. Las inversiones necesarias para evitar estos daños se centran en mejorar la predicción de eventos climáticos, aumentar la capacidad de acumulación de agua, mejorar las turbinas, ajustar las frecuencias de liberación de agua y retirar los escombros generados luego de tormentas o vientos fuertes.

En el caso de la energía solar y eólica, la situación es distinta. La instalación más reciente de estas plantas implica que deberían contemplarse los riesgos ya mencionados en su diseño. El principal riesgo meteorológico para la generación de energía eólica son las condiciones de vientos extremadamente fuertes y la variabilidad en los períodos de ventisca. Los vientos fuertes pueden dañar la infraestructura de las turbinas, mientras que la variabilidad afecta la generación eléctrica. Estos riesgos deben ser considerados al momento de decidir dónde instalar los molinos. Otra posible medida de adaptación es la mejora de los servicios meteorológicos para predecir estos eventos.

Finalmente, los mayores riesgos para la energía solar son los aumentos en las nubosidades y en la humedad en el aire. Estos riesgos, que disminuyen la capacidad de generación y conversión eléctrica, pueden ser mitigados parcialmente aumentando la capacidad de utilización de luz difusa por parte de los paneles solares e invirtiendo en capacidad de almacenamiento.

Cabe destacar que estas tres tecnologías renovables utilizan distintos recursos medioambientales y sufren amenazas climáticas distintas. Por ello, una matriz de generación eléctrica que cuente con las tres tecnologías reduce la probabilidad de que todas se vean afectadas simultáneamente. Sin embargo, como ya fuera mencionado, estas políticas requieren inversiones importantes en una región con bajas tasas de ahorro.

# Adaptación y mitigación en otros sectores económicos

## Industria: sostenibilidad mediante reciclaje y reducciones en la demanda

Las emisiones principales de la industria proceden de los desechos industriales, seguidas por la manufactura de sustancias químicas, la extracción y producción de metales, el proceso del cemento, el acero y el aluminio y, principalmente, su utilización de energía.

En el caso de la manufactura de químicos, la producción de amoníaco causa la mayor parte de las emisiones de CO<sub>2</sub>. El amoníaco, principalmente utilizado en la agricultura, tiene efectos negativos en la salud humana, contribuye a la acidificación del suelo y el agua, así como a la emisión de óxido nitroso. El amoníaco es utilizado en fertilizantes, pero también en la producción de farmacéuticos, plásticos, textiles y hasta explosivos. Por lo tanto, la principal forma de mitigar las emisiones de este compuesto sería del lado de la demanda, reduciendo el uso de fertilizantes con alto contenido de amoníaco en la agricultura y la demanda de productos manufacturados que lo utilicen, como, por ejemplo, el plástico.

El plástico es, además, un gran contaminante para el medioambiente, dado que su proceso de descomposición es de entre 100 y 1000 años. A su vez, la tasa global de reciclaje de los plásticos es cercana al 10 %, por lo que el 90 % del plástico se desecha y se reemplaza. Geyer et al. (2017) muestran que el crecimiento en la producción de plástico en los últimos 70 años es del 8,4 %, lo que representa casi 2,5 veces el crecimiento del PIB global y se prevé que se mantenga por encima del 3 % anual en los próximos años.

El proceso para la producción de plástico, además de amoníaco, requiere petróleo y es intensivo en el uso de energía eléctrica, por lo que tiene una elevada huella de carbono. Como ocurre con el amoníaco, las principales políticas de reducción de emisiones son aquellas que fomentan la reducción en la demanda de bienes con alto contenido de plásticos.

En cuanto a los metales, las principales emisiones vienen por la producción de acero, aluminio y hierro. Las tasas de reciclaje de los metales son mucho más altas que las del plástico. Para el acero esta tasa es cercana al 40 %, para el hierro de casi el 50 % y para el aluminio próxima al 35 %. Igualmente, existe margen de mejora para estos porcentajes, lo que permitiría reducir las emisiones en la producción de estos metales.

En el caso del acero, la utilización de hidrógeno basado en fuentes libres de carbono puede lograr que la producción de este metal sea cercana a CO<sub>2</sub> neutral (Vogl et al., 2018). El principal desafío para el uso del hidrógeno verde es su distribución, lo cual requiere gasoductos adecuados y puede hacer que su utilización no sea viable en muchos casos. Para el hierro, el método de fabricación de electrólisis del óxido fundido también promete un escenario de casi neutralidad si la electricidad utilizada es generada a partir de fuentes limpias.

Finalmente, en el caso del cemento existen escasas opciones de mitigación. Una de las políticas que podría lograr la neutralidad en el proceso productivo es la captura y almacenaje de carbono. Sin embargo, actualmente esta opción tiene costos muy altos, lo que puede hacerla mayormente inviable. Existen alternativas al cemento convencional, como el cemento ecológico o cemento verde, que tiene al menos un componente hecho de residuos, un proceso de producción que no daña el medio ambiente, tiene un alto rendimiento y sostenibilidad del ciclo de vida. Algunas de las limitaciones a la utilización de este insumo es la existencia de códigos de construcción que restringen indirectamente su utilización, la dificultad en el cambio de prácticas en la construcción (tradicción) y la mayor necesidad de conocimientos técnicos específicos y habilidades.

## Turismo: sostenibilidad mediante la preservación de los ecosistemas

Las emisiones del sector turístico provienen esencialmente del consumo de electricidad y de combustibles, principalmente por el transporte. En el caso de América Central y el Caribe, las mayores amenazas que afronta el turismo son el impacto de esta actividad en el medioambiente y los impactos que se esperan por el cambio climático. Entre ellos se destacan la pérdida de biodiversidad, el aumento de las temperaturas medias y la mayor frecuencia de eventos extremos.

### ● ● Las mayores amenazas que afronta el turismo en la región son los impactos que se esperan por el cambio climático, como la pérdida de biodiversidad, el aumento de las temperaturas medias y la mayor frecuencia de eventos extremos

Una de las atracciones principales del turismo en el Caribe y algunos países de América Latina es el clima. La estabilidad del clima cálido y de las temporadas de lluvias, junto con la biodiversidad y las playas de la región, son responsables de un flujo constante de visitantes. Sin embargo, los huracanes y tormentas son eventos disuasivos a la hora de elegir los destinos turísticos.

Además de las temperaturas y la estabilidad del clima, la biodiversidad de la región es uno de los grandes atractivos para el turismo y esta se encuentra en peligro (ver el capítulo 3). La creciente demanda de agua deteriora la calidad del recurso y aumenta los riesgos de desertificación y de incendios forestales; la construcción de infraestructura transforma el hábitat y, de ser realizada sin el adecuado planeamiento, puede tener impactos en el paisaje terrestre y marítimo; el aumento del nivel del mar puede generar riesgos de inundación y pérdida de infraestructura; la acidificación y el aumento de la temperatura del océano puede ocasionar pérdidas de biodiversidad, entre otros riesgos ambientales. Todas estas amenazas a la biodiversidad son amenazas al turismo y esto es especialmente importante para los países del Caribe.

Si bien las zonas costeras son las que enfrentan las mayores amenazas, el cambio climático presenta

riesgos también para otras zonas turísticas, como la Patagonia, donde el cambio climático implicará la retirada de glaciares y la reducción de las precipitaciones y la nieve, y los sitios de alto interés cultural, como la Isla de Pascua o las Islas Galápagos, entre otras. Un reporte de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Osipova et al., 2020) muestra que el cambio climático es una gran amenaza para 93 de los 252 patrimonios de la humanidad considerados en el reporte. De estos 93 sitios, 23 se encuentran en América Latina y el Caribe, donde se destacan las islas y las áreas protegidas del Golfo de California en México y la Reserva de la biosfera de Río Plátano en Honduras. Según el estudio, esos bienes se encuentran en estado crítico, es decir, que requieren de mayores medidas inmediatas de conservación a gran escala para mantener o restaurar los valores del lugar a corto y medio plazo.

Los mayores esfuerzos para preservar los ingresos y la actividad del sector deben estar en la implementación de políticas de adaptación para minimizar los daños esperados por el cambio climático y de conservación de la biodiversidad. A continuación, se lista una serie de políticas que deberían ser adoptadas en el corto plazo en ambos ámbitos:

- La regulación para proyectos del sector o en regiones de alto interés turístico. Entre estas se incluyen normas de construcción y prohibiciones al desarrollo turístico en zonas de riesgo medioambiental.
- El reconocimiento y adopción de prácticas medioambientales, como las de turismo sustentable.
- El manejo de costas y recursos hídricos. Esto incluye la protección de la calidad del agua, la conservación de la biodiversidad, la gestión de la erosión costera, la prevención de inundaciones y el manejo de los recursos pesqueros.
- Finalmente, una política que beneficiaría de gran manera al sector turístico es la creación de mercados de pagos por servicios ambientales. Estos mercados proveerían un incentivo monetario adicional que generaría un beneficio extra a la conservación de la biodiversidad. El capítulo 3 analizará con más detalle este instrumento.



## Construcción: ciudades y edificios sustentables

Casi todas las emisiones del sector de la construcción provienen del uso de energía. El sector además demanda una gran cantidad de insumos industriales, como el cemento, el acero, el aluminio, etc., con una elevada huella de carbono. Igualmente, existen medidas de adaptación y mitigación de relevancia para el sector, las cuales tienen un gran potencial para América Latina y el Caribe dada la alta tasa de urbanización de la región y la gran necesidad de inversión en infraestructura física.

La principal política que sirve tanto para la adaptación como para la mitigación del cambio climático es la certificación de códigos de energía para la construcción. Estos códigos se implementan para regular la construcción y operación de edificios con el objetivo de minimizar en ellos el consumo de energía. La certificación de construcciones verdes o sustentables, además de tener un impacto medible en el medioambiente, genera valor para los constructores y los propietarios, valorizando el inmueble, al tiempo que proporciona ahorros energéticos para las personas que ocupan esos edificios. Algunos de estos códigos incluyen, entre otros, espacios para la colocación de paneles solares, ventilación natural, terrazas verdes multifuncionales, calentamiento solar del agua, captura y reciclaje de aguas pluviales y espacios verdes. Estas políticas reducen la necesidad de calentamiento y enfriamiento, aprovechan la energía solar, mejoran la gestión del agua, incluyen áreas verdes que capturan carbono y son diseñadas para hacer frente a las inclemencias esperadas por el cambio climático.

En América Latina y el Caribe existen casos de certificaciones tanto locales como internacionales. La Corporación Financiera Internacional creó en 2012 un sistema de certificación de edificios que se encuentra presente en todos los países de América Latina y el Caribe, denominado EDGE (excelencia en diseño para mayores eficiencias). A nivel local se

destacan iniciativas en Brasil (el sello EDIF y Procel EDIFICA), en Chile (el sello CES) y en Colombia (CASA Colombia).



**La principal política para el sector de la construcción, que sirve tanto para la adaptación como para la mitigación del cambio climático, es la certificación de códigos de energía**

El sector de la construcción tiene mucho que ofrecer en materia de diseño y edificación para vivienda u oficinas, pero también en la planificación urbana. García y Giambiagi (2022) ofrecen una visión detallada de la planificación y gestión urbana focalizada en la promoción de la salud, con una visión desde la región y hacia la misma. Estas iniciativas permiten el control de la temperatura en zonas urbanas y la reducción de la contaminación acústica y del aire, proveen zonas de contención, que reducen la contaminación visual y permiten estabilizar las riberas de los ríos, y protegen contra tormentas e inundaciones, mientras que proporcionan espacios recreativos y zonas que promueven la actividad física. El capítulo 3 entrará más en detalle en las políticas para espacios públicos. Las políticas de adaptación deben responder al reto de la gran cantidad de asentamientos informales que caracterizan a las ciudades de la región (Daude et al., 2017), muchos de los cuales están ubicados en zonas expuestas a los impactos del cambio climático. Hagen et al. (2022) hacen una evaluación de la literatura sobre los riesgos de pérdidas de vidas y de infraestructura debido a impactos climáticos para América Latina y el Caribe, donde destacan las amenazas de inundaciones, derrumbamientos y sequías, entre otros, y señalan las principales medidas de adaptación por impacto climático.

## Minería: insumos para un futuro con energías renovables

Los minerales como el litio y el cobre son de vital relevancia para la transición energética. El litio es un elemento clave para las baterías necesarias para el almacenamiento de la electricidad producida mediante fuentes renovables y en los vehículos eléctricos. Por su parte, el cobre es un excelente conductor de energía, infinitamente reciclable. Por ello, a medida que las economías se electrifiquen y la demanda de electricidad aumente —entre otros factores, por el crecimiento poblacional—, la demanda de cobre y litio aumentará aún más.

El mercado del litio sigue siendo pequeño en comparación con los mercados de los principales minerales, como el acero, el carbón, el aluminio e incluso el cobre, aunque proyecciones de la AIE estiman que la demanda de este mineral podría aumentar 40 veces para mediados del siglo (ver el capítulo 5).

Por su dotación de minerales, la región tiene la capacidad de ser un agente clave en la transición energética a nivel global. Chile es el primer productor mundial de cobre, seguido por Perú, mientras que en litio Chile y Argentina son segundos y terceros en la producción mundial, respectivamente, y entre ambos poseen el 51,8 % de las reservas mundiales de dicho mineral. Bolivia cuenta con las mayores reservas no utilizadas de litio y recientemente se han descubierto yacimientos de este mineral tanto en México como en Perú.

El cobre y el litio no figuran entre los minerales más contaminantes, siendo el aluminio el que más emisiones de GEI genera en su proceso extractivo y productivo. Dado que casi la totalidad de las emisiones del sector son por uso de energía, las políticas de transición energética mitigarían casi todas las emisiones del sector en la región. En particular, las minas podrían contribuir mediante el uso de energías renovables, como los paneles solares y los molinos de viento en los casos que la geografía lo permita. A su vez, el uso del hidrógeno verde para los procesos industriales que requieran altas temperaturas también ayudaría a mitigar parte de las emisiones por la quema de combustibles y las emisiones fugitivas. En términos de consumo de energía por transporte, la sustitución, cuando es posible, de camiones por correas transportadoras potenciadas por electricidad

también reduciría otra de las emisiones principales del sector.

El desafío principal que afronta el sector no es tanto del lado de sus emisiones de GEI como del impacto que la minería tiene sobre el ambiente y las comunidades locales. Esto ha sido causa de conflictos sociales que han frenado o cancelado proyectos mineros. Los gobiernos y la industria deben ser proactivos para minimizar estos daños y los conflictos sociales que surgen como consecuencia de ellos, garantizando que las comunidades locales sean las principales beneficiarias de estos proyectos.

Uno de los daños mayores de la minería se produce en el agua. La minería contamina ríos y aguas subterráneas, afectando no solo a los ecosistemas, sino también al agua potable y a la productividad en zonas agropecuarias cercanas. Al mismo tiempo, la minería utiliza grandes cantidades de agua en su proceso productivo. Las tres políticas principales en este sentido son 1) la gestión del agua y de los tratamientos de residuos en agua para minimizar los daños generados; 2) el aumento del uso de agua de mar en el proceso productivo, y 3) la reutilización de aguas residuales en el proceso productivo.



### Proyecciones de la AIE estiman que la demanda del litio podría aumentar 40 veces para mediados del siglo

Finalmente, una de las prácticas que ya se realizan en general y tiene gran relevancia para el sector es la recuperación de minas en desuso. Las explotaciones mineras abandonadas son fuentes contaminantes y continúan liberando gases de efecto invernadero y contaminantes del aire. Dentro de los proyectos con este fin suelen incluirse la reconstrucción topográfica del terreno, el reemplazo de la capa superior del suelo y su reconstrucción, y su revegetación.



Para más información sobre proyectos de CAF que permitan mantener la actividad productiva del sector agropecuario y regenerar la biodiversidad, mire el video en este QR.



# Ecosistemas y biodiversidad ante el cambio climático



---

- La importancia de los servicios ecosistémicos para la vida humana y su rol en las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático

---

- Ecosistemas de América Latina y el Caribe, principales servicios que brindan, causas de su degradación y sectores económicos asociados

---

- Políticas para la conservación y la restauración de los ecosistemas. Factores relevantes para su efectividad

# Mensajes clave

1

La vida humana es posible gracias a los servicios que los ecosistemas aportan a las personas. Estos incluyen la provisión de alimentos, agua dulce, medicinas y materiales, la regulación y el mantenimiento del medio ambiente y ser fuente de inspiración e identidad.

2

La conservación y restauración de los ecosistemas es, además, clave para la respuesta al cambio climático. Los ecosistemas brindan servicios indispensables de mitigación, capturando carbono de la atmósfera, y de adaptación, brindando protección ante la incidencia de eventos climáticos extremos.

3

Hay una relación estrecha y en tensión entre ecosistemas y actividad económica. La actividad económica se vale de los ecosistemas y modifica los servicios que brindan, favoreciendo los que pueden ser comercializados (por ejemplo, la producción de alimentos), a costa de los que no (por ejemplo, la regulación del clima).

4

La actividad humana degrada la naturaleza a través de cuatro canales directos: el cambio en el uso del suelo, la sobrexplotación de los recursos, la contaminación y la introducción de especies invasoras. En la región, el cambio en el uso del suelo es el principal canal, seguido por la sobrexplotación.

5

El sector agropecuario está fuertemente vinculado al cambio en el uso del suelo: pasó de ocupar el 15 % en 1900 al 51 % de la superficie de la región. Este sector atiende múltiples necesidades, como alimentos, materiales de construcción, fibras para vestimenta y energía en la forma de carbón vegetal y biocombustibles.

6

Las soluciones basadas en la naturaleza son acciones costoefectivas para atender necesidades de la sociedad a través de la gestión de ecosistemas. Por ejemplo, la preservación de manglares, arrecifes de coral y marismas salinas brinda servicios de protección contra inundaciones a las poblaciones costeras, además de ser imprescindible para la pesca artesanal y la absorción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

7

Las áreas protegidas son un instrumento clave para la preservación de especies, procesos ecológicos y servicios ecosistémicos. América Latina y el Caribe es una de las regiones con mayor cobertura de estas áreas, alcanzando el 22 % de su superficie terrestre y marina. Representar adecuadamente todos los biomas y asegurar la protección efectiva son desafíos aún pendientes en la región.

8

La coadministración de áreas protegidas de usos múltiples y otros recursos naturales de propiedad pública con comunidades locales y otros actores permite un balance entre los objetivos de conservación y el desarrollo local. Las comunidades locales pueden ser un actor clave en la preservación de los ecosistemas, que en algunos casos han habitado durante siglos.

## 9

América Latina y el Caribe cuenta con más de 250 programas de pagos por servicios ecosistémicos, los cuales son esquemas de participación voluntaria para compensar a quienes conservan y regeneran ecosistemas. Un diseño cuidadoso de las características de estos programas es clave para asegurar su impacto positivo.

## 10

La región es líder en la adopción de ecocertificaciones, principalmente para plátanos, café y cacao. Estas buscan brindar información a los consumidores sobre el impacto ambiental de los productos y canalizar su demanda hacia incentivos efectivos para la conservación. La evidencia sobre el impacto de la ecocertificación es aún incipiente y requiere de un mayor desarrollo

## 11

Los acuerdos de la industria para evitar la compra de productos o servicios que incumplen con salvaguardas ambientales son una alternativa para la adopción de prácticas sostenibles. Un caso ejemplar es el acuerdo de la “Moratoria de la Soja” en Brasil, que ayudó a reducir la deforestación en el Amazonas.

## 12

La existencia de subsidios indiscriminados a los sectores agropecuario y pesquero puede contribuir al deterioro de los ecosistemas y la biodiversidad. La eliminación y reforma de subsidios que dañen la biodiversidad ha sido incluida en las metas del Marco Mundial de Biodiversidad para 2030.





# Ecosistemas y biodiversidad ante el cambio climático<sup>1</sup>

## Servicios ecosistémicos: claves para la respuesta al cambio climático y el desarrollo humano

### Los servicios que la naturaleza aporta a las personas

La vida humana es posible gracias a los beneficios que los ecosistemas aportan a las personas. Estos beneficios o servicios ecosistémicos incluyen la provisión de alimentos, agua dulce, medicinas y materiales, la regulación y el mantenimiento de los elementos que componen el medio ambiente en el que vivimos y ser fuente de inspiración e identidad (ver el recuadro 3.1). La calidad, intensidad y tipo de servicios ecosistémicos disponibles son fundamentales para las posibilidades de desarrollo humano (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; IPBES, 2019).

Los servicios ecosistémicos de regulación del clima son centrales en la respuesta al cambio climático. Como detalla el capítulo 1, los ecosistemas mitigan el cambio climático al absorber dióxido de carbono de la atmósfera y almacenarlo en la biomasa y en los

suelos. En la región, el bosque del Amazonas contiene por sí solo un stock de carbono equivalente a nueve años de emisiones por el uso de combustibles fósiles a nivel mundial (Baccini et al., 2012; Ferreira, 2023). Los ecosistemas contribuyen a la adaptación al cambio climático a través de la moderación de eventos climáticos extremos y la regulación del clima local. Por ejemplo, al disminuir la probabilidad de inundaciones, los manglares y arrecifes de coral protegen a las poblaciones costeras del Caribe del aumento en la frecuencia de huracanes provocado por el cambio climático.

Además del clima, los ecosistemas regulan otros procesos fundamentales para la vida humana. Entre ellos se encuentran el mantenimiento de la calidad del aire (mediante la eliminación de contaminantes de la atmósfera), la purificación del agua (por

<sup>1</sup> Este capítulo fue elaborado por Ricardo Estrada y Federico Juncosa, con la asistencia de investigación de Matías Garibotti.

microorganismos que descomponen residuos y eliminan agentes patógenos) y el mantenimiento de la calidad del suelo (la cubierta vegetal evita la erosión del suelo). También regulan la polinización de plantas y árboles, incluyendo cultivos (por insectos, aves y murciélagos), el control de plagas (a través de depredadores y parásitos) y el ciclo hídrico (por ejemplo, por el rol de los bosques en la captación, evaporación e infiltración del agua) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).



**Los servicios ecosistémicos son beneficios que la naturaleza aporta a las personas, como la provisión de alimentos y medicinas, la regulación del clima, y ser fuente de identidad e inspiración**

### **Recuadro 3.1** Los servicios ecosistémicos

Un ecosistema es un “complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional” (CDB, 1992). La definición de un ecosistema específico depende de cuál sea la pregunta de interés y, por lo tanto, su escala puede variar considerablemente. Por ejemplo, toda la biósfera del planeta forma un gran ecosistema, que contiene múltiples ecosistemas de diversos niveles (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Para este reporte, los ecosistemas se agrupan, en su forma más agregada, en terrestres, costeros y marinos. Los bosques son una instancia de los ecosistemas terrestres, formado a su vez por varios ecosistemas con fronteras geográficas relativamente precisas, como el bosque del Amazonas.

El concepto de servicios ecosistémicos se refiere a todos los beneficios que la naturaleza aporta a las personas. Forma parte del marco conceptual propuesto por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Los servicios ecosistémicos pueden organizarse según sean de regulación, provisión, culturales y de soporte<sup>a</sup>.

Los servicios de regulación se refieren a los beneficios que las personas obtienen de la regulación de los procesos ecológicos, incluyendo la regulación del clima, la purificación del aire, el control de la erosión y de las enfermedades.

Los servicios de provisión o materiales son los bienes que las personas obtienen de los ecosistemas. Por ejemplo, alimentos, agua dulce, combustibles, materiales y recursos genéticos. Los elementos que brindan estos servicios suelen consumirse físicamente en el proceso de su uso.

Los servicios culturales o no materiales son los beneficios que los ecosistemas aportan a las personas, tanto en forma individual como colectiva, a través de su enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación y experiencias estéticas.

Finalmente, los servicios de soporte son aquellos necesarios para la producción de todos los otros servicios ecosistémicos. Por ejemplo, la producción de oxígeno y la formación del suelo.

a. La Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés) introdujo, por su parte, el concepto de contribuciones de la naturaleza a las personas, que, si bien es cercano al de servicios ecosistémicos, difiere en algunos aspectos. Por ejemplo, el primero incluye tanto a beneficios como perjuicios de la naturaleza para las personas y considera los servicios de ecosistemas modificados por el hombre (IPBES, 2018). Por conveniencia, en este reporte se usa el concepto de servicios ecosistémicos.

El estado de los ecosistemas determina el flujo de servicios que estos proveen. Una dimensión crucial de ese estado es la biodiversidad, que es la diversidad de la vida en todas sus formas. Esta determina no solo el flujo de servicios ecosistémicos, sino también la resiliencia de los ecosistemas, es decir la capacidad que estos tienen para mantener sus propiedades, sus funciones y procesos clave ante una perturbación externa y recuperarse cuando esta cesa. Por lo tanto, preservar la biodiversidad es clave para la salud de los ecosistemas y los servicios que brindan (ver el recuadro 3.2).

La actividad económica, como el resto de las actividades humanas, depende de una u otra manera de los servicios ecosistémicos. En algunos casos, como en los servicios de provisión, esta relación es evidente. Por ejemplo, el desarrollo de la industria pesquera en Perú, Chile y México (las más grandes de la región) ha sido posible gracias a la riqueza de especies con valor comercial en los ecosistemas costeros y marinos de esos países. Algo similar ocurre con los servicios culturales. La belleza de las

playas y de los arrecifes de coral ha sido fundamental para el auge del sector turístico en los países del Caribe. En el caso de los servicios de regulación, la relación entre los ecosistemas y ciertas actividades económicas, si bien cercana, puede ser menos obvia, ya sea por el alcance geográfico de los servicios en cuestión o por la sutileza o complejidad de los procesos ecosistémicos subyacentes. Por ejemplo, la industria agrícola de Argentina, Paraguay, Uruguay y el sur de Brasil se beneficia de los abundantes flujos de agua en forma de vapor (conocidos como ríos voladores), que se forman a cientos de kilómetros de distancia en el bosque del Amazonas. La productividad agrícola también se beneficia de los servicios que brindan los polinizadores naturales, entre los que destacan los insectos. Las abejas polinizan una amplia variedad de cultivos en la región y contribuyen a la rentabilidad de la industria ya sea por la alta dependencia de ciertos cultivos de la polinización por abejas (por ejemplo, el cacao, el zapallo y otras hortalizas) o porque, siendo menos dependientes, se trata de cultivos con altos niveles de producción (como la soja) (Basualdo et al., 2022).

## Actividad económica y degradación de los ecosistemas

La actividad humana cambia la canasta de servicios que obtenemos de la naturaleza (Dasgupta, 2021). Por ejemplo, la deforestación permite aumentar la superficie de cultivos, pero, a cambio, disminuye los otros servicios que los bosques prestan (la regulación del clima y la purificación del agua, la provisión de maderas y plantas medicinales, etc.). En general, esa modificación favorece más a los servicios ecosistémicos que generan mayores beneficios privados, como los de aprovisionamiento, que a aquellos para los cuales no hay mercados donde comercializarlos.

Los ecosistemas son resilientes, pero esta resiliencia tiene límites. Como se explica en el recuadro 1.2 del capítulo 1, existen puntos de inflexión a partir de los cuales la degradación de los ecosistemas y la pérdida de los servicios que brindan es irreversible.

● ●  
**Los ecosistemas son resilientes, pero esta resiliencia tiene límites. Existen puntos de inflexión a partir de los cuales la degradación de los ecosistemas y la pérdida de los servicios que brindan es irreversible**

El crecimiento de la economía y de la población mundial ocurrido durante las últimas décadas es el principal factor detrás del aumento sin precedentes en la demanda de alimentos, materiales y energía. Este aumento ha resultado en una alteración significativa de los ecosistemas, con la pérdida de biodiversidad y el debilitamiento de los servicios que estos brindan (IPBES, 2019; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En América Latina y el Caribe, la expansión de la actividad agropecuaria es la principal razón por la cual la superficie terrestre de la región en estado natural o seminatural cambió del 85 % en el año 1900 al 45 % en 2017.

## Recuadro 3.2

### Cómo se conecta la biodiversidad con los servicios ecosistémicos y la resiliencia de los ecosistemas

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) define la biodiversidad como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (CDB, 1992).

La biodiversidad es un determinante clave de la variedad y el nivel de servicios que brindan los ecosistemas, así como de su resiliencia ante perturbaciones externas. Una manifestación notoria de esta relación es que el ciclo del carbono es en gran parte resultado de la vida en la Tierra y depende de que se preserven ciertas relaciones clave entre las comunidades de especies. Por ejemplo, la pérdida de mamíferos grandes que se alimentan a base de frutos, como el tapir, disminuye la dispersión de semillas que son clave para el crecimiento y subsistencia de los bosques del Amazonas y, por ende, para su potencial de captura de carbono (Peres et al., 2016). La diversidad funcional ejemplificada aquí, es decir, la presencia de especies con funciones diferenciadas, determina la productividad del ecosistema a través de la complementariedad de estas funciones en la producción de un servicio ecosistémico (Dasgupta, 2021).

Por su parte, la diversidad de especies con funciones similares, es decir, dentro de un mismo grupo funcional, determina la resiliencia de los ecosistemas ante perturbaciones. Por ejemplo, cuando un ecosistema se ve afectado por condiciones climáticas atípicas o por la incidencia de una plaga, la diversidad de especies del mismo grupo funcional aumenta las probabilidades de que alguna especie muestre una mayor tolerancia a la perturbación. De ese modo, la especie más tolerante puede reemplazar a la especie afectada, cubriendo una función similar en el ecosistema y permitiendo su subsistencia. El rango de reacciones posibles ante cambios ambientales por parte de especies que comparten funciones ecosistémicas se conoce como diversidad de respuesta (Dasgupta, 2021; Elmqvist et al., 2003). Bajo la misma lógica, la diversidad genética dentro de una misma especie también contribuye a su resiliencia y la de los ecosistemas que habita.

## ●● En América Latina y el Caribe, la expansión de la actividad agropecuaria es la principal razón por la cual la superficie terrestre de la región en estado natural o seminatural cambió del 85 % en el año 1900 al 45 % en 2017

Las ganancias materiales obtenidas por actividades económicas que degradan los ecosistemas tienen como contrapartida pérdidas en servicios ecosistémicos que comprometen la sostenibilidad de dichas ganancias en el tiempo. Por ejemplo, la deforestación para la siembra de cultivos reduce las poblaciones

de polinizadores y aumenta la erosión de los suelos, lo que se traduce eventualmente en pérdidas en los rendimientos agrícolas. A su vez, las prácticas poco sostenibles de las industrias pesquera y forestal, entre otras, han disminuido la disponibilidad de los recursos naturales de cuya explotación dependen. Por su parte, la contaminación producida por el sector agropecuario, la industria, la minería y el turismo han contribuido a un mayor deterioro de los ecosistemas. El sector agropecuario junto con el comercio y los viajes internacionales han introducido especies ajenas a los ecosistemas locales, que alteran su equilibrio y funcionamiento. A estos efectos de la actividad económica sobre los ecosistemas y la biodiversidad, se suman los impactos resultado del cambio climático (Blackman et al., 2014; IPBES, 2019; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

La degradación de los ecosistemas afecta en mayor medida a comunidades rurales y pueblos originarios, cuyos medios de vida tienden a depender más de los servicios que la naturaleza brinda en su entorno. A su vez, existe un reconocimiento creciente del rol de las comunidades tradicionales en la conformación y conservación de los ecosistemas (Gauthier et al., 2021).



### **La degradación de los ecosistemas afecta en mayor medida a comunidades rurales y pueblos originarios, cuyos medios de vida tienden a depender más de los servicios que la naturaleza brinda en su entorno**

Desde la teoría económica, las externalidades constituyen un concepto clave para entender los retos de la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Las externalidades son efectos secundarios que las acciones de una persona o un grupo de personas tienen sobre el resto de la sociedad. Las externalidades pueden ser positivas o negativas y tener un alcance que va de lo local a lo global. La captura de carbono por árboles sembrados para evitar la erosión es un ejemplo de una externalidad positiva de carácter global, mientras que la contaminación del agua por el uso de fertilizantes es un ejemplo de una externalidad negativa de alcance local.

La conservación y regeneración de los ecosistemas producen externalidades positivas, en la forma de servicios ecosistémicos, por las que los individuos y comunidades que las proveen no reciben un pago. Esto ocurre, por ejemplo, debido a la ausencia de mercados para la comercialización de servicios de regulación, como los polinizadores naturales. La falta de compensación no significa que los esfuerzos de conservación y regeneración no tengan un costo, ya que frecuentemente requieren reasignar recursos (p. ej., tierra) que se podrían destinar a la producción de bienes o servicios para los cuales sí hay mercados desarrollados (p. ej., alimentos). La brecha entre beneficios sociales e individuales hace que la preservación de los ecosistemas sea menor que la que sería óptima para toda la sociedad.

La conservación de los ecosistemas y la biodiversidad tiene una dimensión intergeneracional relevante. La deforestación y la sobrexplotación de los recursos naturales aumenta el flujo actual de alimentos, materiales y energía a costa tanto de la capacidad de los ecosistemas para proveer un flujo similar en el futuro como de empeorar los efectos del cambio climático en el largo plazo. En otras palabras, la pérdida de ecosistemas y biodiversidad constituye una externalidad negativa sobre las generaciones venideras.

Como sociedad tenemos un conocimiento imperfecto sobre el funcionamiento de los ecosistemas y los múltiples servicios que brindan (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023). Esto se refleja, por ejemplo, en las estadísticas ambientales disponibles para la toma de decisiones sobre política pública en los sistemas de cuentas nacionales (ver el capítulo 5) y en la información de la que disponen los productores agropecuarios para adoptar prácticas sostenibles (ver el capítulo 2). Paliar estos vacíos de información requiere de esfuerzos de investigación, sistematización y divulgación.



### **La pérdida de ecosistemas y biodiversidad constituye una externalidad negativa sobre las generaciones venideras**

El impacto negativo de la actividad económica sobre los ecosistemas y la biodiversidad de América Latina y el Caribe se ha amplificado. Esto se ha debido tanto a la implementación de políticas públicas dirigidas a promover el desarrollo económico sin una visión de sustentabilidad como a la falta de capacidades institucionales para definir de manera adecuada y hacer cumplir los derechos de propiedad sobre los recursos naturales y la creciente legislación de protección de los ecosistemas y la biodiversidad. En el subapartado “Causas de la degradación de los ecosistemas y sectores económicos asociados” se analizan los canales a través de los cuales la actividad económica degrada los ecosistemas y los factores detrás de esta dinámica.

En resumen, el impacto de la actividad humana sobre los ecosistemas y la biodiversidad compromete los servicios ecosistémicos que estos prestan. Una estrategia de desarrollo sustentable depende de un uso sostenible de los ecosistemas y de sus aportaciones al desarrollo humano actual y futuro. A pesar

de la alta modificación reciente, la región conserva aún una enorme riqueza de ecosistemas y biodiversidad. En el último apartado del capítulo se abordan una serie de políticas para la preservación y regeneración de esta riqueza y para potenciar su rol en la adaptación y mitigación del cambio climático.

## **Ecosistemas y biodiversidad en América Latina y el Caribe**

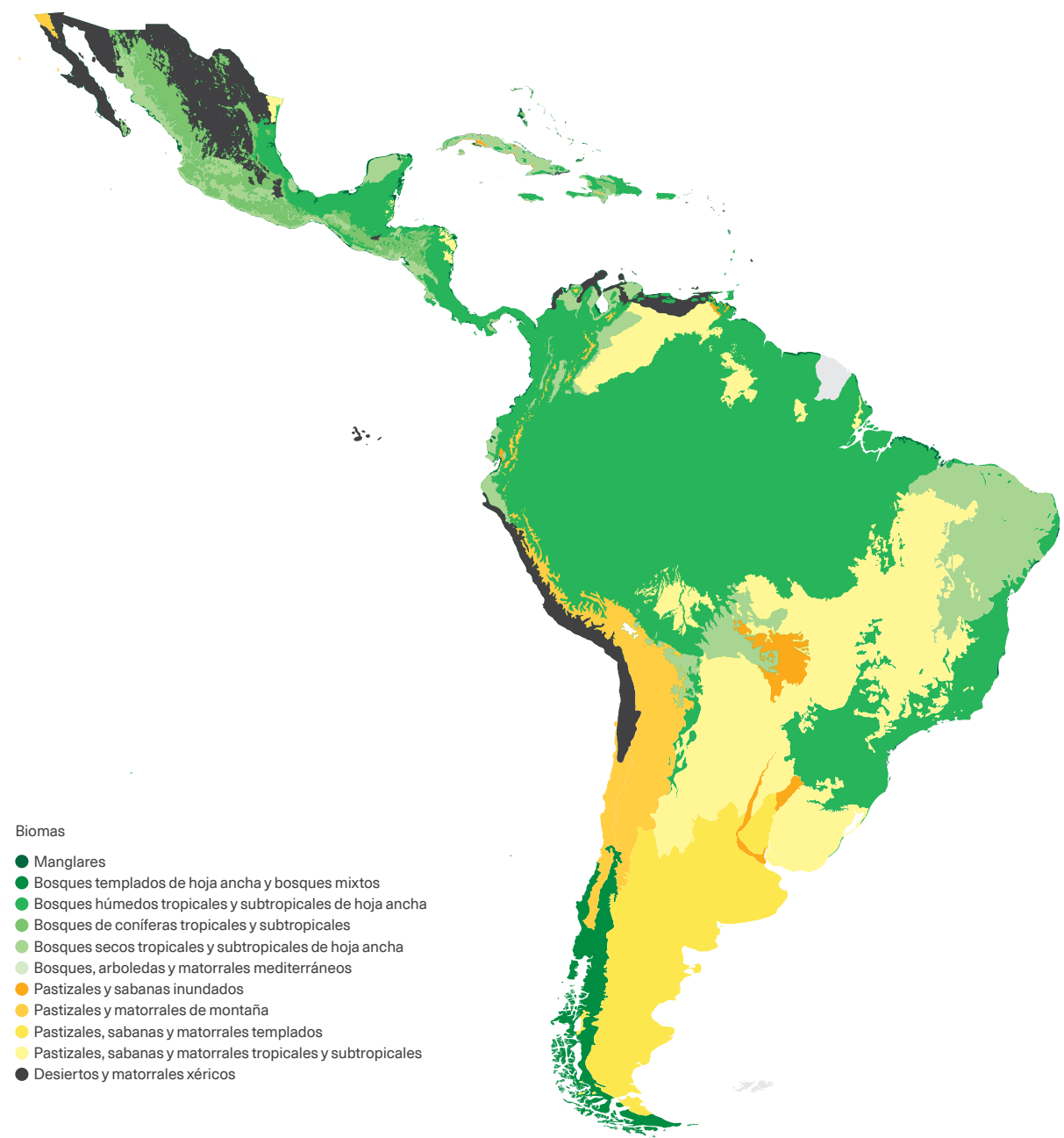
### **Una región potenciada por su prominente biodiversidad**

América Latina y el Caribe es una región excepcionalmente rica en términos de ecosistemas y biodiversidad. Sus ecosistemas terrestres incluyen desde ambientes de desierto, donde casi nunca llueve, hasta los bosques con la mayor precipitación del planeta, pasando por praderas, sabanas y humedales. Con una superficie terrestre de 20,04 millones de km<sup>2</sup>, que representa el 16 % del total mundial, la región aloja una enorme variedad de las especies conocidas en el mundo: el 33 % de mamíferos, el 35 % de reptiles, el 41 % de aves y el 50 % de anfibios (PNUMA, 2011). Los ecosistemas marinos de la región cubren una superficie de 16 millones de km<sup>2</sup> y más de 70.000 km de línea costera (Tambutti et al., 2022) y se caracterizan también por una biodiversidad prominente (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023).

Una manera de dar cuenta de la diversidad de los ecosistemas terrestres de la región es a través del análisis de sus ecorregiones y biomas (Dinerstein et al., 2017; Olson et al., 2001). Las ecorregiones se definen como zonas que contienen un conjunto distintivo de especies naturales y relaciones funcionales entre ellas, con límites geográficos que se aproximan a su extensión antes de haber sido afectadas por cambios importantes en el uso de la tierra. Las ecorregiones se agrupan en biomas, de acuerdo con el tipo de vegetación predominante y gradientes latitudinales y de precipitaciones. Cada bioma es una unidad espacial extensa, que puede abarcar múltiples tipos de coberturas de suelo. Por ejemplo, el bioma de bosques húmedos tropicales y subtropicales comprende, además de bosques, áreas cubiertas por pastizales, humedales y cuerpos de agua, entre otros. El gráfico 3.1 muestra los biomas terrestres y costeros presentes en la región.

### Gráfico 3.1

Distribución de los biomas terrestres en América Latina y el Caribe



**Nota:** El mapa muestra los distintos biomas presentes en ALC, de acuerdo con la definición de Dinerstein et al. (2017).

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

Debido a que las ecorregiones son delimitadas buscando capturar procesos ecológicos distintivos, el número de ecorregiones presentes en un bioma o región es un indicativo del valor de su biodiversidad. El cuadro 3.1 muestra la distribución de los biomas de América Latina y el Caribe por subregiones (Caribe insular, Mesoamérica y Sudamérica) y la cantidad de ecorregiones que alberga cada una.

La subregión del Caribe comprende 22 ecorregiones diferenciadas, distribuidas en 18 países que comprenden más de 7000 islas y cayos. Tiene una extensión terrestre de 227.000 km<sup>2</sup>, que alcanza los 2,7 millones de km<sup>2</sup> al considerar la superficie de su plataforma marina. Sus condiciones naturales de aislamiento y la presencia de islas montañosas favorecen el alto endemismo de especies y otorgan características

particulares a su biodiversidad. La mayoría de las islas están rodeadas de arrecifes de coral, que son fundamentales para la reproducción de peces de interés comercial y sostienen actividades turísticas.

Las islas del Caribe son consideradas en su conjunto como uno de los cinco *hotspots* de biodiversidad más importantes del planeta<sup>2</sup>, debido a su diversidad única (Myers et al., 2000). Allí se encuentran 11.000 especies de plantas, de las que casi tres cuartos son endémicas (es decir, solo se encuentran en condiciones naturales allí), mientras que en las zonas marinas se han reportado más de 12.000 especies (Brown et al., 2019; Miloslavich et al., 2010). En las zonas profundas del mar Caribe se han documentado más de 1500 especies marinas (Costello et al., 2010).

### Cuadro 3.1

Ecorregiones y superficie de los principales biomas por subregiones

Bioma	Caribe (227 kkm <sup>2</sup> )		Mesoamérica (2,34 Mkm <sup>2</sup> )		Sudamérica (17,7 Mkm <sup>2</sup> )	
	Ecorreg. n.º	Área %	Ecorreg. n.º	Área %	Ecorreg. n.º	Área %
Bosques de coníferas tropicales y subtropicales	3	11,2 %	7	22,6 %	0	0,0 %
Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha	7	39,7 %	18	23,3 %	54	47,4 %
Bosques secos tropicales y subtropicales de hoja ancha	6	37,2 %	12	17,9 %	15	8,6 %
Bosques templados de hoja ancha y bosques mixtos	0	0,0 %	0	0,0 %	2	2,1 %
Bosques, arboledas y matorrales mediterráneos	0	0,0 %	2	0,6 %	1	0,8 %
Desiertos y matorrales xéricos	2	2,0 %	11	32,3 %	7	2,3 %
Manglares	2	7,0 %	4	1,5 %	3	0,2 %
Pastizales y matorrales de montaña	0	0,0 %	0	0,0 %	9	4,9 %
Pastizales y sabanas inundados	2	2,7 %	0	0,0 %	5	1,3 %
Pastizales, sabanas y matorrales templados	0	0,0 %	0	0,0 %	4	9,2 %
Pastizales, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales	0	0,0 %	3	1,4 %	8	22,6 %
Total	22	100,0 %	57	100,0 %	108	100,0 %

**Nota:** El cuadro muestra la cantidad de ecorregiones que cada bioma tiene en las subregiones de ALC de acuerdo con la base geoespacial Ecoregions2017. Los datos de Ecoregions2017 fueron combinados con la base geoespacial de Global Administrative Areas para asignar los biomas a cada país y región. Entre paréntesis debajo del nombre de cada subregión se menciona el área total en miles (kkm<sup>2</sup>) o en millones (Mkm<sup>2</sup>) de km<sup>2</sup>. Los países incluidos en cada subregión se pueden consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos georreferenciados de Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017) y de Global Administrative Areas (2012).

<sup>2</sup> El término *hotspot* de biodiversidad (del inglés *biodiversity hotspot*) se refiere a regiones con alta concentración de diversidad biológica, que albergan al menos 1500 especies de plantas vasculares endémicas y mantienen solo el 30 % o menos de su cobertura vegetal original.



Como muestra el cuadro 3.1, la superficie terrestre de esta subregión está casi enteramente inserta en los biomas de bosques de hoja ancha húmedos y secos. Además, dada la extensión de sus costas en relación con su superficie terrestre, tiene la mayor presencia relativa del bioma de manglar, el cual comprende un 7 % de su superficie y representa el 16 % del total de manglares en toda América Latina y el Caribe (Vo et al., 2012).

Por su parte, Mesoamérica tiene una intrincada topografía, que genera un amplio rango de condiciones ambientales. Esta favorece, por ejemplo, altas concentraciones de pequeños vertebrados (Jenkins et al.,

2013) y de especies endémicas (Myers et al., 2000). Esta subregión es de vital importancia para la biodiversidad de toda América por conectar los movimientos de especies entre el norte y el sur del continente. Los patrones más importantes de migración de aves entre gradientes latitudinales, por ejemplo, dependen de manera crucial de las áreas naturales y seminaturales de esta subregión para acoger a numerosas especies durante los inviernos subtropicales del norte y sur o en escalas de alimentación y descanso hacia su destino migratorio final (Declerck et al., 2013; Kirby et al., 2008). El recuadro 3.3 destaca la importancia de las aves migratorias para los ecosistemas de todo el continente.

### **Recuadro 3.3** Aves migratorias de América Latina y el Caribe

La región alberga alrededor del 41 % de todas las especies de aves identificadas en el mundo (BirdLife International, 2023). Estas tienen un rol clave para los ecosistemas debido a las características distintivas de las aves respecto a otros vertebrados: la mayoría de las especies se desplazan a grandes distancias, vinculando procesos ecosistémicos distantes, identificando y reaccionando rápidamente a variaciones en las condiciones climáticas y de recursos hídricos y alimenticios. Algunos de los servicios ecosistémicos más importantes provistos por las aves son la polinización de plantas, la fertilización del suelo, la dispersión de semillas y la limitación de los daños a los cultivos y otros ecosistemas a través del control de plagas y depredadores.

La acelerada degradación de los ecosistemas de la región ha contribuido a que, en la actualidad, existan 559 especies de aves en peligro de extinción, lo que representa más de un tercio de las especies en peligro a nivel global (Audubon, 2022). A esto se suman significativas pérdidas en poblaciones más allá de las especies en peligro de extinción (Audubon, 2022; BirdLife International, 2023). La reducción de la diversidad y del tamaño de las poblaciones de aves puede producir efectos en cadena sobre otras especies de plantas y animales, resultando en una mayor vulnerabilidad y exposición de los ecosistemas naturales y los sistemas agropecuarios. Un ejemplo paradigmático de esto son las consecuencias de la campaña de exterminio del gorrión arborícola euroasiático en China en el año 1958, motivada por su supuesto impacto negativo en la productividad agrícola, que provocó una drástica caída en el rendimiento de los cultivos de arroz por la acción de plagas antes contenidas por el gorrión (Díaz-Sieffer et al., 2022; Whelan et al., 2008, 2015).

Para proteger a las aves y resguardar los servicios ecosistémicos que brindan es necesario conocer su ciclo migratorio y preservar los hábitats críticos para su reproducción, descanso e invernada. Para ello, los esfuerzos conjuntos de los países, a través de organizaciones internacionales, como BirdLife International y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), identifican y delimitan a nivel global los ecosistemas que se consideran más críticos para las especies endémicas y en peligro de extinción. Estas se conocen como Áreas Clave para la Biodiversidad y Áreas Importantes para las Aves y la Biodiversidad (KBA y IBA, respectivamente, por sus siglas en inglés). Esta es una tarea en progreso. En la región, el desafío radica en que solo alrededor del 40 % de las IBA identificadas tienen actualmente alguna forma de protección y que las áreas protegidas cubren solo el 9 % de las especies de aves migratorias (BirdLife International, 2023). Expandir la protección a estas áreas contribuirá a la recuperación de las poblaciones de aves tanto migratorias como en peligro de extinción, brindando importantes beneficios al bienestar de la región.

Mesoamérica tiene una gran presencia del bioma de desiertos y matorrales xéricos, el cual comprende un 32 % de la superficie total. Se trata de un bioma importante debido a su diversidad y endemismo (Goudie y Seely, 2011; Le Saout et al., 2013). Por ejemplo, se estima que el 44 % de los géneros de plantas de semilla son endémicas de las tierras secas de México (Challenger y Soberón, 2008). La mayor parte de la superficie restante está cubierta en partes similares por los biomas de bosques de hoja ancha, tanto húmedos como secos y bosques de coníferas. Las zonas costeras exhiben una importante presencia de manglares, pastos marinos y arrecifes de coral, siendo la barrera de coral mesoamericana la segunda más grande y compleja del mundo, después de la Gran Barrera australiana.

Finalmente, Sudamérica abarca 17,7 millones de km<sup>2</sup>, con un amplísimo espectro latitudinal y altitudinal, lo que permite el desarrollo de una biodiversidad prominente. La subregión está dominada por el bioma de bosques húmedos de hoja ancha, que ocupa casi la mitad de su superficie. La cuenca del Amazonas representa aproximadamente un 90 % de este bioma y contiene los bosques primarios (aquellos cuyos procesos ecológicos no han sido alterados significativamente por la actividad humana) más extensos del planeta, con una biodiversidad y niveles de endemismo excepcionales.

## Ecosistemas terrestres y sus servicios

Los ecosistemas terrestres cumplen un rol fundamental en la captura de carbono (ver el capítulo 1). Sin embargo, la capacidad de captura difiere entre los distintos ecosistemas, por lo que desempeñan roles diferenciados en las estrategias de mitigación ante el cambio climático.

El bioma de pastizales, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales es el segundo en superficie en Sudamérica, cubriendo un 23 % del total, y representa una porción mayoritaria en Uruguay y Paraguay, y muy significativa en Venezuela, Brasil, Bolivia y Argentina (en orden, según su importancia relativa en el país). A su vez, los biomas de desiertos y matorrales xéricos y de pastizales de montaña son particularmente diversos, ya que albergan conjuntamente el 15 % de las ecorregiones identificadas en la subregión, pese a representar solo el 2,3 % y casi el 5 % de la superficie de la subregión, respectivamente.

La diversidad de ecosistemas y especies en América Latina y el Caribe brinda una multiplicidad de servicios ecosistémicos de gran valor a escala local, regional y global. A escala mundial, algunos de estos ecosistemas tienen un rol destacado en la mitigación del cambio climático, mientras que a nivel regional y local ofrecen importantes servicios de adaptación, que, entre otros, son clave para el bienestar de la población de la región. A continuación, se analizan los ecosistemas terrestres y los costeros y marinos, así como los principales servicios que prestan. Entre los primeros, se hace énfasis en los bosques, pastizales y humedales y, entre los segundos, en manglares y arrecifes, debido a su importancia para la respuesta al cambio climático y la actividad económica.

El recuadro 3.4 presenta una medida del potencial de mitigación de los biomas según la clasificación utilizada en este capítulo y su extensión en la región. En la discusión que sigue, se consideran los ecosistemas terrestres en tres categorías: bosques; pastizales, sabanas y matorrales; y humedales.

### Recuadro 3.4

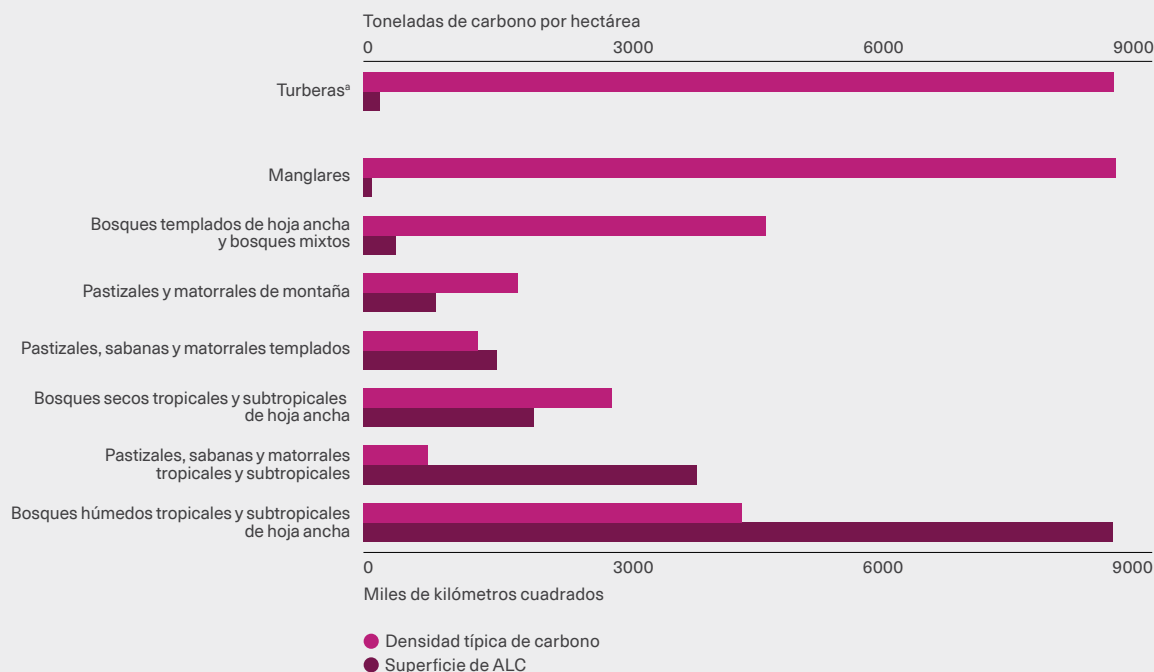
## El potencial de carbono de los biomas terrestres en América Latina y el Caribe

Los distintos ecosistemas ocupan roles diferenciados para las estrategias de respuesta al cambio climático. En particular, cada uno de los grandes biomas en los que se clasifica la superficie terrestre posee diferente potencial de carbono<sup>a</sup>. Este concepto refiere al stock de carbono que una hectárea (ha) de cada bioma puede almacenar en promedio cuando se encuentra en buen estado de conservación y mantiene sus coberturas de suelo naturales. El potencial de carbono total depende del tipo de bioma y su extensión.

El gráfico 1 presenta el potencial de carbono por bioma y su extensión en América Latina y el Caribe, incluyendo tanto el contenido en biomasa encima y debajo de la superficie y el carbono en suelos. Además, se presenta la densidad de carbono promedio de las turberas, que son regiones anegadas con gran contenido de carbono en suelos situadas dentro de los biomas, principalmente los de bosques húmedos de hoja ancha y de pastizales y sabanas inundados. Para ellas se reporta aquí solo el carbono en forma de turba, que es adicional al contenido de carbono indicado para el bioma del que forman parte.

### Gráfico 1

#### Densidad típica de carbono y superficie total según bioma y ecosistema



**Nota:** El gráfico muestra, para cada bioma, la superficie que ocupa en ALC y la cantidad de carbono por hectárea que concentra en promedio cada uno de estos biomas (eje superior). El gráfico excluye a cuatro biomas en los que no se cuenta con información sobre su potencial de carbono. Estos son: desiertos y matorrales xéricos; bosques de coníferas tropicales y subtropicales; pastizales y sabanas inundados; bosques, arboledas y matorrales mediterráneos. Los biomas excluidos abarcan una superficie de 2211 km<sup>2</sup>. Los países considerados en el gráfico son los 33 países pertenecientes a la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC).

a. Las regiones de turberas están contenidas en los biomas de bosques y pastizales; su valor reportado corresponde al carbono almacenado en el suelo en forma de turba y es adicional a la cantidad de carbono indicado para el bioma del que forman parte.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Goldstein et al. (2020) y datos georreferenciados de Ecorregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

El gráfico muestra una marcada heterogeneidad en el potencial de carbono. Por ejemplo, mientras que el bioma de bosques húmedos de hoja ancha se destaca por su gran extensión en la región, no se trata del bioma con mayor potencial de almacenamiento de carbono por unidad de superficie. En cambio, las turberas tienen una baja superficie total, pero son las regiones con mayor densidad de carbono por unidad de área, ya que supera las 500 toneladas de carbono por hectárea (tC/ha) de densidad.

En resumen, los bosques en conjunto presentan la amplia mayoría del potencial de carbono en la región. Sin embargo, las regiones que contienen turberas y cobertura de manglar son particularmente densas en carbono, lo que apunta a la importancia de su conservación. Finalmente, los pastizales, sabanas y matorrales representan un potencial de carbono agregado importante. Además, como se verá más adelante, este bioma es más resiliente ante las perturbaciones que produce el cambio climático, por lo que puede tener un rol creciente en algunos países.

a En el capítulo 1 se discute la capacidad de los distintos tipos de bosques de la región para contribuir a la captura neta de carbono. En este recuadro se presenta en cambio el potencial de carbono según bioma y su extensión en la región.

## Bosques

Considerados de manera conjunta, los bosques de América Latina y el Caribe cumplen un rol central en el bienestar por los servicios ecosistémicos que brindan en la región, por su contribución a la mitigación del calentamiento global y por representar un aspecto clave de la cultura e identidad de las comunidades. Entre los servicios locales de mayor importancia se encuentran la provisión de alimentos y materiales, la regulación climática local y la purificación del aire y del agua.

En primer lugar, los bosques son el sostén de una biodiversidad prominente. Esto está asociado a la complejidad estructural de las cubiertas forestales, como la variabilidad horizontal y vegetal de las copas de los árboles, que permite el establecimiento de una mayor diversidad de especies (Davies y Asner, 2014; Penone et al., 2019). Los bosques primarios son de particular relevancia puesto que muestran diferencias cualitativas y una diversidad significativamente mayor que los bosques secundarios (aquellos en recuperación, luego de una perturbación humana) y que las plantaciones forestales (Barlow et al., 2007).



### **Los bosques primarios tienen un valor destacado puesto que muestran diferencias cualitativas y una diversidad significativamente mayor que los bosques secundarios y que las plantaciones forestales**

La riqueza de los bosques en diversidad de especies y en cantidad de especímenes contribuye a la alimentación y la salud de las personas. Los bosques proveen productos forestales no madereros, utilizados con fines alimentarios (carne de cacería, insectos, frutos y hongos), para vestimenta y herramientas (pieles animales, fibras vegetales) y de salud (plantas, bacterias y hongos medicinales). Los productos medicinales extraídos o resultado de investigaciones sobre los bosques son de importancia global. Por ejemplo, del total de fármacos aprobados en el mundo para el tratamiento de enfermedades entre 1981 y 2006, el 28 % eran productos naturales o derivados de estos, mientras que el 24 % se sintetizaron a partir de los mismos (Cao y Kingston, 2009; Newman y Cragg, 2007).

Los bosques brindan servicios de vital importancia para la regulación del clima global y local. Como ya se destacó, a nivel global contribuyen a la mitigación del cambio climático a través de la captura

y almacenamiento de carbono. La superficie total de bosques en pie en América Latina y el Caribe se estima en 9,3 millones de km<sup>2</sup>, equivalente a un 46 % de su territorio<sup>3</sup> (Potapov et al., 2022). Por su parte, la extensión total de coberturas forestales naturales, aquellas que nunca fueron gestionadas intensivamente, equivale al 37 % de la región (ver el capítulo 1).

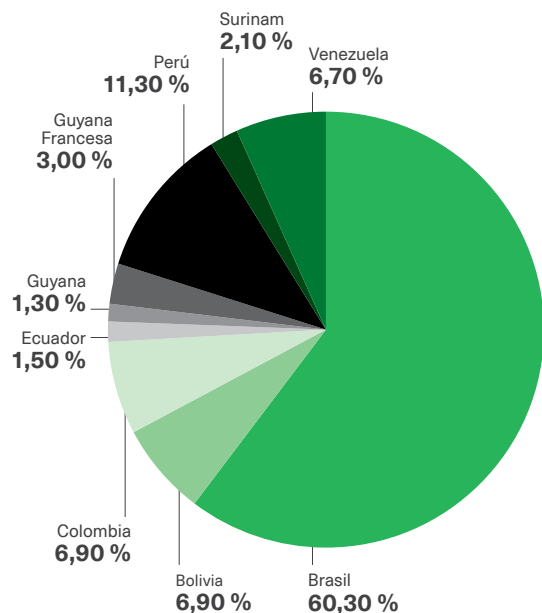
La cobertura boscosa de la región está representada principalmente por los bosques tropicales en la cuenca del río Amazonas, el bosque costero atlántico, el bosque tropical montañoso de los Andes, los bosques bajos de Venezuela y las Guayanas, y los

bosques templados patagónicos de Argentina y Chile. Entre ellos, el Amazonas destaca por ser el bosque tropical más grande del mundo, con una biodiversidad prominente. Está atravesado a su vez por el río Amazonas, que con 7000 km de extensión es el más largo y caudaloso del mundo (ver la figura 3.1).

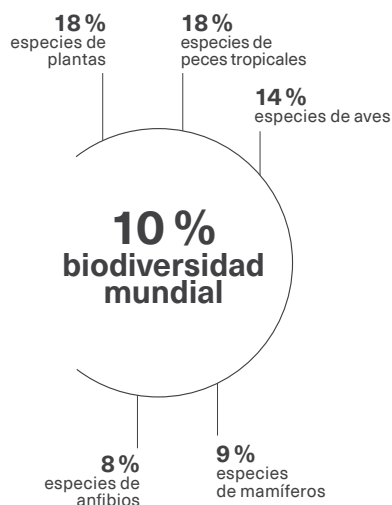
● ●  
**La superficie total de bosques en América Latina y el Caribe es de 9,3 millones de km<sup>2</sup>, equivalente a un 46 % de su territorio**

**Figura 3.1**  
 El Amazonas y su biodiversidad

**Panel A.**  
 Distribución de la superficie del bosque del Amazonas



**Panel B.**  
 Participación en la biodiversidad mundial



**Nota:** La figura muestra cómo se distribuye entre países el territorio total del Amazonas (panel A) y datos relevantes sobre la biodiversidad que alberga este bosque (panel B).

**Fuente:** Elaboración propia con base en Ferreira (2023); Guayasamin et al. (2021); Vergara et al. (2022); Zapata-Ríos et al. (2021).

<sup>3</sup> Se consideran aquí las zonas con una cobertura arbórea superior al 30 % y una altura de copas promedio superior a 30 metros. Esto no es equivalente a la superficie de los biomas de bosques, que comprenden una superficie de 12,1 millones de km<sup>2</sup> en ALC. Existen bosques en pie fuera de los biomas de bosques y parte de la cobertura de estos biomas no presenta bosques en pie.

El Amazonas tiene un rol de gran importancia en la regulación del clima global, por la cantidad de carbono almacenado en sus árboles y suelos (Pan et al., 2011). Además, cumple una función central en la regulación del ciclo hídrico en Sudamérica por su gran capacidad de almacenamiento y evaporación del agua. El bosque retiene agua de las corrientes de viento provenientes del océano Atlántico y las almacena en sus cuerpos de agua y vegetación. Con la evaporación, se forman nubes que, gracias al viento, producen lluvia en todo el Cono Sur (Spracklen et al., 2012) y llegan incluso al norte de Estados Unidos. De esta forma, el Amazonas contribuye a la productividad agrícola de la región y a la sostenibilidad de la vida humana (Ferreira, 2023).



**El bosque del Amazonas contiene por sí solo un stock de carbono equivalente a nueve años de emisiones por el uso de combustibles fósiles a nivel mundial**

### **Pastizales, sabanas y matorrales**

Las ecorregiones caracterizadas por una presencia significativa de pastizales naturales comprenden un amplio conjunto de ecosistemas, desde aquellos con ausencia casi total de árboles, pasando por sabanas pobladas por árboles dispersos, hasta regiones arbustivas con mosaicos de pastizales y vegetación arbórea (Veldman et al., 2015). Los biomas de pastizales, sabanas y matorrales son posiblemente los que menor atención reciben en los esfuerzos de conservación a nivel global. Parte de la causa ha sido el desconocimiento sobre el origen y función de estos ecosistemas, puesto que son habitualmente mal interpretados como etapas tempranas en la formación de bosques o como manifestaciones de tierras degradadas (Bond, 2016; Silveira et al., 2020).

Estos ecosistemas presentan un conjunto diverso de condiciones ambientales, desde extremos climáticos caracterizados por alta aridez y temperaturas extremas incapaces de sostener bosques de manera natural hasta regiones definidas por la continua competencia entre cobertura boscosa y de pastizales.

En el origen de los pastizales naturales (o pastizales de crecimiento antiguo), hay una combinación de factores que limitan el establecimiento de vegetación leñosa: temperaturas extremas, regímenes de precipitaciones monzónicas, que favorecen los eventos de incendios naturales, y presencia de grandes herbívoros (Bond y Parr, 2010; Veldman et al., 2015). Comprender el rol de estos factores resulta central para los esfuerzos de conservación.

Los pastizales son el hogar de una importante biodiversidad, que, aunque menor en cantidad de especies y poblaciones que la de los bosques, muestra un gran endemismo, con múltiples especies que cuentan con adaptaciones para habitar las características particulares que ofrecen (Bond y Parr, 2010; Parr et al., 2014). Además de proveer el hábitat para esta diversidad, los pastizales ofrecen un conjunto de servicios ecosistémicos clave y diferenciados: servicios de polinización, de importancia para cultivos aledaños; servicios de moderación del clima, por reflejar una fracción mayor de la energía solar (mayor albedo) que la cobertura boscosa y reducir la absorción de calor; y servicios de infiltración de agua a las napas, puesto que sufre una relativamente baja evapotranspiración en comparación con la cobertura de bosques. Finalmente, tienen un alto potencial de captura y almacenamiento de carbono en el suelo que, a diferencia del carbono contenido en la biomasa sobre la superficie del suelo, presenta una alta estabilidad y bajo riesgo de ser liberado ante episodios de sequía o incendios (Dass et al., 2018; Silveira et al., 2020; Veldman et al., 2015).



**Los pastizales naturales son una fuente de sustento crítica para las comunidades rurales de la región, que basan en ellos la alimentación del ganado vacuno, ovino y caprino**

Las ecorregiones de matorrales, sabanas y pastizales de América Latina y el Caribe se encuentran principalmente en Sudamérica, donde abarcan una extensión superior a 5 millones de km<sup>2</sup>. Entre los ecosistemas más representativos están el Cerrado, en Brasil; el Gran Chaco, en Bolivia, Paraguay y Argentina; las pampas de Argentina, Uruguay y el sur de Brasil, y Los Llanos, en Colombia y Venezuela. Sin embargo, también hay regiones de pastizales

naturales en mosaicos en otros biomas y en paisajes mixtos agrícolas-naturales. Los pastizales naturales son una fuente de sustento crítica para las comunidades rurales de la región, que basan en ellos la alimentación del ganado vacuno, ovino y caprino. A su vez, estas especies representan una fuente clave de alimentos y vestimenta para estas comunidades.

## Humedales

Los humedales interiores o de agua dulce (para distinguirlos de ecosistemas costeros, descritos más adelante) son extensiones que se encuentran sumergidas de manera intermitente, ya sea por causa de precipitaciones estacionales, ciclos plurianuales o fluctuaciones de mareas. Siendo el agua la característica definitoria de estos ecosistemas, resultan de vital importancia para la provisión de servicios ecosistémicos clave, como el sostén a la biodiversidad, la regulación del ciclo hídrico y la purificación del agua.

La saturación hídrica que caracteriza a los humedales resulta en una gran capacidad de almacenamiento y captura de carbono, dado que la pobre oxigenación del suelo ralentiza la descomposición de la materia orgánica. Cuando el ritmo de descomposición es menor que el de crecimiento de la nueva vegetación, se conforman turberas con alto contenido de carbono orgánico en el suelo (Moomaw et al., 2018). Dichas turberas globalmente constituyen uno de los mayores stocks de carbono almacenado, estimado en 450 gigatoneladas (GtC), en tan solo un 3 % de la superficie terrestre (Joosten et al., 2016). Se calcula que América Latina y el Caribe alberga entre un 4,4 % y un 12 % de la extensión global de turberas.

Si bien los humedales representan importantes almacenes de carbono y tienen una capacidad de captura que no decae con el tiempo, también son naturalmente una fuente importante de emisiones de metano. Este es un gas de efecto invernadero mucho más potente que el dióxido de carbono, aunque con persistencia en la atmósfera más breve (alrededor de 10 años). Globalmente, se estima que los humedales de agua dulce son responsables de entre un quinto y un cuarto de las emisiones de metano globales, lo que supera a las emisiones combinadas

de la extracción y uso de combustibles fósiles y los basurales (Moomaw et al., 2018).

## ●● Los humedales brindan servicios importantes de adaptación, principalmente moderando los ciclos hídricos

Debido a este delicado balance entre la gran cantidad de carbono almacenado que tienen los humedales naturales, su capacidad de captura de CO<sub>2</sub> y sus importantes emisiones de metano, la evidencia más reciente apunta a la importancia de mantener los humedales naturales en buen estado de preservación. En contraste, la restauración de humedales degradados que conservan poco carbono en el suelo o la creación de nuevos (por ejemplo, resultado de la construcción de presas) puede conflictuar con las estrategias de mitigación al cambio climático debido a las emisiones de metano (Taillardat et al., 2020).

Los humedales también brindan servicios importantes de adaptación, principalmente moderando los ciclos hídricos, absorbiendo las precipitaciones abundantes y ralentizando su escurrimiento en épocas secas.

Los humedales de agua dulce son el hogar de una fracción importante de la biodiversidad global, a la vez que brindan hábitat transitorio y alimentos a numerosas especies de animales terrestres y aves migratorias (Gopal et al., 2000). Asimismo, proporcionan alimentos y un hábitat reproductivo del que dependen múltiples especies de peces. La cuenca amazónica cuenta con más de 3000 especies de peces identificadas, la mayor diversidad entre las cuencas de la región, seguida de la cuenca del Orinoco (1000 especies). La mayoría de los humedales de la región albergan especies endémicas que presentan una distribución territorial acotada debido a la estabilidad de las condiciones ambientales que estos proporcionan respecto a las regiones próximas. A su vez, se estima que esa estabilidad fue relevante para proveer refugio a numerosas especies ante fluctuaciones climáticas a través de las eras geológicas (Wittmann et al., 2015).





Las ecorregiones dominadas por humedales en América Latina y el Caribe cubren 760.000 km<sup>2</sup> (Dinerstein et al., 2017)<sup>4,5</sup>, emplazados principalmente en tres regiones de Sudamérica: el Amazonas,

donde las ecorregiones de selva anegada ocupan el 60 % de los humedales de la subregión; el sistema Bañados de Utuquis-Gran Pantanal, con 170.000 km<sup>2</sup> de extensión; y el delta del Paraná, con 17.500 km<sup>2</sup>.

## El rol de los ecosistemas costeros y marinos

Como se describe en el capítulo 1, los océanos cumplen un rol central en la regulación del clima global a través de la absorción de calor y carbono de la atmósfera. El agua tiene una gran capacidad para almacenar calor, lo que permite a los océanos captar gran parte del excedente de energía atrapado por los gases de efecto invernadero, moderando así el aumento de las temperaturas. Los océanos son también un importante sumidero de carbono, principalmente a través del mecanismo conocido como bomba de solubilidad. Esta se refiere a la captura de carbono a través de la disolución de gases y la subsecuente formación y disolución de sales. Además, gracias a su prominente biodiversidad, los océanos capturan carbono a través de otro mecanismo conocido como bomba biológica. Este funciona a través de la acción de organismos marinos que realizan fotosíntesis, transformando carbono inorgánico en biomasa, que en parte se almacena en las profundidades del océano. En conjunto, se estima que los océanos han capturado una cuarta parte de las emisiones de carbono humanas totales (IPCC, 2022c).

El término carbono azul se refiere a los flujos de carbono en ecosistemas marinos que pueden ser administrados para la mitigación del cambio climático (IPCC, 2022c). En la actualidad, las políticas de carbono azul están centradas en la restauración y conservación de los ecosistemas costeros con vegetación: los manglares, los pastos marinos y las marismas. Estos ecosistemas tienen un elevado contenido de carbono en relación con su superficie, aunque el potencial de mitigación global de las políticas para su restauración y protección se estima modesto (Bindoff et al., 2019)<sup>6</sup>. Sin embargo, pueden aportar importantes cobeneficios a las comunidades costeras, en términos

de adaptación al cambio climático y de sostenibilidad de las actividades económicas que dependen de ellos. Por lo tanto, son consideradas políticas particularmente valiosas para la respuesta al cambio climático en los países de Mesoamérica y el Caribe que tienen un vínculo particularmente estrecho con las costas.



### Los manglares, pastos marinos y las marismas tienen importantes beneficios en términos de adaptación al cambio climático por parte de comunidades costeras

Cabe destacar que las contribuciones de los océanos a la mitigación del cambio climático traen aparejadas importantes consecuencias negativas para los ecosistemas costeros y marinos y para las actividades económicas que de ellos dependen. Como se discute en el capítulo 1, el aumento en la temperatura y el nivel del agua, la acidificación y la creciente frecuencia e intensidad de las tormentas son los principales canales por los que el cambio climático degrada estos ecosistemas. A la vez, los servicios para la adaptación que proveen manglares y arrecifes de coral se vuelven cada vez más relevantes.

El ecosistema de manglar está situado en las costas marinas y estuarios, en la mitad superior de la zona intermareal. El gráfico 3.2 muestra la presencia de manglar en las costas de la región. Los países con mayor extensión de manglares son Brasil y México, con

4 Cálculos de estimación propia a partir de datos de Dinerstein et al. (2017). Para mayor detalle sobre la metodología de cálculo, consultar el apéndice del capítulo disponible en línea.

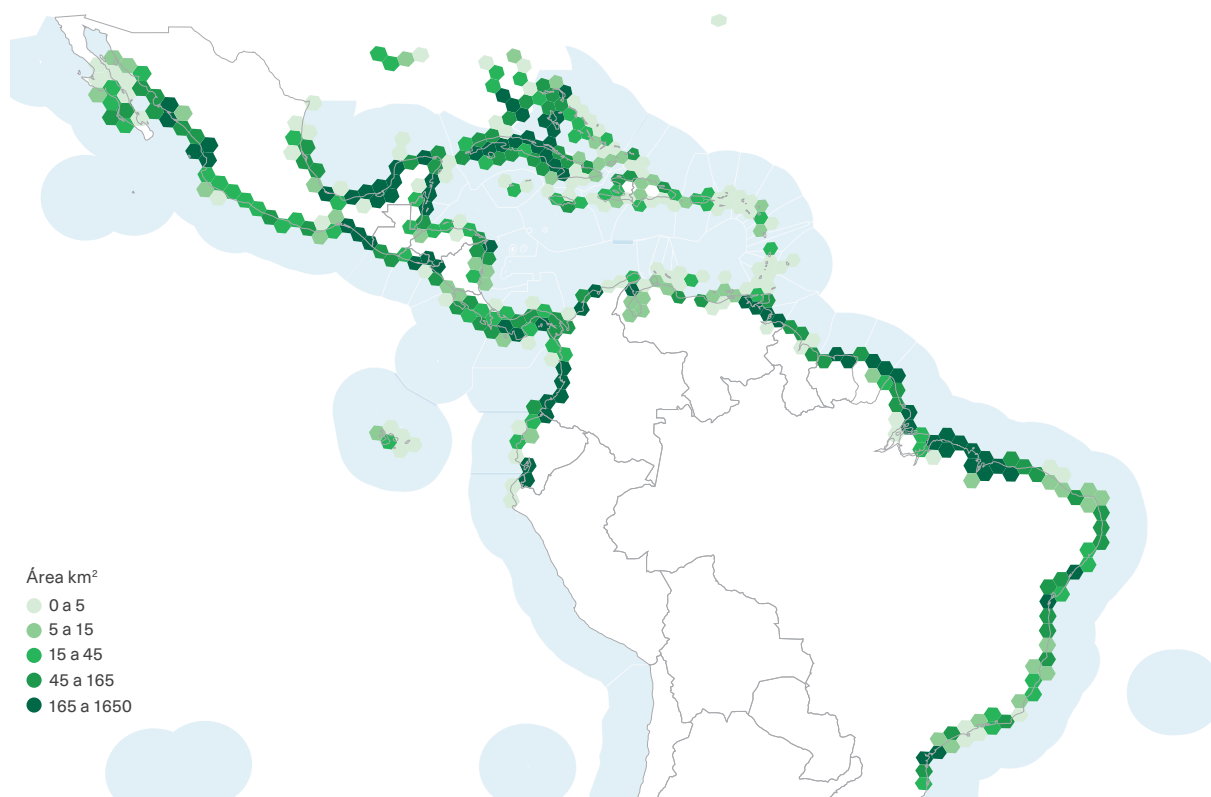
5 La extensión total de humedales se estima en 930.000 km<sup>2</sup> (Reis et al., 2017), puesto que también se encuentran contenidos dentro de otras ecorregiones. Este es el caso de las vegas situadas en regiones andinas y de los bañados en la región del Gran Chaco (distribuida entre Argentina, Bolivia y Paraguay).

6 Las dificultades de medir adecuadamente los flujos de carbono capturado, la captación de carbono orgánico capturado en otros ecosistemas cuenca arriba y las posibles emisiones de metano y óxido nitroso son algunas de las variables que dificultan la capacidad y medición adecuada del potencial de mitigación de las estrategias de carbono azul (Williamson y Gattuso, 2022).

11.300 km<sup>2</sup> y 9900 km<sup>2</sup>, respectivamente, seguidos por Cuba (3500 km<sup>2</sup>), Colombia y Venezuela (2800 km<sup>2</sup>). Sin embargo, Cuba, Panamá y El Salvador se destacan por la participación de manglares en su superficie total (entre el 2 % y el 3 %). Los manglares están compuestos de manera predominante por un conjunto de especies arbóreas y arbustivas, que cuentan con adaptaciones para subsistir en condiciones de salinidad, saturación hídrica e inundación por mareas (Hopley, 2010). Tienen un elevado potencial de carbono por unidad de superficie, duplicando en promedio el stock de carbono contenido en bosques tropicales (gráfico 1 del recuadro 3.4)<sup>7</sup>.

Los manglares son un tipo particular dentro de los ecosistemas de humedales y comparten la característica de poder capturar carbono indefinidamente, incluso una vez que se encuentra en estado de equilibrio (con biomasa por hectárea estable) (Leal y Spalding, 2022). También comparten la característica de ser una fuente de emisiones de metano, que, aunque resulta menor por las condiciones de salinidad del ecosistema, puede contrarrestar en hasta un 20 % la contribución de estos ecosistemas a la captura anual de carbono (Rosentreter et al., 2018).

**Gráfico 3.2**  
Distribución de los manglares



**Nota:** El gráfico muestra la distribución de manglares en ALC en 2020. Dado que los bosques de manglar son superficies pequeñas con relación a la superficie de la región, estos se representan a través de hexágonos de mayor tamaño para una mejor visualización. El color indica la superficie de manglares dentro de cada hexágono, medida como km<sup>2</sup>. Los colores van del amarillo, donde la superficie de manglares es inferior a 5 km<sup>2</sup>, a verde oscuro donde supera los 165 km<sup>2</sup>. Para las zonas donde no hay manglares no se presentan hexágonos.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos georreferenciados de Global Mangrove Watch (Bunting et al., 2022) y Flanders Marine Institute (2019) para delinear las zonas económicas exclusivas.

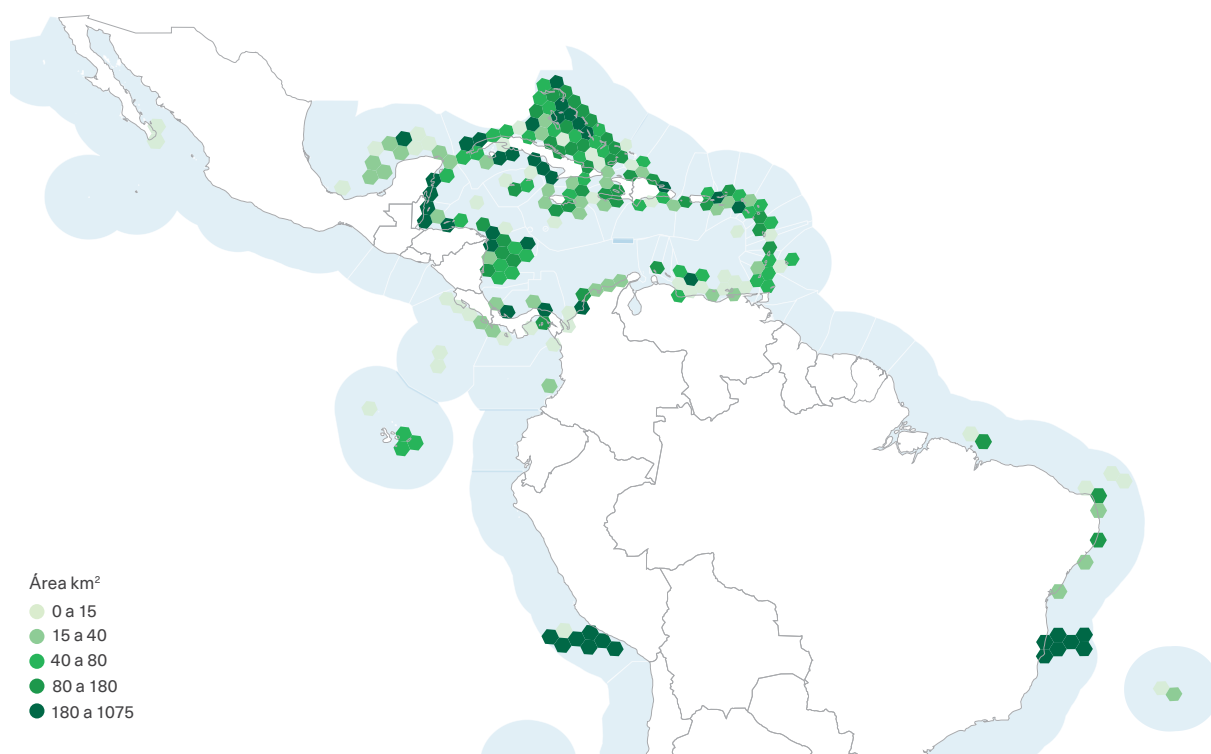
<sup>7</sup> Las estimaciones sobre el stock de carbono de los ecosistemas de manglar son variables. Donato et al. (2011) calculan que llega a ser hasta cuatro veces superior por hectárea a la de los bosques tropicales (contando el carbono total almacenado en biomasa por encima y debajo de la superficie y en el suelo).

Los arrecifes son ecosistemas sumergidos conformados por estructuras de carbonato de calcio que produce un grupo de especies de coral. Los arrecifes de aguas cálidas se encuentran en las regiones tropicales de aguas cristalinas, cálidas y poco profundas, en su mayoría a un máximo de 40 m de profundidad, debido a que requieren de una gran exposición a la luz solar para su subsistencia. Por otro lado, los corales de aguas frías se encuentran en aguas profundas, hasta los 3000 m, y se presentan en todas las latitudes. Tanto los corales de aguas cálidas como los de aguas frías conforman estructuras que se acumulan lentamente a lo largo de los siglos, ofreciendo el hábitat del que dependen numerosas especies. Los de aguas cálidas se acumulan a un ritmo más rápido

y conforman barreras que reducen la erosión costera (Hoegh-Guldberg et al., 2017). A su vez, estos se presentan en un rango acotado de condiciones ambientales, particularmente de temperatura, luminosidad y profundidad, por lo que son muy susceptibles al cambio climático (Kennedy et al., 2013).

● ●  
**Los arrecifes de coral protegen a las poblaciones costeras de eventos climáticos extremos, proveen el hábitat de numerosas especies y son un atractivo turístico clave para la región**

**Gráfico 3.3**  
 Distribución de los arrecifes de coral



**Nota:** El gráfico muestra la distribución de los arrecifes de coral de aguas cálidas en ALC. Dado que los arrecifes de coral son superficies pequeñas con relación a la superficie de la región, estos se representan a través de hexágonos de mayor tamaño para una mejor visualización. El color indica la superficie de manglares dentro de cada hexágono, medida como km<sup>2</sup>. Los colores van del amarillo, donde la superficie de los arrecifes es inferior a 15 km<sup>2</sup>, a verde oscuro, donde supera los 180 km<sup>2</sup>. Para las zonas donde no hay arrecifes de coral no se presentan hexágonos.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos georreferenciados de Burke et al. (2011) para los arrecifes de coral y Flanders Marine Institute (2019) para delinear las zonas económicas exclusivas.

Uno de los servicios más importantes que ofrecen los ecosistemas de arrecifes y manglares es el de albergar una biodiversidad prominente. En particular, proveen el hábitat para la reproducción y crecimiento de numerosas especies de peces, crustáceos y moluscos de valor comercial, tanto de aquellos que se capturan en los propios ecosistemas como los que se pescan aguas adentro de los mares. Además, la biodiversidad y la belleza natural de estos ecosistemas son un atractivo turístico clave para la región.



### **Los manglares apoyan la pesca comercial de numerosas especies de peces y camarones, y brindan protección en las costas ante la mayor incidencia de tormentas asociada al cambio climático**

Un reciente reporte de la Alianza Global de los Manglares analiza el valor de la producción de 37 especies comercializables. Este análisis estima que la presencia de manglares en todo el mundo apoya la producción anual de casi 600.000 millones de juveniles, pertenecientes a 32 especies comerciales de peces y camarones, y más de 100.000 millones

de individuos de cuatro especies de cangrejos y una especie de bivalvo. En América Latina y el Caribe, la cantidad de ejemplares de peces potenciados por los manglares se estima superior a los 100 billones, mientras que la restauración de hábitat en las regiones actualmente degradadas o bajo otros usos de suelo se estima que traería aparejado un incremento de 7,8 millones de ejemplares anualmente (Worthington y Spalding, 2018).

Los manglares y arrecifes también son importantes para la prevención de la erosión costera, una función clave para la adaptación al cambio climático de cara a incrementos en el nivel del mar y a la mayor intensidad y frecuencia de las tormentas. Algunas estimaciones recientes encuentran que los manglares reducen en promedio la altura de las olas provocadas por el viento en un 31 % y las provocadas por ciclones en un 60 % (Narayan et al., 2016). En América Latina y el Caribe, los manglares disminuyen anualmente los daños por inundaciones en más de USD 12.000 millones y protegen a casi 1 millón de personas (Menéndez et al., 2020; Worthington y Spalding, 2018). Por su parte, los arrecifes de coral son capaces de reducir en un 97 % la energía de las olas que llegan a la costa y en un 84 % la altura de las mismas (Ferrario et al., 2014; Moomaw et al., 2018).

## **Radiografía de la degradación de los ecosistemas y de sus causas**

La actividad humana degrada la naturaleza y los servicios ecosistémicos que brinda a través de una combinación de canales directos, que suelen categorizarse en el cambio en el uso del suelo, la sobrexplotación de los recursos, la contaminación y la introducción de especies invasoras. La importancia de estos canales varía entre regiones. En el continente americano, el cambio en el uso del suelo es el principal responsable, seguido por la sobrexplotación (Díaz y Malhi, 2022).

A estos canales directos se suma el impacto que la actividad humana tiene sobre los ecosistemas a través del cambio climático (IPBES, 2019). El capítulo 1 introduce las interrelaciones entre el cambio climático y la biodiversidad. En particular, destaca cómo el cambio climático constituye una amenaza para los ecosistemas, a través del impacto de las temperaturas extremas, las sequías prolongadas y la creciente frecuencia e intensidad de las tormentas, entre otras perturbaciones.



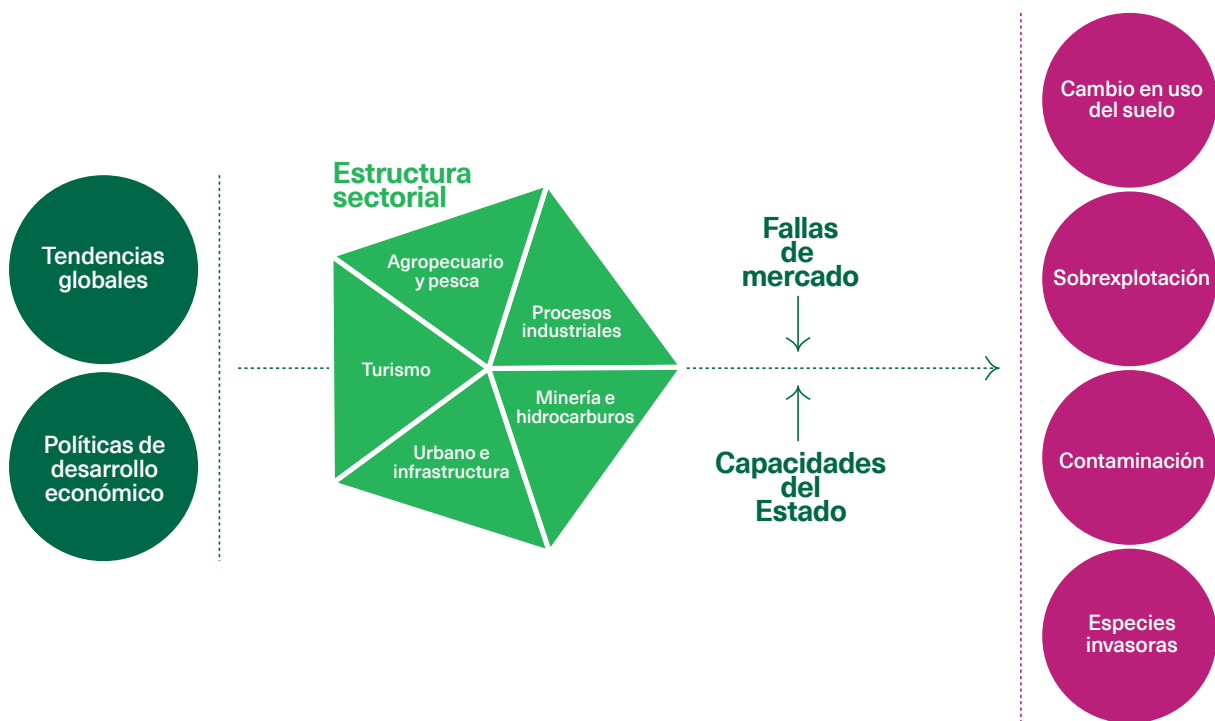
## La actividad humana degrada la naturaleza a través del cambio en el uso del suelo, la sobreexplotación de los recursos, la contaminación y la introducción de especies invasoras

La importancia relativa de los canales directos de degradación está asociada a la estructura sectorial de las economías de la región y a un conjunto de factores habilitantes. Las tendencias de producción y consumo globales y la respuesta de los países a

ellas, a través de sus políticas de desarrollo económico, determinan la importancia relativa de los sectores productivos. A su vez, dichos sectores tienen un impacto sobre los ecosistemas, cuyo alcance está determinado por la presencia de fallas de mercado (externalidades, bienes públicos y problemas de información) y por las capacidades de los Estados para diseñar y hacer cumplir políticas públicas conducentes a un desarrollo sostenible. La interrelación entre canales directos, sectores y factores habilitantes se presenta de manera esquemática en la figura 3.2.

**Figura 3.2**

Canales directos de la degradación de los ecosistemas, sectores productivos y factores habilitantes



Fuente: Elaboración propia.



## El cambio en el uso del suelo y otros canales de degradación de los ecosistemas

### Cambio en el uso del suelo

El cambio en el uso del suelo, mediante la deforestación, el drenaje de humedales y el reemplazo de pastizales naturales para fines de aprovisionamiento y producción de alimentos, resulta en la pérdida y fragmentación del hábitat de numerosas especies y procesos ecológicos. También tiene como consecuencia la pérdida de servicios ecosistémicos y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Para cuantificar la magnitud del cambio en el uso del suelo en la región, se utilizan datos de Gauthier et al. (2021), que clasifica los suelos en natural, seminatural, pastoreo, cultivos y asentamientos. La categoría natural designa regiones sin presencia humana ni impactos significativos, mientras que la seminatural se refiere a superficies con baja presencia humana y uso de baja intensidad. Las categorías restantes se consideran antrópicas, por encontrarse bajo usos humanos continuos y de alta intensidad<sup>8</sup>.

El gráfico 3.4 muestra los tipos de uso de suelo de toda la región en 2017 (Gauthier et al., 2021). La mayor parte (el 55 %) de la superficie de la región tiene un uso antrópico dominante, mientras que el 6 % se conserva en estado natural y el 39 %, en seminatural. Como se reporta en el panel E del mismo gráfico, la conservación de ecosistemas en estado natural o seminatural varía significativamente entre regiones. En Sudamérica alcanza el 48 %, mientras que en Mesoamérica y el Caribe es del 27 % y el 19 %, respectivamente.

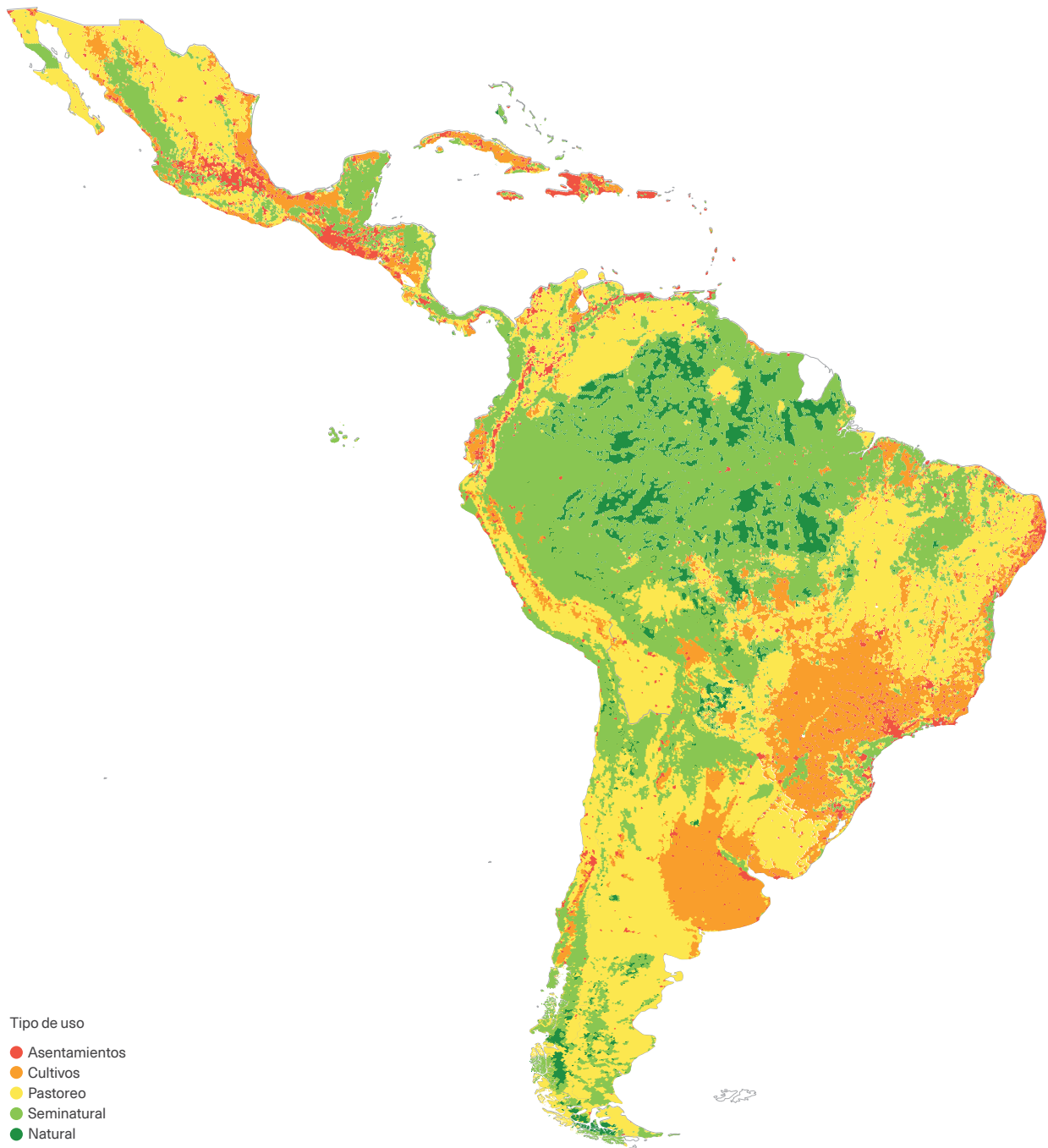
● ●  
**En Sudamérica los ecosistemas en estado natural o seminatural cubren el 48 % de la superficie de la región, mientras que en Mesoamérica y el Caribe es del 27 % y el 19 %, respectivamente**

<sup>8</sup> Para mayor detalle en la clasificación de suelos de Gauthier et al. (2021), ver las aclaraciones respecto al gráfico 3.4 en el apéndice del capítulo disponible en línea.

### Gráfico 3.4

Uso antrópico del suelo en 2017 por tipo de ecorregión

Panel A.  
Total



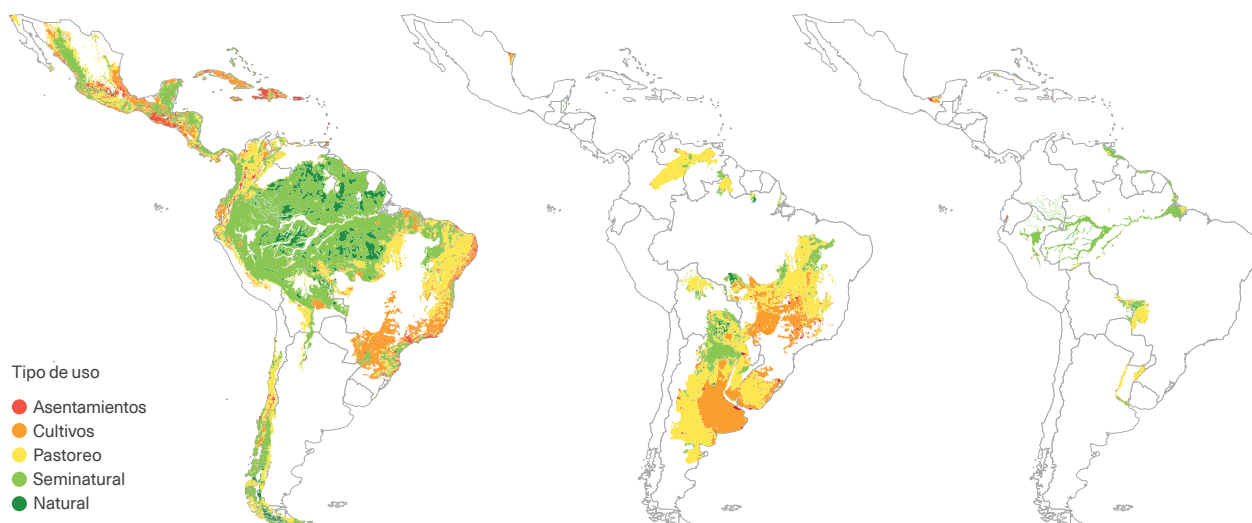
Continúa en la página siguiente →



**Panel B.  
Bosques**

**Panel C.  
Pastizal, sabana, y matorral**

**Panel D.  
Humedales**



**Panel E.  
Distribución por subregión y cobertura natural predominante**

			Caribe	Mesoamérica	Sudamérica	Total
Total	Asentamiento	●	38,0	11,5	3,0	4,4
	Cultivos	●	34,7	18,7	15,7	16,3
	Pastoreo	●	8,5	43,1	33,8	34,6
	Seminatural	●	18,2	26,7	41,0	39,0
	Natural	●	0,6	0,1	6,6	5,7
Bosque	Asentamiento	●	40,5	14,5	3,6	5,7
	Cultivos	●	36,9	22,6	11,8	13,7
	Pastoreo	●	7,0	24,9	19,8	20,3
	Seminatural	●	15,6	37,9	54,6	51,7
	Natural	●	0,1	0,1	10,2	8,7
Pastizal	Asentamiento	●	-	10,2	2,2	2,2
	Cultivos	●	-	47,6	30,3	30,4
	Pastoreo	●	-	15,6	52,1	52,0
	Seminatural	●	-	26,6	14,0	14,0
	Natural	●	-	0,0	1,4	1,4
Humedal	Asentamiento	●	10,6	20,6	1,4	1,9
	Cultivos	●	29,5	66,7	2,3	4,0
	Pastoreo	●	28,9	8,4	23,9	23,6
	Seminatural	●	30,9	4,3	69,7	67,9
	Natural	●	0,0	0,0	2,7	2,6

**Nota:** El gráfico muestra el uso antrópico del suelo en 2017. El panel A muestra ese indicador en toda la región, mientras que los paneles B, C y D lo hacen para las coberturas de bosques, pastizales y humedales, respectivamente. El panel E muestra los valores del uso del suelo para el conjunto de cada una de estas coberturas (filas) y cada una de las subregiones de ALC (columnas). Los valores están expresados como porcentaje y representan la participación que tiene cada tipo de uso antrópico en cada combinación de cobertura-subregión (p. ej., el dato de la fila 7-columna 1 nos dice que el 36,9 % del territorio del Caribe que pertenece a un ecosistema de bosque fue utilizado en 2017 para cultivo). Las ecorregiones consideradas dentro de bosques, pastizales y humedales, y los países de cada subregión de ALC se pueden consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Gauthier et al. (2021) y Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

### Recuadro 3.5

#### Determinantes del cambio de uso del suelo

Los principales usos alternativos de suelo que impulsan la pérdida de coberturas naturales pueden categorizarse en: 1) producción de alimentos para consumo humano, 2) producción de alimentos para generación de energía, 3) producción de fibras y madera, y 4) ocupación del suelo por infraestructura y ciudades. En esta categorización, el énfasis se encuentra en el propósito del consumo humano que tiene cada parcela en lugar de la actividad desarrollada en ella. Por ejemplo, la producción de energía tiene una categoría propia a pesar de basarse en productos agrícolas que podrían destinarse a la alimentación (por ejemplo, biodiésel de soja y palma aceitera).

La presión sobre el uso del suelo aumenta con el crecimiento poblacional y el consumo per cápita mientras que disminuye con los aumentos de la productividad, que reducen la superficie requerida para generar una unidad de producción. A su vez, el cambio en la composición de la dieta promedio, en favor de una mayor proporción de calorías de origen animal conforme aumenta el nivel de ingresos, resulta en un incremento en la demanda de suelo debido a la pérdida de eficiencia en la conversión de calorías (o proteínas) vegetales a calorías animales. La especie animal también resulta de gran relevancia, puesto que la conversión alimenticia es muy variable y, en general, decreciente con el tamaño, pudiendo ser más de cuatro veces menor para ganado vacuno que para aves.

En un estudio de los motores del cambio de uso del suelo agrícola, Alexander et al. (2015) encuentran que entre 1961 y 2011 el aumento global en el uso de suelo fue de 625 millones de hectáreas, lo que representa cerca de un tercio de la superficie total de América del Sur. Este incremento es atribuido a la alimentación humana (vegetal y animal, de 535 millones de ha), la bioenergía (35 millones) y los desperdicios (25 millones). Para el consumo de alimentos, el crecimiento en el uso de tierras ocasionado por el cambio en la composición de la dieta promedio es equiparable a un crecimiento poblacional un 50 % mayor al observado. En contraste, el notable aumento en los rendimientos agropecuarios logrados por mejoras en productividad e intensificación en el uso de insumos permitió contrarrestar un 90 % el incremento en la demanda del suelo para alimentación.

Los datos revelan que la pérdida y fragmentación del hábitat en América Latina y el Caribe se encuentra fuertemente vinculada al sector agropecuario: el 35 % de la superficie de la región se encuentra afectado al pastoreo y el 16 % a cultivos. Por su parte, los asentamientos humanos ocupan el 4 % del territorio. Si bien la importancia del sector agropecuario se mantiene, el Caribe tiene un patrón de uso del suelo diferente al promedio regional. En esta subregión, la superficie dedicada al pastoreo es considerablemente menor (8 %), mientras que la dedicada a los cultivos (35 %) y los asentamientos humanos es mayor (38 %).



**La pérdida y fragmentación del hábitat en América Latina y el Caribe se vincula principalmente al sector agropecuario: el 35 % de su superficie se dedica al pastoreo y el 16 % a cultivos**

El sector agropecuario y de silvicultura atiende numerosas y crecientes demandas de la sociedad: alimentación, madera para la construcción, pulpa de papel, fibras para vestimenta (lana y algodón), energía en la forma de carbón vegetal y biocombustibles (ver el recuadro 3.5).

Tanto el uso específico que se da al suelo como el tipo de ecosistema modificado determinan el nivel de degradación producido y las emisiones generadas (Felipe-Lucía et al., 2020; Kleijn et al., 2009). Por ejemplo, la producción de ganado cuya alimentación se basa en los pastizales puede considerarse un uso menos intensivo del suelo que los cultivos estacionales, puesto que es compatible con una mayor diversidad de especies vegetales y animales en el lugar. Sin embargo, el uso pastoril sí requiere de una drástica modificación del ecosistema cuando se desarrolla en bosques porque requiere deforestar e introducir especies foráneas de pastizales.

Los paneles B, C y D del gráfico 3.4 muestran los usos del suelo en las ecorregiones que tienen como cobertura predominante bosques, pastizales, sabanas y matorrales, y humedales. Como se explicó en el apartado anterior, estas son coberturas con una gran importancia para la captura y almacenamiento de carbono a nivel global, tanto por su densidad de carbono como por su extensión. En conjunto, las ecorregiones agrupadas en las tres coberturas representan el 86 % de la superficie de América Latina y el Caribe. Como se verá más adelante, si bien todas ellas muestran una importante afectación a usos productivos, es significativamente mayor en pastizales, sabanas y matorrales, donde alcanza un 85 % del total, respecto a bosques y humedales, con el 40 % y el 30 %, respectivamente.

El 39 % de la superficie de las ecorregiones de bosques de América Latina y el Caribe tiene un uso de suelo preponderantemente antrópico (20 % dedicado al pastoreo; 14 %, a cultivos y 6 %, a asentamientos), mientras que el 52 % se encuentra en estado seminatural y el 9 % en estado natural. El estado relativamente conservado se debe mayoritariamente al bioma amazónico, aunque incluso este presenta claras pérdidas en la frontera sur y suroriental (ver el recuadro 3.6). Los bosques templados del sur de la Patagonia, de menor extensión, también presentan todavía una importante porción en estado natural o seminatural, al igual que extensiones significativas en el suroriente de México, el oriente de Honduras y en Costa Rica y Panamá. Estos últimos, aunque

de menor superficie, resultan significativos para el pasaje de fauna y los corredores de aves entre Sudamérica y Mesoamérica. En contraste, los bosques del oriente de Sudamérica, los restantes de Mesoamérica y los del Caribe muestran un uso mayoritariamente antrópico, que alcanza un 84 % en esta última subregión.



### **En los últimos 20 años, los bosques de América Latina y el Caribe experimentaron pérdidas netas de un 5 % (47 millones de ha), lo que equivale a 1,2 veces la superficie de Paraguay**

La principal razón detrás de la pérdida de bosques en América Latina y el Caribe es la deforestación para la actividad agropecuaria, que abarca el 34 % de la superficie total. Dentro de esta actividad, resulta notorio que en Sudamérica y Mesoamérica el uso pastoril representa un quinto y un cuarto de la superficie de los biomas de bosques totales, respectivamente. Se observan grandes superficies de tierras en ecorregiones de bosques afectadas a usos humanos en gran parte de Colombia, estableciendo un corredor en la región occidental de la cordillera de los Andes hacia el sur en Perú. Ese es también el caso en la frontera sur del Amazonas brasileño y, virtualmente, en la totalidad de las ecorregiones de bosque atlántico, que comprenden biomas de bosques tropical y subtropical, húmedo y seco. En el Caribe, prácticamente toda la superficie del bioma de bosques tiene ahora un uso humano, con participaciones similares del uso agropecuario (44 %) y los asentamientos humanos (41 %).

## Recuadro 3.6

### Deforestación en el Amazonas<sup>a</sup>

En la década de 1970 se inició un proceso de transformaciones profundas en el Amazonas por causa de la deforestación en gran escala, irrumpiendo en un ecosistema hasta entonces preservado por milenios. Actualmente, el Amazonas tiene un 15 % menos de superficie boscosa que en el pasado. Brasil es el país con el mayor grado de deforestación con respecto a la superficie original que contaba la Amazonia (21 % del área). Le siguen Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, con una pérdida de alrededor del 10 %, mientras que Guyana, Guyana Francesa, Surinam y Venezuela han perdido menos del 4 % de la superficie amazónica con la que contaban.

La deforestación del Amazonas es preocupante tanto por la pérdida de bosque y biodiversidad que implica en lo inmediato como por la posibilidad de que se alcance un punto de inflexión a partir del cual los propios mecanismos de equilibrio ecológico generen en el área un proceso de desertificación que podría ser irreversible (ver el recuadro 1.2). Lovejoy y Nobre (2019) estiman que este punto de inflexión podría activarse con la pérdida de entre el 20 % y el 25 % de su superficie boscosa.

La expansión de la frontera agropecuaria es la principal causa directa de la deforestación del Amazonas. En Brasil y Bolivia, este proceso se dio primero con la introducción del cultivo de la soja, seguido por la conversión del bosque en terrenos de pastura para la ganadería. La actividad ganadera también es relevante en la deforestación en Colombia y Perú. Con un menor impacto, la expansión de las plantaciones de coca ha impulsado la deforestación en Bolivia, Colombia y Perú, y la producción de aceite de palma lo ha hecho en Ecuador y Perú.

La explotación forestal y la minería son otras causas de deforestación, aunque en menor escala. La industria forestal se concentra en la extracción de “mahogany (mogno)” e “ipe”, ya que el resto de las especies de árboles tiene poco valor comercial. La minería se enfoca en la extracción de oro, principalmente en Guyana, Guyana Francesa, Surinam y Venezuela.

**Cuadro 1**  
Deforestación del Amazonas por país

País	Área de bosque amazónico	Área (miles de km <sup>2</sup> )	Proporción preservada como bosque primario	Área perdida (miles de km <sup>2</sup> )	Principales motivos de deforestación
Todos los países	100 %	6.387	85 %	960	Ganadería, madera, coca, aceite de palma, minería
Bolivia	6,9 %	442	92 %	35	Ganadería, soja
Brasil	60,3 %	3.859	79 %	810	Ganadería, soja
Colombia	6,9 %	442	88 %	53	Ganadería, coca
Ecuador	1,5 %	96	90 %	10	Aceite de palma
Guyana Francesa	1,1 %	70	97 %	2	Minería de oro
Guyana	3,0 %	192	99 %	2	Madera, minería de oro
Perú	11,3 %	723	92 %	58	Coca, aceite de palma, cacao
Surinam	2,1 %	134	96 %	5	Minería de oro
Venezuela	6,7 %	429	96 %	17	Minería de oro

Fuente: Ferreira (2023).

La tala de árboles en el Amazonas está altamente regulada en la mayoría de los países, por lo que deforestación que ocurre en la actualidad es principalmente ilegal. Por ejemplo, se estima que en Brasil apenas alrededor del 3 % al 4% de la deforestación anual es legal (Valdiones et al., 2021). La deforestación es llevada a cabo sobre todo por pequeños y medianos productores agropecuarios y mineros que trabajan a pequeña escala, quienes suelen vincularse con redes legales e ilegales de gran tamaño para la comercialización de los bienes obtenidos. El primero es el caso, por ejemplo, de ganaderos en Brasil que venden su producto a empresas formales, que después comercializan el ganado como propio (Abreu, 2022), y el segundo, el de los productores de coca con organizaciones del narcotráfico en Colombia y Perú.

Además de la pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos, la deforestación en el Amazonas genera externalidades negativas por la contaminación del aire (debido al uso de incendios para eliminar la vegetación) y del agua (debido al uso de mercurio en la actividad minera). El problema de fondo es que, a pesar de ser una actividad ilegal y con altos costos sociales, la deforestación sigue siendo una actividad rentable para quienes participan en la explotación económica del Amazonas.

a. Este recuadro está basado en el documento "Amazon deforestation: drivers, damages, and policies", elaborado por Alipio Ferreira (2023) como parte de los insumos comisionados para este reporte.

La expansión de los usos antrópicos del suelo en los bosques continúa a ritmo acelerado en ALC, lo que se manifiesta en las tasas observadas de deforestación. A principios de siglo, la región presentaba una extensión total de bosques de 979 millones de ha, aproximadamente equivalente a la superficie conjunta de Bolivia y Brasil<sup>9</sup>. Sin embargo, en el transcurso de 20 años, experimentó pérdidas netas de un 5 % (47 millones de ha), lo que equivale a 1,2 veces la superficie de Paraguay. Estas pérdidas fueron muy variadas entre países. Paraguay es, por amplio margen, el que presenta mayor tasa de pérdida, ya que alcanza al 25 % de la superficie de bosques que tenía en pie en el año 2000, seguido por Argentina, que se sitúa en el 10 %. Sin embargo, Brasil es el mayor contribuyente en términos absolutos a la deforestación de la región, con 3 de cada 5 ha de bosque perdidas en ese período (ver el gráfico 3.5). Las pérdidas brutas registradas son mayores y alcanzan un 6,5 %, es decir, 63 millones de ha, un valor superior a las pérdidas netas, que consideran la expansión de las plantaciones de árboles y el crecimiento de bosques en áreas agropecuarias en desuso. Si bien estas

áreas permiten ralentizar la pérdida neta de cobertura boscosa, registran un menor valor de biodiversidad respecto al bosque primario perdido.

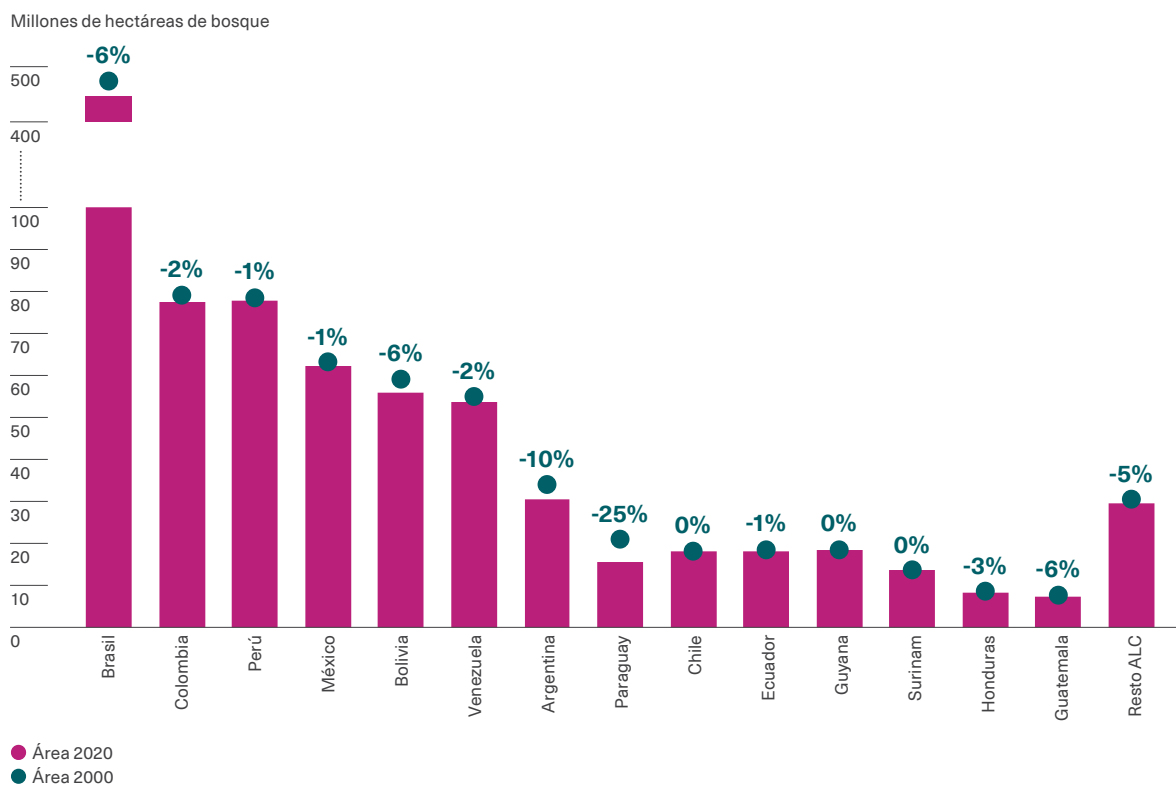
Las ecorregiones de pastizales, sabanas y matorrales de América Latina y el Caribe son las más afectadas a usos humanos: en 2017, solo un 15 % se encontraba en estado natural o seminatural (ver el gráfico 3.4). Más de la mitad de la superficie total se destina al pastoreo, mientras que las superficies cultivadas representan cerca de un tercio del total.

La pérdida de coberturas naturales en pastizales se ralentizó de manera notoria a partir del 2000, mostrando un ritmo de pérdida de 3000 km<sup>2</sup> anuales entre ese año y 2017, en comparación con los 15.000 km<sup>2</sup> anuales registrados entre 1980 y 2000. Sin embargo, en el período más reciente se observa una notable intensificación del uso del suelo, puesto que la participación de los cultivos anuales creció a expensas del uso pastoril, pasando de representar un 29 % a un 36 % del total de superficie bajo uso antrópico (ver el gráfico A.3.1 en el apéndice del capítulo disponible en línea).

<sup>9</sup> Las estimaciones de Potapov et al. (2022) son realizadas a partir del análisis de imágenes satelitales con una resolución de 30 m por 30 m. Estos resultados fueron calculados considerando como bosques aquellas grillas con una cobertura arbórea mayor al 30 % y con árboles de una altura mayor o igual a 5 m.

### Gráfico 3.5

#### Deforestación en América Latina y el Caribe entre 2000 y 2020



**Nota:** El gráfico muestra la cantidad (en millones) de ha de bosques para cada país en los años 2000 (círculo), 2020 (barra) y el cambio porcentual entre ambos períodos. La categoría "resto de ALC" incluye los 33 países que integran la CELAC, exceptuando los representados individualmente en el gráfico.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Potapov et al. (2022).

En lo que respecta a las ecorregiones de humedales, el porcentaje afectado a usos antrópicos es relativamente bajo, con menos del 30 % del total. Sin embargo, hay una gran heterogeneidad entre regiones, que comprende desde las coberturas con menor impacto en la cuenca amazónica hasta las regiones afectadas casi de manera total en el delta del Paraná. De hecho, una vez que se excluyen los humedales del bioma amazónico, el porcentaje de suelo bajo uso antrópico en ecorregiones dominadas por humedales alcanza el 65 %. En Mesoamérica, mientras tanto, menos del 5 % del total se encuentra fuera de usos antrópicos.

El uso pastoril domina en esta cobertura, representando el 80 % del uso antrópico total. Entre 2000

y 2017 registró un incremento del uso antrópico cercano al 8 %. Además, se evidencia una continuada intensificación del uso de suelo, puesto que la superficie afectada a cultivos muestra un crecimiento cercano al 40 % en ese periodo (ver el gráfico A.3.2 en el apéndice del capítulo disponible en línea).

Mas allá de los impactos directos en los humedales a través del cambio en el uso del suelo, estos ecosistemas pueden verse afectados por actividades humanas distantes cuando las mismas influyen en los cauces de agua que contribuyen al sistema. Por ejemplo, el emplazamiento de infraestructura urbana cuenca arriba de un delta puede afectar a los humedales por alterar los ciclos hídricos naturales y el aporte de sedimentos

que estos reciben. Por esto, resulta difícil cuantificar el grado de afectación de estos ecosistemas de manera completa, y la evaluación de factores puramente locales es insuficiente (Pittock et al., 2015; Reis et al., 2017).

El uso urbano y el emplazamiento de la infraestructura de transporte representa una fracción muy pequeña de la superficie usada en el conjunto de la región (4,4 %), aunque ocupa el 38 % de la superficie de los países del Caribe. Se destaca por tratarse de la transformación más profunda de los ecosistemas en los que se ubica. Además, su expansión puede tener impactos profundos en ecosistemas muy valiosos debido a que la belleza natural es una característica muy valorada por el mercado, pero sujeta a grandes externalidades. Radeloff et al. (2010) ofrecen un ejemplo de lo anterior al documentar que la tasa de crecimiento de viviendas en el entorno de áreas protegidas de Estados Unidos excede el promedio nacional en un 50 %, con un detrimento significativo en su capacidad de salvaguardar la biodiversidad. Otro ejemplo son los incentivos a la expansión urbana a lo largo del litoral, que tienen grandes implicancias para procesos ecológicos claves de los ecosistemas costeros, como el pasaje de fauna y la hidrología de la que depende la captura de carbono de marismas y manglares (Dafforn et al., 2015; Heery et al., 2018).

Es importante destacar el rol del modelo de gestión de cada actividad en los resultados ambientales que produce. Las prácticas específicas que se llevan a cabo pueden mitigar de manera significativa los impactos que la actividad ejerce sobre el ambiente. En el ámbito urbano, por ejemplo, se está incorporando cada vez más la protección de la biodiversidad dentro de las ciudades y la mitigación del impacto ambiental que estas tienen en el entorno natural como un objetivo clave de las políticas debido a un mayor entendimiento del alcance que tienen las contribuciones de la naturaleza sobre sus residentes (ver el recuadro 3.7 en el último apartado de este capítulo).

Asimismo, la producción agrícola diversificada, en particular los sistemas agroforestales con rotación de cultivos, tiene menos impacto en la biodiversidad porque permite el establecimiento de comunidades de aves e insectos en los parches forestales (ver el capítulo 2). Esta mayor diversidad y número de aves e insectos brindan mayores servicios de polinización que benefician a los cultivos. A su vez, la diversidad de cultivos y su rotación resultan en una menor

incidencia de las plagas a través del establecimiento de cadenas tróficas. Sin embargo, este modelo productivo puede conflictuar con la biodiversidad en la medida en que se desaprovechan economías de escala que afectan los rendimientos agropecuarios e implican que se necesita una mayor superficie para mantener la misma producción.



## **El uso urbano y el emplazamiento de la infraestructura de transporte es la modificación más profunda de los ecosistemas en los que se ubica**

Además del gran porcentaje de superficie afectado a usos humanos, las áreas de América Latina y el Caribe que todavía presentan un bajo nivel de perturbaciones se encuentran cada vez más fragmentadas y desconectadas. En ocasiones, el grado de fragmentación puede alcanzar niveles tan críticos que comprometen la subsistencia de comunidades de especies vegetales y animales. Esto ocurre, primero, porque la superficie de los reductos de hábitat conservados es insuficiente para alimentar y albergar a poblaciones de tamaño suficiente para asegurar la variabilidad genética que requiere su subsistencia a largo plazo; y, segundo, porque la falta de conectividad entre las regiones naturales impide el movimiento de especies a través de gradientes latitudinales y altitudinales, lo que se considera crucial de cara al aumento de la temperatura global. Si bien resulta difícil estimar los mencionados niveles críticos, este fenómeno es reconocido como un mecanismo central en la pérdida de biodiversidad y ha recibido el nombre de deuda de extinción (Halley et al., 2014; Ridding et al., 2021; Tilman et al., 1994; Wearn et al., 2012).

### **Sobrexplotación**

La sobrexplotación de recursos naturales se refiere a la extracción o uso de recursos naturales renovables por encima de la tasa sostenible, es decir, aquella que permite mantener el nivel de extracción de manera sostenida en el tiempo. Esta es otra causa importante de la degradación de los ecosistemas y de la pérdida de biodiversidad en la región.

La sobreexplotación es un fenómeno característico en la industria pesquera debido a que los derechos de propiedad sobre los cuerpos de agua son difusos. En el caso de aguas continentales, los lagos y ríos suelen servir a la vez de líneas de frontera entre países o divisiones administrativas dentro de estos, lo que dificulta la gobernanza sobre los recursos compartidos. En el caso de los océanos, una parte mayoritaria de la superficie corresponde a aguas internacionales en las que todos los países gozan del mismo derecho de acceso y uso. A estas dificultades contribuye la característica de que los recursos pesqueros se mueven atravesando territorios sujetos a distintas regulaciones, capacidades del Estado y niveles de explotación.

La sobrepesca tiene grandes consecuencias para los ecosistemas acuáticos que van más allá de la reducción de las existencias de peces de interés comercial, puesto que, al reducir el stock de las especies explotadas, se altera el balance de la cadena alimenticia y se habilita el establecimiento de especies invasoras. Además, las especies afectadas por la pesca incidental pueden verse incluso más amenazadas porque su subsistencia no reviste interés comercial. Un caso emblemático de Mesoamérica es la pesca del pez totaba en el golfo de California, que ha llevado virtualmente a la extinción a la vaquita de mar, un cetáceo de tamaño y distribución similar al pez (Morell, 2017). En el Caribe, la sobrepesca y la degradación de los arrecifes de coral están empujando a muchas especies de peces, algunos de gran valor comercial (como atunes y meros) hacia la extinción (Linardi et al., 2017). En América del Sur la pesquería más grande del mundo por volumen, la anchoveta, se ha visto expuesta a colapsos en 1973, 1983 y 1988 (FAO, 2016).



## La sobreexplotación es un fenómeno característico en la industria pesquera debido a que los derechos de propiedad sobre los cuerpos de agua son difusos

Otros sectores fuertemente asociados a la sobreexplotación son el turismo y la extracción de recursos forestales no madereros. En los países insulares del Caribe, por ejemplo, el turismo es un sector clave para la economía, motivado en gran medida por la belleza natural de sus playas, donde la biodiversidad presente

en los manglares y arrecifes de coral constituyen un atractivo central. Sin embargo, la llegada masiva de visitantes es una forma de sobreexplotación que amenaza a estos delicados ecosistemas. La erosión y el daño físico ocasionado por visitas masivas, la contaminación de las embarcaciones motorizadas y la destrucción del hábitat por el desarrollo costero son algunos de los mecanismos que afectan estos ecosistemas y comprometen los servicios que brindan (IPBES, 2019).

Finalmente, en el sector agrícola, a la sobreexplotación de los recursos hídricos se suma la gestión intensiva e inadecuada de suelos. Esta puede considerarse también un caso de sobreexplotación, puesto que resulta en la pérdida de nutrientes y la degradación de sus propiedades (compactación, baja permeabilidad, etc.), lo que se conoce como “minería de suelos”.

## Contaminación

La contaminación del aire, el agua y los suelos es resultado de residuos o desechos generados durante la extracción de recursos naturales, la producción y el consumo de bienes y servicios. Es una externalidad negativa que afecta al bienestar humano no solo a través de la degradación de los ecosistemas y los servicios que proveen, sino también por su impacto directo sobre la salud humana.

Los contaminantes del aire más comunes son las partículas finas en suspensión, el ozono troposférico, el monóxido carbónico, los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno (OMS, 2021), los cuales son nocivos para la biodiversidad y la salud humana. A su vez, el agua está afectada por los desechos que contienen altas concentraciones de nutrientes (como el nitrógeno y el fósforo), los microorganismos patógenos, los desechos plásticos, los contaminantes orgánicos persistentes y los metales pesados. El enriquecimiento de nutrientes en los ecosistemas acuáticos favorece las poblaciones de algas y microorganismos, las cuales reducen el contenido de oxígeno en el agua, lo que se conoce como eutrofización. Esto puede ocasionar graves impactos en las comunidades de peces e invertebrados, incluyendo las llamadas “zonas muertas”, que se han documentado en ecosistemas marinos desde 1960 (Díaz y Rosenberg, 2008).







## La contaminación del aire, el agua y los suelos es resultado de residuos o desechos generados durante la extracción de recursos naturales, la producción y el consumo de bienes y servicios

La presencia de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados en el agua y en el aire, incluso en concentraciones muy pequeñas, pueden tener grandes impactos en la biodiversidad y en la salud humana debido a que se acumulan en los tejidos a lo largo de su vida, lo que se conoce como bioacumulación. Además, se presentan en concentraciones crecientes en los eslabones superiores de las cadenas alimenticias, lo que se conoce como biomagnificación. Todo ello resulta en un incremento de la morbilidad y mortalidad en estas especies y en efectos nocivos para la salud humana cuando se utilizan para la alimentación (Secretaría del Convenio de Estocolmo, 2017). El mercurio se destaca por su elevado potencial de biomagnificación (Córdoba-Tovar et al., 2022) y por tener drásticas consecuencias sobre la salud de las personas, incluyendo impactos sobre el desarrollo neurológico (POEA y PNUMA, 2019). Las emisiones antrópicas de mercurio, un metal pesado, resultaron en un incremento de las concentraciones ambientales estimadas en un 450 %, exponiendo en particular a comunidades de la cuenca amazónica y del Caribe muy dependientes de la pesca para su alimentación (POEA y PNUMA, 2019).

Los sectores de extracción de hidrocarburos y minería, además de tener un peso importante en el calentamiento global por su elevado consumo energético (ver el capítulo 2), están muy asociados a la contaminación del aire y del agua a nivel local. La extracción de hidrocarburos, además, produce significativas emisiones de GEI por causa del gas metano, cuyo almacenamiento o transporte hacia sitios de consumo en ocasiones no es rentable, por lo que se libera a la atmósfera de manera directa o se quema en el lugar. Incluso en los casos en que se utiliza este gas, es casi inevitable que se produzcan fugas en una magnitud difícil de medir. Por su parte, la minería superficial afecta la calidad del aire principalmente por la liberación de partículas finas, mientras que afecta los cuerpos de agua por la introducción de metales pesados. En particular, el mercurio es un insumo clave en la minería artesanal del

oro, responsable de un 38 % de las emisiones globales (POEA y PNUMA, 2019), contaminando tanto el agua como el aire. La quema de carbón mineral y otros combustibles fósiles y de biomasa es responsable de un cuarto de las emisiones de mercurio globales (POEA y PNUMA, 2019) y atiende las necesidades de energía de la industria y los hogares.

El sector agropecuario es una importante fuente de contaminación difusa sobre los cuerpos de agua. Entre los contaminantes principales, se encuentran los sedimentos en exceso, los nutrientes (potasio y fósforo) y el carbono orgánico disuelto. Con una importancia creciente en los procesos productivos de la región, los herbicidas tienen impactos perjudiciales para la salud de las poblaciones aguas abajo (Dias et al., 2023).

Las ciudades afectan a los ecosistemas en los que están insertas a través de emisiones de GEI y contaminantes locales del aire y del agua. El sector del transporte es responsable de cuantiosas emisiones de carbono y contaminantes locales, en particular cuando se basa en vehículos privados (ver el capítulo 2). En las ciudades, es habitual que se realice un procesamiento inadecuado e insuficiente de las aguas cloacales, que acaba perjudicando a los cuerpos de agua donde se desechan. El aporte de nutrientes excesivos provenientes de estos efluentes conduce a la eutrofización. A su vez, los productos químicos procedentes de artículos de limpieza disminuyen la capacidad de recuperación de los cuerpos de agua, alterando las comunidades de microorganismos que los habitan. El escurrimiento y la infiltración de precipitaciones en las ciudades son vehículo de contaminantes derivados del petróleo y de químicos de limpieza desechados en suelos urbanos.

El problema de la contaminación presenta grandes desafíos para la política pública debido a su naturaleza difusa y la multiplicidad de agentes involucrados, tanto en lo que respecta a las fuentes de polución como a quienes se ven perjudicados. Al intentar revertir la eutrofización de un curso de agua por causa del escurrimiento de nutrientes del sector agrícola, por ejemplo, es necesario identificar a todos los productores relevantes en la cuenca y el tipo de producción que realizan, así como monitorear las prácticas específicas que llevan a cabo. Aunque tiene gran relevancia para el bienestar humano y la salud de los ecosistemas, este espacio de políticas excede el foco de este capítulo.

## Especies invasoras

La introducción de especies invasoras, pestes y enfermedades altera el equilibrio de un ecosistema y puede dañar gravemente la biodiversidad prevalente en este. Su impacto en el cambio climático es menor que los canales antes expuestos y, por lo tanto, no forma parte del foco de este capítulo. No obstante, es importante reconocer que se trata de un fenómeno que requiere cada vez más la atención de las políticas públicas.

El uso pastoril del suelo frecuentemente involucra la introducción de especies foráneas de pastizales que presentan mayor productividad ante las condiciones climáticas locales. En general, estas especies pueden expandirse más allá de las regiones afectadas a la producción, compitiendo con especies nativas vegetales y alterando los ciclos de incendios naturales. Las ciudades y pueblos son actores importantes en la introducción de especies foráneas por el uso de plantas ornamentales y el uso de especies salvajes como mascotas y por favorecer el establecimiento de especies que se adaptan a los entornos urbanos (McKinney, 2006). El uso de especies salvajes como mascotas con frecuencia resulta en introducciones accidentales o deliberadas de especies foráneas en la naturaleza, lo que puede ocasionar grandes desequilibrios ecológicos (Gippet y Bertelsmeier, 2021; Lockwood et al., 2019). En el caso de plantas ornamentales, es difícil impedir su dispersión hacia áreas naturales con consecuencias de largo plazo desconocidas.

El cambio climático y ambiental puede afectar de manera significativa a la propagación y establecimiento

de especies invasoras a través de la modificación del rango territorial que estas pueden habitar. Por ejemplo, el aumento de la temperatura de los cursos de agua y el enriquecimiento de nutrientes contribuyen a la disminución de los niveles de oxígeno, lo que permite que aquellas especies más resistentes predominen en el ecosistema. Un caso notable es el del pez cabeza de serpiente, originario de Asia, que ha invadido hábitats acuáticos en América del Norte en parte gracias a su capacidad de respirar aire.

El transporte marítimo de mercancías es un vector importante para la dispersión de especies con potencial invasor entre las regiones conectadas. Los buques suelen transportar como lastre grandes volúmenes de agua marina con presencia de huevos y plancton. Su rol en la introducción de especies invasivas es creciente conforme disminuyen los tiempos de viaje entre orígenes y destinos, lo que favorece una mayor tasa de supervivencia al viaje de estos organismos (Costello et al., 2010). Un ejemplo de ello es la rapana venosa, un caracol de agua salada originario de Asia que se ha establecido en las costas de Sudamérica, posiblemente por acción del comercio marítimo. Esta especie afectó significativamente a servicios ecosistémicos de importancia en el delta del Río de la Plata, reduciendo las poblaciones de bivalvos de valor comercial, que, a la vez, contribuyen al filtrado y purificación del agua (IPBES, 2019).



**El transporte marítimo de mercancías es un vector importante para la dispersión de especies con potencial invasor entre las regiones conectadas**

## Factores habilitantes

El rápido crecimiento económico y poblacional es la tendencia más destacada del período que se inicia con la revolución industrial y tiene una implicancia directa en las demandas de la sociedad sobre la naturaleza. Una mayor población conlleva un mayor consumo agregado. Además, el incremento en el ingreso per cápita profundiza el aumento en la demanda. Por ejemplo, los productos de origen animal muestran una participación creciente en el gasto total

en alimentos a medida que aumentan los ingresos (Haushofer y Shapiro, 2016; Jayachandran, 2022; Worku et al., 2017). Esto genera presiones sobre el cambio de uso del suelo debido a que los productos animales son más intensivos en uso del suelo por unidad de producto. Además, el crecimiento de ingresos genera un aumento en la demanda de bienes y servicios de alta huella ambiental (p. ej., vivienda, transporte aéreo, prendas de vestir con ciclo de vida corto, etc.).

El desarrollo tecnológico también constituye una fuerza con implicancias globales para los ecosistemas, que pueden ser tanto positivas como negativas. Por una parte, permite aumentar la productividad y reducir los insumos requeridos para generar una unidad de producción (como se discute en el recuadro 3.5) al tiempo que ofrece técnicas con un menor impacto sobre el medio ambiente; por otra, genera nuevas maneras de extraer valor comercial a partir de los recursos naturales, en ocasiones facilitando prácticas perjudiciales para los ecosistemas. Por ejemplo, los cultivos genéticamente modificados incrementan los rendimientos agrícolas y favorecen la adopción de la siembra directa, que permite mejorar la gestión sostenible del suelo (ver el capítulo 2). Sin embargo, también hacen posible expandir la frontera agrícola hacia zonas donde otrora no era viable o rentable producir, afectando al cambio climático y la biodiversidad a través del cambio en el uso del suelo. Además, están asociados a la aplicación generalizada de herbicidas no selectivos, que pueden contaminar cursos de agua y ocasionar daños en la salud humana (Dias et al., 2023). Otro ejemplo de la intrincada relación entre los desarrollos tecnológicos y la degradación de los ecosistemas es el caso de los biocombustibles. Los avances que tienden a reducir los costos de producir biocombustibles tradicionales (por ejemplo, etanol y biodiésel) facilitan el reemplazo de fuentes fósiles con mayor intensidad de emisiones de carbono y otros contaminantes locales del aire. Sin embargo, su producción ya muestra una participación significativa y creciente del uso del suelo global y presiona sobre los ecosistemas a través del cambio en el uso del suelo<sup>10</sup>.

El conjunto de políticas de desarrollo económico que escogen los países también es un determinante de los impactos sobre los ecosistemas. A la luz de las tendencias globales y con base en las oportunidades que presentan las dotaciones de cada país, las sociedades y los Estados buscan satisfacer múltiples y diversos objetivos para atender a sus necesidades en un momento determinado. En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, las estrategias de desarrollo del siglo pasado se enfocaron en aprovechar sus recursos naturales, lo que convirtió a la región en una

potencia exportadora de alimentos, hidrocarburos y servicios turísticos (ver el capítulo 2). Sin embargo, las políticas que se siguieron priorizaron muchas veces las necesidades de corto plazo de la sociedad, como el combate a la pobreza y el crecimiento económico, a costa de la sostenibilidad del propio crecimiento y la preservación de los ecosistemas.



## **Las políticas de desarrollo de América Latina y el Caribe se enfocaron en aprovechar sus recursos naturales, priorizando las necesidades económicas de corto plazo, a costa de la sostenibilidad de la actividad económica y la preservación de los ecosistemas**

Tres aspectos con efectos negativos sobre los ecosistemas destacan en estas políticas. Primero, el uso generalizado de subsidios directos e indirectos a los sectores agropecuario, pesquero y energético, que, por su diseño, afectan a los ecosistemas al distorsionar los incentivos económicos de consumidores y empresas. Si bien estos subsidios podrían perseguir objetivos valiosos —como la soberanía alimentaria, la reducción de precios al consumidor y el fomento a las exportaciones—, en la práctica, pueden afectar a los ecosistemas cuando aumentan los retornos que obtienen los productores por el cambio de uso del suelo, la sobreexplotación de los recursos naturales y el empleo de prácticas no sostenibles. En el apartado que sigue, se discute la reforma de los subsidios como un ámbito dentro de las políticas basadas en mercados para la protección de los ecosistemas. Segundo, las inversiones para la expansión de la infraestructura de transporte en áreas con poca presencia humana previa han favorecido la degradación de los ecosistemas al facilitar el acceso a nuevos territorios. La expansión de carreteras y ferrocarriles induce a la relocalización de individuos y actividades productivas, lo que típicamente resulta en incrementos en la producción y degradación de los ecosistemas alcanzados (Asher

<sup>10</sup> Una hipótesis ampliamente debatida al respecto es que la relación entre desarrollo e impacto ambiental sigue un patrón de U invertida, donde el desarrollo económico a partir de cierto nivel está acompañado por un menor impacto ambiental, lo que se conoce como curva de Kutznets ambiental (Grossman y Krueger, 1991). Esto se basaba en la premisa de que la demanda por calidad ambiental es creciente con el nivel de ingresos y que los mayores ingresos habilitan inversiones en tecnologías de menor impacto. Sin embargo, el consenso actual sobre esta hipótesis señala que la evidencia de las últimas décadas sugiere una relación monótona entre desarrollo e impacto ambiental (Stern, 2017).

et al., 2020; Jayachandran, 2022). Finalmente, en algunos países se han brindado facilidades para el cambio de uso de suelo con fines productivos en terrenos públicos, mediante leyes o amnistías que permiten la titularización privada de terrenos en los cuales ha habido inversiones privadas.

El conjunto de políticas de desarrollo económico que se establecen en respuesta a las tendencias globales y a las dotaciones (o ventajas comparativas) de los países determinan su composición sectorial. Como muestra el capítulo 2, América Latina y el Caribe presenta una estructura sectorial y una integración comercial dominada por la producción agropecuaria, con algunas economías, como las de Venezuela, Brasil y Trinidad y Tobago, tradicionalmente intensivas en exportaciones de combustibles fósiles y las de una mayoría de los estados insulares del Caribe basadas en el turismo. La estructura sectorial de cada economía implica una vinculación con los canales directos de la degradación de los ecosistemas, cuyo impacto, a su vez, se encuentra determinado por la prevalencia de fallas de mercado y las capacidades que tienen los Estados para atenderlas.

Para analizar las fallas de mercado, resulta útil considerar por separado las áreas de propiedad privada y las de propiedad pública. Primero, el acervo de naturaleza que se encuentra en un área de propiedad privada genera un flujo de servicios ecosistémicos de variado alcance geográfico. Una parte de este flujo es recibido por quienes detentan la propiedad y usufructo del predio, mientras que otra parte constituye una externalidad positiva, puesto que los beneficiarios típicamente no contribuyen a los costos de conservación. Por lo tanto, al tomar decisiones de gestión, los explotadores solo consideran los costos y beneficios privados que resultan de la gestión de su propiedad y suelen escoger un nivel de conservación subóptima para la sociedad.

La degradación excesiva de los ecosistemas en sitios de propiedad privada puede ocurrir también por problemas de información, cuando no se conocen con certeza la totalidad de impactos que tienen sobre ellos las actividades humanas. Si bien los esfuerzos de investigación y desarrollo contribuyen a aumentar el acervo de conocimiento global, cerrar la brecha de conocimiento que afecta a individuos y empresas requiere de esfuerzos significativos y continuos. Además, ambos actores están con frecuencia sujetos

a choques y restricciones financieras que llevan a favorecer los retornos de corto plazo en lugar de privilegiar la sostenibilidad de sus actividades en el largo plazo. Esto es especialmente importante en contextos de bajos ingresos y acceso limitado al crédito.

## ● ● **Cuando los derechos de propiedad son difusos, los incentivos a la conservación están limitados debido a que los beneficios de esta ocurren en el futuro y sus beneficiarios son inciertos**

Los ecosistemas en sitios de propiedad pública, como es el caso de tierras del Estado, los acuíferos y los cuerpos de agua, enfrentan además una problemática específica asociada a los recursos de propiedad común. Estos se caracterizan por la “no exclusión”, que se refiere a la dificultad de limitar el acceso a los mismos, y la “rivalidad”, es decir, la explotación del recurso por parte de un agente reduciendo las posibilidades del resto para explotarlo. Por ejemplo, la explotación de carne de cacería en un bosque público puede ser difícil de impedir o controlar y el consumo de un animal de presa por parte de un poblador priva al resto de gozar de ese producto. En el caso de recursos de propiedad común, los incentivos son aún más adversos a la conservación puesto que, en ausencia de mecanismos de coordinación, no solo conducen a un nivel subóptimo de servicios ecosistémicos considerados en su conjunto, sino que, además, no tienden a maximizar los servicios de aprovisionamiento. Dicho de otro modo, la decisión unilateral de un poblador de usar con sostenibilidad el recurso puede tener un impacto nulo en la conservación.

Cuando los derechos de propiedad son difusos, los incentivos a la conservación están limitados debido a que los beneficios de esta ocurren en el futuro y sus beneficiarios son inciertos. En el caso de las tierras públicas, por ejemplo, los derechos de propiedad difusos se manifiestan porque en muchos casos están de facto habitadas y utilizadas por largos períodos de tiempo. Las comunidades originarias con derechos legítimos sobre las tierras que llevan modos de vida tradicionales conviven y se ven amenazadas por apropiaciones de tierras y el establecimiento de actividades económicas intensivas. Dado que los usuarios

no gozan de derechos de propiedad formales sobre el uso ni la venta de las tierras que en la práctica administran, tienen pocos incentivos para invertir en su conservación. Las políticas de transferencia de derechos de propiedad sobre tierras públicas pueden aliviar estos incentivos debido a que los retornos futuros de los esfuerzos de conservación pueden ser, en parte, capitalizados por los beneficiarios. Sin embargo, los Estados deben sopesar los incentivos que eso genera a futuro: en ausencia de información precisa y capacidad de mantener el control sobre otros territorios, estas políticas pueden motivar nuevas apropiaciones de tierras públicas.

Las capacidades del Estado son un determinante clave de los impactos de la actividad económica sobre los ecosistemas. Estas capacidades se manifiestan tanto en la calidad del diseño institucional y regulatorio, es decir, la medida en que estos reflejan los costos y beneficios sociales de las actividades económicas, como en la efectividad del Estado en asegurar el apego a dichas regulaciones. En comparación con las economías desarrolladas, los países de América Latina y el Caribe suelen tener regulaciones ambientales menos estrictas y, sobre todo, una menor capacidad para hacer cumplir las normas existentes.

## ●● **Los países de América Latina y el Caribe tienen menos capacidades estatales que las economías desarrolladas para hacer cumplir las normas ambientales existentes y evitar los impactos de la actividad económica sobre los ecosistemas.**

Cuando las capacidades estatales para monitorear y exigir el apego a las regulaciones son limitadas, la promulgación de regulaciones de protección a los ecosistemas es ineficaz. Además, pueden producirse dinámicas adversas a la conservación: a medida que se establecen explotaciones intensivas, que llevan a un nivel de degradación significativo, se reduce el valor de conservar el ecosistema, lo que conduce a una menor voluntad política para invertir en su protección. Por ejemplo, si la extracción ilegal de madera de valor comercial en un bosque protegido lo ha degradado en exceso, los responsables de las políticas pueden ser

más propensos a disminuir aún más los esfuerzos de monitoreo sobre la región e, incluso, quitar el estatus de protección al mismo. El recuadro 3.8, en el apartado siguiente, muestra el alcance de la efectividad regulatoria para detener la degradación del Amazonas, incluso en ausencia de cambios regulatorios estructurales.

En el Amazonas brasileño, la apropiación ilegal de tierras públicas y posterior titulación por parte del Estado es reconocida como una causa importante de la deforestación ilegal y el avance de la frontera agropecuaria sobre el bosque. Esto encuentra su origen en un marco regulatorio complejo e inconsistente, que ha permitido en ocasiones evadir las normas de conservación. Por ejemplo, el Catastro Ambiental Rural es un registro voluntario en el que individuos y empresas pueden declarar la posesión de facto de una parcela de tierras. Si bien no constituye un derecho de propiedad, ha sido utilizado en la práctica para demostrar antigüedad en la tenencia de la tierra y el uso productivo de esta, elementos centrales para los mecanismos de regularización de la propiedad. La deforestación de las parcelas es también utilizada como prueba de que quien detenta la tenencia ha invertido recursos y trabajo que incrementan su valor y mantiene un uso productivo (Carrero et al., 2022).

Debido a que las buenas prácticas ambientales típicamente resultan onerosas para la producción, la heterogeneidad en la protección ambiental afecta tanto la distribución de actividades económicas como la tecnología de producción escogida por las empresas en distintas regiones dentro de una misma industria. Así ha surgido el fenómeno conocido como “carrera hacia el fondo” en prácticas ambientales, que se refiere a la reasignación de prácticas contaminantes desde las economías desarrolladas hacia las menos desarrolladas, habilitado por la integración comercial. Si bien evaluar el efecto causal de la integración comercial en la relocalización de los impactos ambientales resulta desafiante, algunas evidencias del Tratado de Libre Comercio de América del Norte asociadas al comercio de autos usados con alta huella ambiental y la relocalización de industrias contaminantes resultado del endurecimiento de la regulación ambiental soportan esta hipótesis (Davis y Kahn, 2010; Jayachandran, 2022; Tanaka et al., 2022). Ese fenómeno puede llevar a una mayor degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad en América Latina y el Caribe.

# Políticas para la preservación y regeneración de los ecosistemas y la biodiversidad

A grandes rasgos, las políticas ambientales pueden organizarse en políticas de comando y control (o regulatorias), y políticas basadas en mecanismos de mercado. Las primeras funcionan a través de permisos, prohibiciones y fijación de estándares. Las segundas buscan cambios en los incentivos (costos o beneficios) para que individuos, comunidades y empresas tomen en cuenta en sus decisiones (internalicen) las externalidades que sus acciones producen sobre el medio ambiente. Entre las políticas de comando y control, se encuentran las prohibiciones o límites a la deforestación, incluidas en las leyes de bosques de la mayoría de los países de la región (ver, por ejemplo, el caso de Brasil en el recuadro 4.6) y, de manera más reciente, en las leyes de protección de los humedales.

A continuación, se analizan, el establecimiento de áreas protegidas (AP) que imponen restricciones a la actividad económica y los asentamientos humanos, así como la coadministración de recursos naturales de propiedad pública con la participación de comunidades locales y otros actores. Ambas son políticas de comando y control, pero mediante la asignación

de derechos de propiedad pueden generar incentivos para el uso sostenible de los recursos naturales. En cuanto a los mecanismos de mercado, estos incluyen los programas de pagos por servicios ecosistémicos (PSE); las certificaciones ambientales y acuerdos de la industria; y la reforma de subsidios a la actividad económica que tiene un impacto negativo en los ecosistemas.

Las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) son acciones de protección, gestión y restauración de los ecosistemas, que tienen el objetivo de responder a desafíos sociales de forma eficaz y adaptativa, beneficiando simultáneamente a las personas y a la naturaleza (UICN, 2023). Las SBN pueden estar basadas en políticas de comando y control, como la prohibición de desarrollos urbanos en zonas de valor ecosistémico, o en incentivos de mercado, por ejemplo, a través del uso de incentivos fiscales para el establecimiento de áreas verdes. El recuadro 3.7 describe las principales SBN para el ámbito urbano, en donde tienen un potencial alto (en el capítulo 2 se discuten SBN relativas al sector agropecuario).

## Políticas de comando y control

### Áreas protegidas

Las AP son la herramienta de mayor uso y visibilidad para la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Se trata de áreas geográficas con una delimitación clara, cuyo objetivo principal es la conservación de la naturaleza y de los servicios ecosistémicos y valores culturales asociados (Dudley, 2013).

Las AP sirven para mantener el funcionamiento natural de los ecosistemas, dar refugio a especies y preservar procesos ecológicos que no pueden sobrevivir en áreas terrestres o marinas sometidas a una intervención humana intensa (Dudley, 2013). Al proteger los ecosistemas, las AP preservan también los servicios ecosistémicos que estos

proporcionan. Por ejemplo, el 31 % del agua potable que se consume en Colombia procede del Sistema de Parques Nacionales Naturales de ese país, que es también un proveedor importante de agua para la irrigación del sector agrícola; lo mismo es el caso en Perú y Venezuela (Bovarnick et al., 2010). Las AP protegen monumentos y espacios naturales con importancia cultural y parques nacionales y áreas silvestres que ofrecen posibilidades de recreación y descanso. Esta protección puede tener un impacto relevante en el turismo sostenible. Las AP cubren destinos turísticos naturales de importancia en Argentina, Costa Rica, Ecuador, México y Perú. Por ejemplo, alrededor del 70 % de los turistas internacionales que viajan a Argentina y Perú visitan una AP (Bovarnick et al., 2010).

### **Recuadro 3.7**

#### **Soluciones basadas en la naturaleza para las ciudades**

Las SBN son una alternativa costoefectiva para responder a muchos de los retos de la adaptación al cambio climático en las ciudades de América Latina y el Caribe. Además, tienen el potencial de aportar cobeneficios ambientales, reduciendo el impacto de las ciudades en los ecosistemas en los que están insertas, aportando valor recreativo y cultural a los habitantes urbanos y contribuyendo a la mitigación al cambio climático.

Un servicio ecosistémico importante que la naturaleza puede aportar en los entornos urbanos es el de regulación de la temperatura. La presencia de bosques urbanos, arbolado en las calles y terrazas verdes permiten atenuar la temperatura local, principalmente a través de la sombra y la evapotranspiración. De este modo, la temperatura en áreas verdes urbanas puede ser en promedio 1°C inferior a la de los alrededores durante el día (Bowler et al., 2010). Las temperaturas de los techos cubiertos con terrazas verdes pueden ser 17-22°C más bajas que los convencionales y su adopción generalizada puede reducir la temperatura ambiente en toda la ciudad hasta 3°C (General Services Administration, 2011; Santamouris, 2014). Esta capacidad de regulación térmica puede reducir la demanda de energía para refrigeración lo que, junto a la captura de carbono del arbolado urbano, contribuye a la mitigación del cambio climático (Chen et al., 2023).

Las áreas y terrazas verdes también permiten disminuir los riesgos de inundación por tormentas, puesto que incrementan la infiltración a los acuíferos y ralentizan el escurrimiento de las lluvias. Las SBN para la regulación del agua buscan restaurar la hidrología de los entornos urbanos al estado previo a la urbanización, reduciendo así la capacidad requerida de infraestructura tradicional para desagüe fluvial. El análisis de las áreas verdes urbanas que considera los costos de inversión inicial y mantenimiento revela consistentemente la costoefectividad de estas iniciativas (McPherson et al., 2005).

Los manglares, los arrecifes de coral y marismas salinas brindan servicios de protección costera a los centros urbanos del litoral ante las inundaciones y la erosión ocasionados por las marejadas. Los arrecifes de coral y las marismas reducen la velocidad y la altura de las olas que llegan a la costa, minimizando la erosión que producen (Narayan et al., 2016). Las raíces densas de los manglares absorben la energía de las olas, a la vez que favorecen la sedimentación, regulando el aporte de nutrientes que reciben los océanos. La restauración de estos ecosistemas costeros son además una solución costoefectiva cuando se compara con la infraestructura tradicional alternativa. Los arrecifes, por ejemplo, pueden ser igual de efectivos, en tanto que el costo de su restauración es una fracción del que supone la construcción de defensas artificiales (Ferrario et al., 2014).

Para potenciar el uso de SBN, es necesario visibilizar los beneficios que la naturaleza puede brindar en los entornos urbanos, así como proveer a los tomadores de decisiones herramientas de medición que permitan una valoración acertada de sus beneficios e instrumentos para superar las restricciones financieras que limitan su adopción. En particular, el valor recreativo y cultural de la naturaleza urbana habitualmente se manifiesta en un incremento en el valor de las propiedades cercanas (Ardeshiri et al., 2016; Roberts et al., 2022; Wu et al., 2017), por lo que los instrumentos de captura de la valorización del suelo, como el impuesto predial, pueden ser una herramienta potente para posibilitar estas inversiones (Blanco Blanco et al., 2016; Central Park Conservancy, 2015; Escorza et al., 2023).





## Las áreas protegidas contribuyen a preservar los servicios que proveen los ecosistemas: el 31 % del agua potable que se consume en Colombia procede de su Sistema de Parques Nacionales Naturales

En la práctica, las AP pueden variar significativamente entre sí (incluso el nombre con el que se les designa cambia de un país a otro). Para facilitar su seguimiento, la UICN acordó la categorización que se presenta en el cuadro 3.2.

Las categorías de la UICN se suelen resumir en áreas de conservación estricta (I-IV) y de usos múltiples (V-VI). Las AP de conservación estricta restringen considerablemente la actividad económica y los asentamientos humanos, aunque algunas permiten la entrada a visitantes con motivos de recreación (II-IV). Por su parte, las AP de usos múltiples aceptan las actividades productivas sostenibles y pueden llegar a tener asentamientos humanos significativos.

La importancia de las AP en las estrategias de conservación de los países se refleja en los compromisos internacionales adquiridos en la Convención Sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas, tales como las metas de Aichi, definidas en 2010 con miras al 2020, y las Metas del Marco Mundial de Biodiversidad Kunming-Montreal, acordadas en 2022 para ser alcanzadas en el 2030 (ver el capítulo 4). En la meta 11 de Aichi, los países se comprometieron a cubrir como AP al menos el 17 % de sus áreas terrestres y aguas continentales y el 10 % de sus áreas marinas y costeras para el 2020. La meta 11 establece que estas áreas deben seguir una gestión eficaz y equitativa; ser representativas de las ecorregiones existentes, y estar bien conectadas e integradas a paisajes más amplios. La meta 3 del Marco Mundial de Biodiversidad se propone elevar al menos un 30 % la protección de los ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce del planeta para el año 2030<sup>11</sup>. Esta meta podría ser incluso conservadora, teniendo en cuenta que hay mucha incertidumbre en las estimaciones al respecto. De acuerdo con un estudio de la UICN, se requiere conservar entre el 30 % y el 70 % de la superficie total del planeta para detener y revertir la pérdida de biodiversidad y contribuir a la respuesta al cambio climático (Woodley et al., 2019).

### Cuadro 3.2

Categorías de áreas protegidas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Categoría	Objetivos principales de gestión
Categoría Ia - Reserva natural estricta	Protección de la biodiversidad y de rasgos geológicos o geomorfológicos. Permiten la investigación científica y el monitoreo.
Categoría Ib - Área silvestre	Conservación de áreas no modificadas por el hombre o ligeramente modificadas.
Categoría II - Parque nacional	Protección de procesos ecológicos a gran escala y recreación.
Categoría III - Monumento o característica natural	Protección de un monumento natural concreto.
Categoría IV - Área de gestión de hábitats o especies	Protección de hábitats o especies concretas que suele requerir de intervenciones activas.
Categoría V - Paisaje terrestre o marino protegido	Conservación de paisajes terrestres y marinos y recreación.
Categoría VI - Área protegida con uso sostenible de los recursos naturales	Conservación de ecosistemas y hábitats, mediante gestión sostenible de recursos naturales.

Fuente: Elaboración propia con base en Dudley (2013).

11 La meta 3 permite que estos niveles de protección se alcancen ya sea mediante AP o a través de otro mecanismo llamado áreas sujetas a "medidas efectivas de conservación basadas en zonas geográficas específicas" (OMECE, por sus siglas en inglés). Hasta el momento, no se han definido los criterios para establecer qué zonas se pueden catalogar como OMECE.

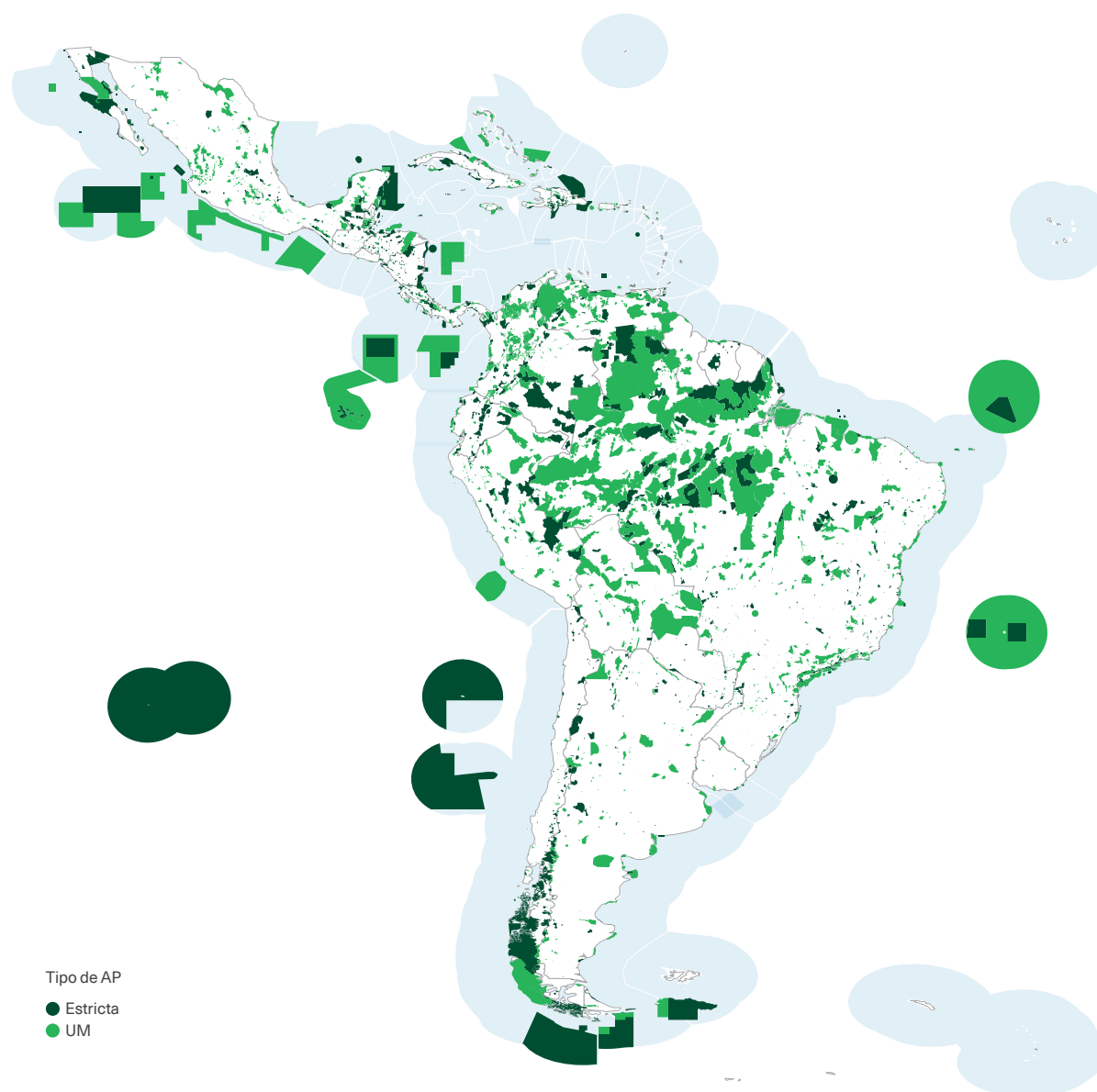


Acceda al video sobre el impacto de CAF  
en la conservación y fortalecimiento  
de las áreas protegidas en América Latina  
y el Caribe, con este QR.



### Gráfico 3.6

Distribución de áreas protegidas en América Latina y el Caribe por nivel de protección

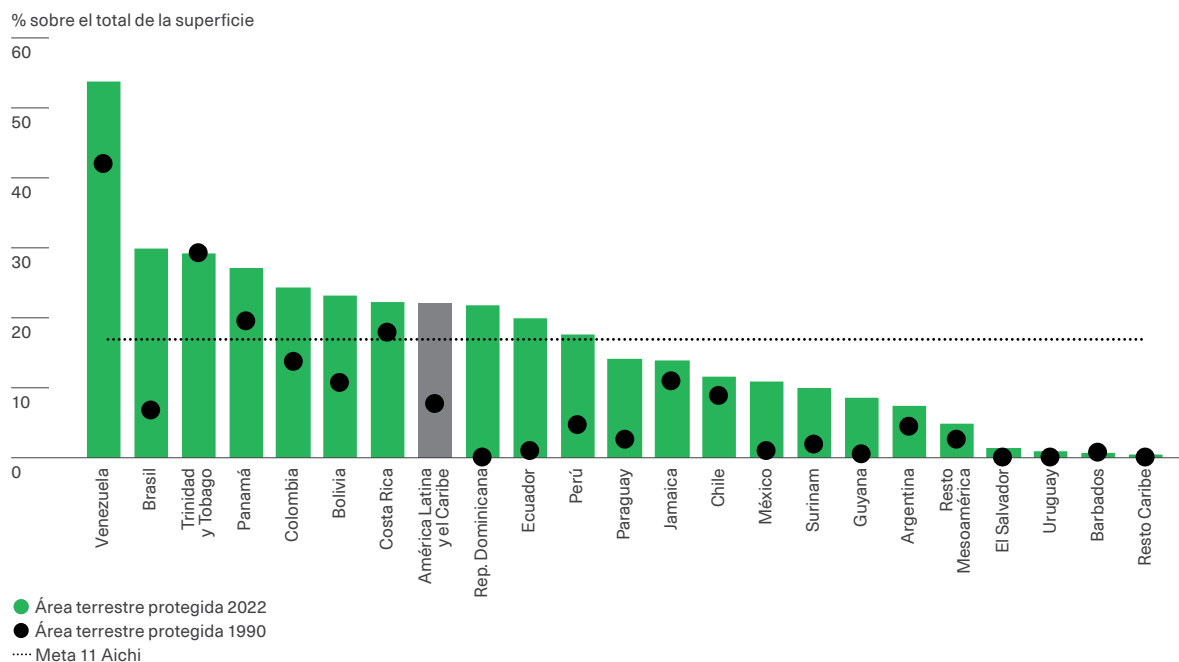


**Nota:** El gráfico incluye todas las áreas con designación de tipo nacional y se dividen entre AP estrictas y AP de uso múltiple (UM). Se consideran como AP estricta las áreas clasificadas entre las categorías I y IV de la UICN, ambas inclusive. El resto son consideradas AP de uso múltiple (UM). En celeste se presentan las zonas económicas exclusivas. En el apéndice del capítulo disponible en línea se brinda mayor detalle sobre el tratamiento de los datos de áreas protegidas.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos georreferenciados de Protected Planet (PNUMA-CMVC y UICN, 2022) y de zonas económicas exclusivas de Flanders Maritime Institute (2019).

### Gráfico 3.7

#### Áreas terrestres protegidas por país



**Nota:** El gráfico muestra la proporción de áreas terrestres protegidas en 1990 (círculos) y en 2022 (barras) con respecto al total de la superficie terrestre de cada país. La última barra presenta el total para ALC. Se incluyen todas las áreas protegidas con designación de tipo nacional de la base de Protected Planet. En el apéndice del capítulo disponible en línea se puede consultar la lista de países considerados en el gráfico y obtener más detalles sobre el tratamiento de los datos sobre AP.

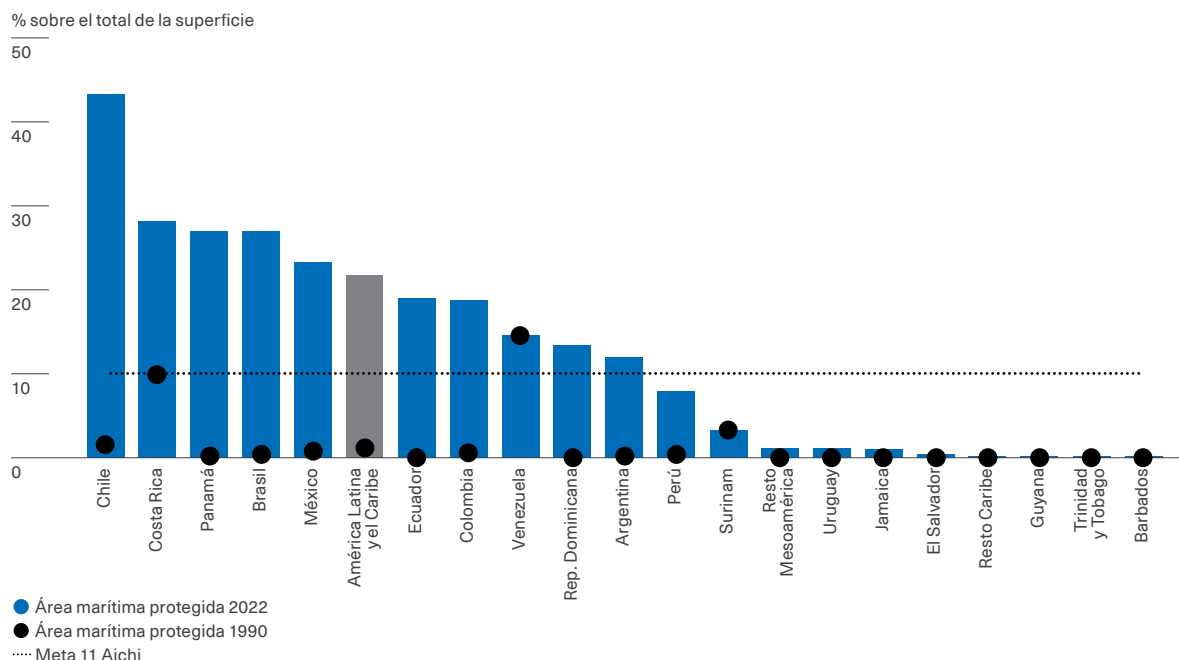
**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Protected Planet (PNUMA-CMVC y UICN, 2022).

### En la actualidad, hay más de 9000 áreas protegidas en América Latina y el Caribe, las cuales cubren el 22 % de su superficie terrestre y un porcentaje similar de sus aguas marinas territoriales

En la actualidad, hay 9154 AP en América Latina y el Caribe (ver el gráfico 3.6), las cuales cubren el 22 % de la superficie terrestre de la región y un porcentaje similar de sus aguas marinas territoriales. Estas cifras hacen que sea una de las regiones con mayor presencia de AP. A nivel mundial, alrededor del 15 % de la superficie terrestre y el 7,5 % de los océanos se encuentran bajo esta figura (IPBES/IPCC, 2021).

La prevalencia de AP difiere entre los países de la región (ver los gráficos 3.7 y 3.8). En general, las AP tienen una presencia mayor en los países de Mesoamérica y Sudamérica que en los del Caribe (con excepciones como República Dominicana y Trinidad y Tobago). En total, 10 de los 20 países con datos de la región alcanzaron la meta 11 de Aichi de protección de la superficie terrestre y otros 10 la de superficie marina. En la mayoría de los casos, estos niveles de protección son resultado de la expansión de las AP durante los últimos 30 años, particularmente de las marítimas.

**Gráfico 3.8**  
Áreas marítimas protegidas por país



**Nota:** El gráfico muestra la proporción de áreas marítimas protegidas en 1990 (círculos) y en 2022 (barras) con respecto al total de la superficie marítima de cada país. Se toma como superficie marítima las zonas económicas exclusivas y se incluyen todas las AP con designación de tipo nacional de la base de Protected Planet. En el apéndice del capítulo disponible en línea se puede consultar la lista de países considerados en el gráfico y obtener más detalles sobre el tratamiento de los datos sobre AP.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos georreferenciados de Protected Planet (PNUMA-CMVC y UICN, 2022) y datos de Zonas Económicas Exclusivas de Flanders Maritime Institute (2019).

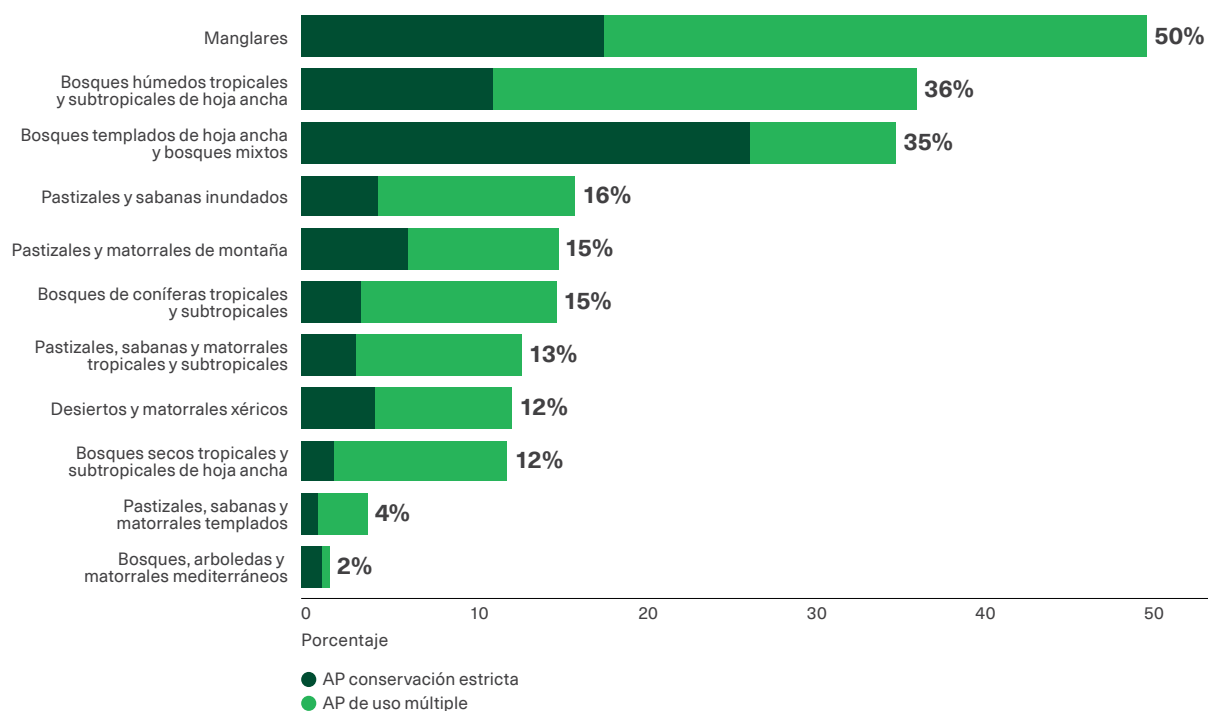
Para la conservación de la biodiversidad es necesario que todos los biomas estén representados en las AP. En América Latina y el Caribe, los biomas con mayor cobertura son los manglares (con 50 % de su superficie protegida), los bosques húmedos tropicales (36 %) y bosques templados (35 %), mientras que en el resto de los biomas la cobertura de AP es inferior al 17 % (ver el gráfico 3.9). La cobertura de manglares y bosques húmedos tropicales es particularmente relevante para la respuesta ante el cambio climático, ya que tienen altas tasas de captura de carbono y, en el caso de los manglares, ofrecen importantes servicios de adaptación a las poblaciones costeras (IPBES/IPCC, 2021). Es importante también que las AP cubran las llamadas áreas clave para la biodiversidad (KBA, por sus siglas en inglés), que son sitios que contribuyen significativamente a la persistencia

global de la biodiversidad (UICN, 2016). En la región se han identificado 2300 KBA, que suman 3,2 millones de km<sup>2</sup> de superficie terrestre, de los cuales el 56 % están dentro de una AP (Álvarez Malvido et al., 2021).

● ●  
**Los biomas con mayor cobertura de áreas protegidas son los manglares (con 50 % de su superficie protegida), los bosques húmedos tropicales (36 %) y los bosques templados (35 %)**

### Gráfico 3.9

#### Porcentaje de áreas naturales protegidas por bioma



**Nota:** El gráfico muestra el porcentaje de suelo protegido en ALC para cada uno de los biomas identificados en Ecoregions2017. En el mismo se incluyen todas las áreas con designación de tipo nacional y se dividen entre AP estrictas y de uso múltiple. Se consideran como AP estricta aquellas áreas clasificadas por la UICN entre las categorías I a IV, ambas inclusive. El resto de las áreas son consideradas como AP de uso múltiple. En el apéndice del capítulo disponible en línea se puede obtener más detalles sobre el tratamiento de los datos sobre AP. Los países considerados en el gráfico son los 33 países pertenecientes a la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC).

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Protected Planet (PNUMA-CMVC y UICN, 2022) y Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

América Latina y el Caribe es la región con la mayor prevalencia de AP de usos múltiples en el mundo (Alpizar, Carlsson et al., 2020). Como se muestra en el cuadro 3.3, el 30 % de la superficie terrestre protegida en ALC es de conservación estricta y el restante 70 % de usos múltiples, mientras que para las AP marinas estas cifras son del 52 % y 48 %, respectivamente. No obstante, la distribución de AP por tipo de uso varía considerablemente entre países.

La literatura especializada indica que las AP han tenido, en general, un efecto moderado sobre la reducción de la deforestación, que es el principal resultado estudiado (Alpizar, Carlsson et al., 2020; Blackman et al., 2014). Sin embargo, este impacto varía según el contexto. Dos factores ayudan a explicar estos resultados.

Primero, un grupo de AP tienden a estar ubicadas en regiones aisladas o con bajo valor de explotación (Baldi et al., 2017; Joppa y Pfaff, 2009; Pfaff et al., 2009). El impacto de las AP aisladas es modesto porque los ecosistemas en donde se ubican no son sujetos de deforestación, ya sea porque están alejados de asentamientos humanos significativos o porque su terreno es muy escarpado. La selección de estas localizaciones puede deberse a los menores costos políticos y económicos de situar una AP en donde no hay grupos que se opongan a su establecimiento por las restricciones a la actividad económica que esta implica. Una dinámica similar se observa en las AP marinas, que tienden a estar en zonas de poco interés para la pesca, lo que disminuye su capacidad para proteger a especies vulnerables (IPBES/IPCC, 2021).

### Cuadro 3.3

#### Áreas protegidas terrestres y marítimas por país

	Áreas terrestres			Áreas marítimas		
	Sup. protegida (miles de ha)	Sup. protegida (%)	Estricta (% de AP)	Sup. protegida (miles de ha)	Sup. protegida (%)	Estricta (% de AP)
Argentina	20.329	7,3	34	12.881	12,0	82
Barbados	0,2	0,5	75	1,3	0,0	100
Bolivia	25.240	23,2	2			
Brasil	252.417	29,8	21	98.956	26,9	13
Chile	8.534	11,6	98	158.217	43,1	97
Colombia	27.515	24,3	55	13.721	18,8	24
Costa Rica	1.144	22,3	66	16.589	28,1	35
Ecuador	5.075	19,9	84	20.669	19,0	2
El Salvador	25	1,2	30	41	0,4	0
Guyana	1.779	8,4	0	3	0,0	0
Jamaica	150	13,8	56	284	1,0	11
México	21.216	10,8	20	74.299	23,3	38
Panamá	1.998	27,0	54	8.948	27,0	7
Paraguay	5.677	14,2	46			
Perú	22.819	17,7	47	6.871	8,0	0
República Dominicana	1.058	21,8	81	4.804	13,4	100
Surinam	1.422	9,8	100	441	3,3	18
Trinidad y Tobago	148	29,1	96	1	0,0	100
Uruguay	135	0,8	15	197	1,2	38
Venezuela	48.991	53,8	46	6.905	14,6	13
Resto Caribe	47	0,3	49	396	0,2	24
Resto Mesoamérica	1.801	4,8	68	706	1,2	76
<b>América Latina y el Caribe</b>	<b>447.519</b>	<b>22,0</b>	<b>30</b>	<b>424.931</b>	<b>21,6</b>	<b>52</b>

**Nota:** El cuadro muestra la superficie que ocupan las áreas protegidas terrestres y marítimas en cada país, en miles de ha y como porcentaje de la superficie total nacional, así como la participación de las áreas protegidas estrictas como porcentaje del total de las áreas protegidas terrestres y marítimas. En el caso de las áreas marítimas, se consideran como superficie total nacional las zonas económicas exclusivas. En este análisis se incluyen todas las áreas con designación de tipo nacional y se consideran como AP estrictas aquellas áreas clasificadas por la UICN entre las categorías I a IV, ambas inclusive. En el apéndice de este capítulo disponible en línea se pueden ver más detalles sobre el tratamiento de los datos de AP y la lista de países incluidos en los grupos "resto del Caribe" y "resto de Mesoamérica".

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos georreferenciados de Protected Planet (PNUMA-CMVC y UICN, 2022) y de zonas económicas exclusivas de Flanders Maritime Institute (2019).

Segundo, en el caso de las ubicadas en donde hay presión humana sobre los ecosistemas, problemas de capacidad institucional pueden limitar la protección efectiva que la declaración como AP brinda frente a la

proliferación de actividades ilegales. Parte de la debilidad institucional es causada por la baja asignación presupuestal que padecen la mayoría de las agencias responsables de las AP en los países de la región

(Bovarnick et al., 2010). El problema de la falta de efectividad de las AP se vuelve más acuciante cuando el marco institucional genera incentivos que favorecen la deforestación y ocupación de terrenos dentro de esas áreas; por ejemplo, debido a las amnistías que permiten la expedición de títulos de propiedad privada a quienes muestran posesión de terrenos específicos.

La presión sobre las AP puede llevar a la disminución formal de su tamaño, por ejemplo, cuando la deforestación es seguida de presión por actores locales para retirar el estatus de conservación. Keles et al. (2020) documentan que, durante el periodo 2001-2005, los procesos de deforestación en AP ubicadas en el Amazonas brasileño aumentaron la probabilidad de una reducción de la superficie de estas áreas. Cuando el Estado no logra proteger efectivamente una AP, con el tiempo, la degradación del ecosistema acaba por reducir su valor de conservación, lo cual reduce los incentivos para mantener el estatus de área protegida.

El cambio climático está afectando la gestión de las AP (IPBES/IPCC, 2021) por el aumento en el número e intensidad de eventos climáticos extremos (por ejemplo, sequías e incendios). Además, el aumento de la temperatura provoca la migración de especies (en busca de mayores altitudes, por ejemplo), lo que puede cambiar la composición de especies dentro de las AP, bien porque algunas cuya protección pudo haber motivado el establecimiento de las AP emigran, bien por la aparición de otras. Esta migración resalta la importancia de que las AP formen parte de un sistema conectado por corredores de hábitat, que eviten la fragmentación de los ecosistemas y que permitan la migración de especies a lugares con mejores condiciones climáticas.

Las restricciones estrictas buscan maximizar el impacto en la conservación de las AP. Sin embargo, la prohibición de la actividad económica impone costos a la población local, particularmente cuando esta depende de los recursos naturales existentes en ellas. Estos costos suelen traducirse en oposición de las comunidades locales al establecimiento de AP y en la proliferación de actividades productivas ilegales, lo cual mina la efectividad de la protección. Asimismo, favorecen la existencia del llamado efecto fuga, que se refiere a la reubicación de las actividades que generan deforestación y la pérdida de biodiversidad

desde el interior de las AP hacia sus alrededores (Ford et al., 2020; Fuller et al., 2019).

Las AP de usos múltiples responden al interés de obtener un balance entre objetivos de conservación y desarrollo local. Como otros mecanismos de coadministración (ver el próximo subapartado), las AP de usos múltiples pueden fortalecer las capacidades e incentivos de comunidades locales y otros actores para participar en la conservación de los recursos naturales mediante la asignación de derechos de propiedad y la promoción de actividades económicas sostenibles. La evidencia al respecto es alentadora. En un estudio comisionado para este reporte, Rico-Straffon et al. (2022) encuentran que las AP de usos múltiples en Perú son tan efectivas o más en evitar la deforestación que las de conservación estricta. Estos hallazgos son consistentes con los de otros estudios realizados en la región (ver Sims y Alix-García, 2017 y Sims et al., 2014, para el caso de México; Pfaff et al., 2009, para el de Costa Rica, y Robalino et al., 2015, para el de Brasil) y en el resto del mundo (Nelson y Chomitz, 2011). Asimismo, se complementan con los efectos encontrados de las AP de usos múltiples en la reducción de la pobreza en las comunidades locales (Bocci et al., 2018).

La presencia de población en las AP es una realidad en la mayor parte de los países de América Latina y el Caribe (ver el cuadro 3.4). Esto puede deberse a la declaración como AP de zonas con presencia previa de comunidades locales (lo cual resalta la importancia de la figura de AP de usos múltiples) o al establecimiento posterior de asentamientos informales, aprovechando la falta de protección efectiva de estas áreas. De cualquier modo, la densidad poblacional existente puede afectar la capacidad de las AP para cumplir de manera efectiva sus objetivos de conservación. Como se reporta también en el cuadro 3.4, el 95 % de la superficie de las AP de la región se puede considerar inhabitado, el 4 % tiene la densidad poblacional de una zona rural y el 1 % alcanza la densidad de una zona urbana. Los asentamientos con densidad rural pueden ser compatibles con una convivencia sustentable con los ecosistemas y la biodiversidad que protegen las AP donde residen, particularmente de aquellos que no requieren una protección estricta. Este no es el caso de los asentamientos con densidad urbana dentro de las AP, cuya presencia sugiere problemas de protección efectiva en zonas específicas, pero con alta población.



### Cuadro 3.4

Población de países de América Latina y el Caribe residente en áreas protegidas terrestres y en su periferia

País	Población residente en AP	Superficie de AP por densidad poblacional (%)		
	N.º de habitantes	Inhabitada	Rural	Urbana
Argentina	481.385	97,3	2,5	0,2
Barbados	636	3,4	48,2	48,4
Bolivia	3.334.371	97,6	1,9	0,5
Brasil	21.093.919	96,8	2,8	0,4
Chile	54.504	99,3	0,6	0,1
Colombia	5.989.043	82,5	15,0	2,4
Costa Rica	73.579	89,9	9,4	0,7
Ecuador	176.297	98,0	1,9	0,1
El Salvador	12.263	67,5	24,0	8,5
Guyana	1.188	99,9	0,1	0,0
Jamaica	726.970	75,8	9,0	15,2
México	4.868.679	91,2	6,7	2,1
Panamá	79.933	94,9	4,5	0,6
Paraguay	133.784	98,2	1,6	0,2
Perú	166.522	99,1	0,8	0,1
República Dominicana	249.850	85,9	11,5	2,6
Surinam	733	99,9	0,1	0,0
Trinidad y Tobago	32.592	81,3	15,5	3,2
Uruguay	786	98,5	1,4	0,1
Venezuela	13.430.159	94,9	3,7	1,4
América Latina y el Caribe	53.074.527	95,4	3,8	0,7

**Nota:** La primera columna del cuadro muestra la cantidad de personas que viven dentro de las AP. Las siguientes tres columnas muestran la proporción de superficie de las AP que se encuentra inhabitada, la que tiene una densidad de población rural y la que tiene una densidad de población urbana. Se califica como: (i) inhabitado al territorio con una densidad de población < 5 personas/km<sup>2</sup>; ii) rural cuando la densidad poblacional es >=5 personas/km<sup>2</sup> y < 150 personas/km<sup>2</sup>, y iii) urbano cuando la densidad de población es >=150 personas/km<sup>2</sup>. Dichas estimaciones son elaboradas a partir de los datos georreferenciados de población de GHS (Schiavina et al., 2022), agregados a una resolución de 1 km. Estos datos fueron combinados con la Base de Datos Mundial [georreferenciada] de Áreas Protegidas (BDMAP). Para mayor detalle sobre la metodología de estimación consultar el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Protected Planet-BDMAP (PNUMA-CMVC y UICN, 2022) y GHS-POP (Schiavina et al., 2022).

Las AP forman un continuo que incluye desde aquellas áreas de gestión exclusiva por el Estado bajo un objetivo único de conservación hasta las que siguen modelos de usos múltiples y gestión compartida. En la actualidad, se estima que por lo menos el 6 % de las áreas protegidas de América Latina y el Caribe son administradas por pueblos indígenas y comunidades

locales, el 15 % lo son por el sector privado, el 57 % por gobiernos nacionales o subnacionales y 2 % tienen una gobernanza compartida, mientras que no hay datos del 20 % restante (Álvarez Malvido et al., 2021).

De manera relacionada, se han puesto en marcha diversas iniciativas inspiradas en el modelo de gestión de

las AP de uso múltiple para proteger áreas naturales de propiedad pública o comunitaria (que pueden no tener el estatus jurídico de AP). Por ejemplo, en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Paraguay se ha dado impulso al desarrollo de redes privadas de AP (Alpizar, Carlsson et al., 2020). En este esquema, los propietarios de terrenos privados se comprometen a metas de conservación a cambio de incentivos fiscales y otro tipo de apoyos (como asistencia técnica y promoción turística). En México, el programa de Áreas Voluntarias de Conservación permite que propiedades privadas y comunales (llamados ejidos) puedan acceder a financiamiento para proyectos de ecoturismo y de secuestro de carbono y obtener un mayor respaldo para prevenir la tala y caza ilegales (Alpizar, Carlsson et al., 2020).

En resumen, las AP son una herramienta de conservación cuyo uso creció significativamente en los últimos 30 años. En vista de los compromisos internacionales, es de esperar que la cobertura de AP siga creciendo en el futuro. Entre las medidas para mejorar la efectividad de las AP a futuro están revisar los criterios que definen su ubicación; fortalecer la capacidad institucional y el financiamiento de las agencias responsables de su gestión y del cumplimiento de las regulaciones relacionadas; y, en los casos en que los objetivos de conservación lo permitan, ampliar el modelo de AP de usos múltiples con la participación de comunidades locales, el sector privado y otros actores en su administración.

### **Coadministración: participación de comunidades locales y otros actores**

La coadministración se refiere a la entrega, por parte del gobierno, de cierto grado de control sobre recursos naturales de uso común (por ejemplo, recursos forestales, pesqueros o hídricos de propiedad pública) a comunidades locales u otros actores. La cesión puede ir desde el derecho a explotar un recurso, frecuentemente de manera exclusiva, hasta la potestad de administrar un área geográfica, sin que, por lo general, se otorgue la posibilidad de enajenar los derechos (Blackman et al., 2014). La asignación de derechos suele hacerse a comunidades o colectivos y estar condicionada a la adopción de prácticas sostenibles en el uso de los recursos. Ejemplos de coadministración son las AP de usos múltiples,

concesiones comunitarias como las zonas exclusivas de pesca artesanal y los territorios de pueblos originarios o de origen afroamericano en países como Bolivia, Brasil y Colombia (los cuales son reconocidos por las constituciones de esos países como propiedad común de estos pueblos). La figura 3.3 muestra los tipos de derechos sobre recursos de uso común que se pueden otorgar.



### **La coadministración es la cesión de los derechos para explotar un recurso natural o administrar un área de propiedad pública a comunidades locales u otros actores**

La coadministración es compatible con objetivos de conservación y desarrollo local. La asignación de derechos de propiedad busca evitar la sobrexplotación asociada a la competencia de actores múltiples sobre recursos de uso común. Los derechos de propiedad incentivan el uso sostenible de los recursos al brindar certidumbre sobre los retornos a los esfuerzos de conservación. Asimismo, también incentivan la participación de las comunidades locales en la detección y denuncia de actividades ilegales de extracción y de cambio en el uso de suelo que afectan los recursos coadministrados.

La asignación de derechos a nivel comunitario o colectivo, en lugar de hacerlo a nivel individual, busca aprovechar la estructura organizativa y los vínculos dentro de las comunidades para resolver el reto de coordinación subyacente a la explotación de recursos de uso común.

La coadministración es también una herramienta que ha permitido reconocer jurídicamente los derechos de comunidades rurales y pueblos originarios sobre los territorios y recursos que habitan y sostienen su forma de vida y que son fuente de su identidad cultural.

El potencial de la coadministración para ayudar a la conservación de los bosques de la región es relevante porque la mayoría de estos son de propiedad pública. Este es el caso del 63 % de la superficie boscosa de Sudamérica, el 81 % del Caribe y el 37 % de Centroamérica (FAO, 2020).

**Figura 3.3**

Derechos de propiedad sobre recursos de uso común



**Fuente:** Elaboración propia con base a Ostrom y Schlager (1996), tomado de Maldonado y Moreno-Sánchez (2023).

En un estudio comisionado para la elaboración de este reporte, Tanner y Ratzke (2022) analizan el impacto del programa Acuerdos de Uso Sustentable y Custodia de Manglar (AUSCM) sobre la conservación de estas áreas en Ecuador y encuentran evidencia de que su adopción reduce la pérdida de este ecosistema. Este programa surgió en 1999 como respuesta a un intenso proceso de deforestación de bosques de manglar, motivado principalmente por el establecimiento de granjas acuícolas para la producción de camarón (desde 1970, Ecuador ha perdido entre el 30 % y el 40 % de su superficie de manglares). Al deforestar, las granjas acuícolas minan la población de cangrejos rojos y berberechos, de cuya pesca dependen las comunidades locales.

Los AUSCM otorgan a las asociaciones locales derechos exclusivos para la explotación de los recursos del manglar por un periodo de diez años renovables. A cambio, estas asociaciones deben presentar un plan de manejo sostenible y llevar a cabo tareas de monitoreo y seguimiento de la conservación del manglar. Las organizaciones no gubernamentales (ONG) y universidades tienen un rol activo, brindando capacitación técnica a las comunidades en los procesos legales para la formación de una asociación y en la presentación de denuncias por casos de deforestación ilegal.

### **Recuadro 3.8**

#### **Políticas para reducir la deforestación en el Amazonas<sup>a</sup>**

Las políticas para reducir la deforestación del Amazonas en Brasil son de particular interés para el resto de la región, tanto por su carácter innovador como por la evidencia disponible sobre su eficacia.

La deforestación del Amazonas comenzó a gran escala en Brasil durante la década de 1970, principalmente por la expansión del sector agropecuario. Este proceso fue impulsado tanto por el aumento en la demanda mundial de alimentos y energía, descrito en el apartado "Causas de la degradación de los ecosistemas y sectores económicos asociados", como por políticas de promoción de la actividad económica en el bioma amazónico, que incluyeron incentivos fiscales y proyectos de infraestructura.

Ante el avance de la deforestación, el gobierno de Brasil empezó a adoptar una serie de políticas de comando y control a partir de la década de 1990. Entre ellas, destacan la promulgación de leyes contra la deforestación; la expansión de la red de AP y la asignación de derechos sobre el uso de la tierra a pueblos originarios; y la creación y fortalecimiento de las agencias gubernamentales a cargo de hacer cumplir las nuevas regulaciones. A estas políticas se sumaron después iniciativas basadas en mecanismos de mercado (que se discuten en el subapartado del mismo nombre).

En materia institucional, en 1989 se creó la Agencia Federal de Supervisión Ambiental (IBAMA por sus siglas en portugués) y, un año después, el Ministerio del Medio Ambiente, los dos organismos principales a cargo de la implementación de la política ambiental. En el campo legislativo, en 1996 se elevó al 80 % la superficie que los propietarios de terrenos ubicados en el bioma Amazónico deben conservar en su estado natural (esta obligación, conocida como "Reserva Legal" fue introducida por primera vez en el Código Forestal en 1965). En 1998, se aprobó la figura de "delitos ambientales", los cuales castigan la deforestación con penas que van desde multas hasta la cárcel. No obstante, la deforestación del Amazonas continuó al mismo ritmo.

Los esfuerzos se redoblaron en el año 2004 con la creación de un grupo de trabajo interministerial encargado del Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación de la Amazonia (PPCDAm). Este grupo lanzó una estrategia basada en la expansión del AP; la creación de DETER, un sistema de monitoreo de la deforestación en tiempo real a partir de datos satelitales, y el fortalecimiento del presupuesto y la capacidad de acción del IBAMA. Asimismo, en los años siguientes se aumentaron las multas por deforestar.

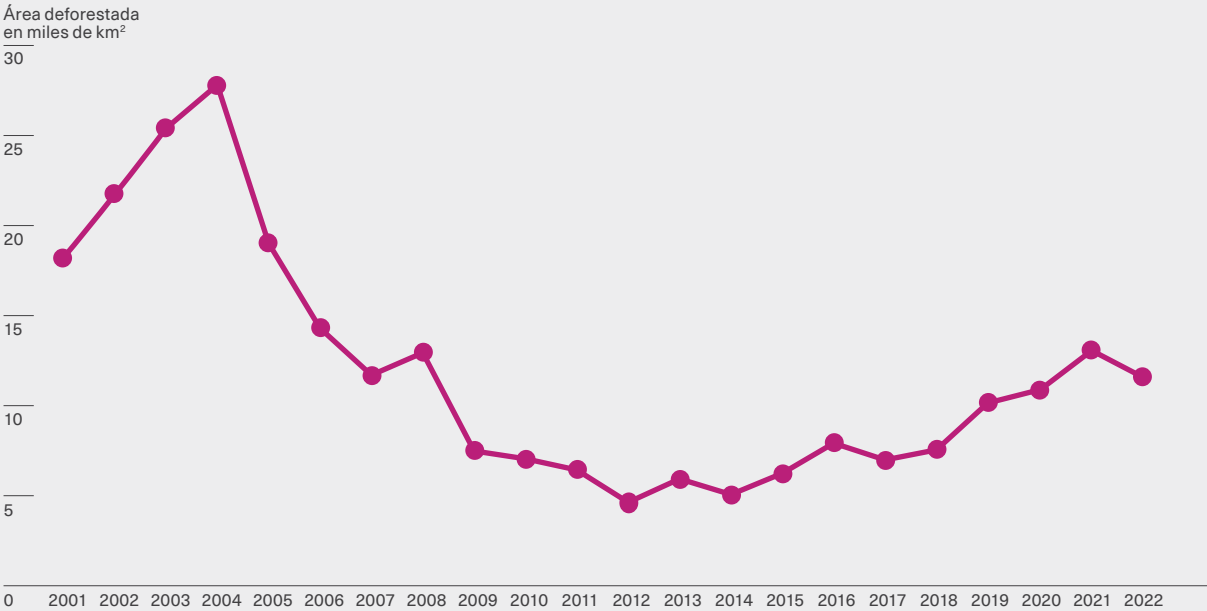
Hoy en día, la tenencia de la tierra en el Amazonas brasileño se distribuye entre territorios de pueblos originarios y sitios de conservación (50 %), bosques públicos propiedad del gobierno nacional y los gobiernos subnacionales (30 %) y granjas privadas (20 %). La deforestación está prohibida tanto en las áreas protegidas como en los bosques públicos, mientras que los propietarios de granjas privadas deben conservar la vegetación en su estado nativo en al menos el 80 % de su superficie. Como consecuencia de estas regulaciones estrictas, casi la totalidad de la deforestación es ilegal (entre el 96 % y el 97 %) (Valdiones et al., 2021). La mayor parte de esta tiene lugar en bosques públicos y se compone de eventos que tienen una escala relativamente reducida. Se estima que la deforestación de áreas de menos de 50 ha explica alrededor de la mitad de la deforestación total.

A pesar de los desafíos de implementación, una serie de estudios muestran que las inspecciones del IBAMA han sido una herramienta efectiva para reducir la deforestación (Assunção, McMillan, et al., 2019; Assunção et al., 2022; Assunção y Rocha, 2019; Ferreira, 2023); e incluso ha tenido efectos positivos sobre la regeneración del bosque (Assunção, Gandour, et al., 2019; Oliveira Filho, 2020). El sistema de monitoreo DETER permitió al IBAMA identificar oportunamente las áreas en donde se presentan incendios forestales y actuar en consecuencia (movilizando agentes para identificar a los responsables mientras se encuentran todavía en el lugar).

Además del aumento de recursos, entre las acciones que permitieron aumentar la eficacia del IBAMA destacan la focalización de esfuerzos en municipios con alto riesgo de deforestación y la mejora del sistema catastral (que permite identificar a los propietarios de terrenos deforestados sin necesidad de recurrir a inspecciones in situ).

La experiencia del IBAMA y DETER muestra que es posible reducir la deforestación del Amazonas. En esta tarea, la tecnología puede tener un rol muy relevante para el monitoreo en tiempo real de la deforestación y la mejora de los registros catastrales (si bien, la clarificación de la tenencia de la tierra es también un proceso político). Asimismo, es indispensable que las agencias responsables de las tareas de inspección y castigo de la deforestación cuenten con las capacidades institucionales suficientes para cumplir con su labor. Este no es un reto menor dada la variación en las condiciones macroeconómicas y políticas en muchos países de la región. Como lo muestra el gráfico 1, la deforestación se redujo a partir del 2004, tras la creación del PPCDAm, y repuntó tras la crisis económica que Brasil experimentó a partir de 2014, que trajo consigo recortes presupuestarios significativos para el IBAMA y otras agencias con responsabilidades ambientales (el gasto operativo de esta entidad en el Amazonas se redujo en un 40 % en términos reales entre 2014 y 2020).

**Gráfico 1**  
Deforestación anual en el Amazonas brasileño



**Nota:** El gráfico muestra la cantidad de km² de bosque deforestados cada año en la Amazonia brasileña.

**Fuente:** Ferreira (2023) con datos de PRODES/INPE (PRODES/INPE, 2023).

a. Este recuadro está basado en el documento "Amazon deforestation: drivers, damages, and policies", elaborado por Alipio Ferreira como parte de los insumos comisionados para este reporte.

La coadministración puede ayudar también a desarrollar un sector pesquero sostenible y a revertir los patrones de sobreexplotación que lo caracterizan. El manejo basado en comunidades es relevante para la pesca, ya que el 90 % de la flota pesquera motorizada de la región consiste en embarcaciones de pequeña escala, las cuales realizan alrededor de una tercera parte de la cantidad total de capturas, que representan aproximadamente la mitad del valor comercial de la pesca (De Oliveira Leis et al., 2019). No obstante, es necesario contar también con regulaciones específicas para la pesca industrial. En América Latina y el Caribe hay una diversidad de experiencias de derechos comunales de uso en pesca, que se pueden organizar en: i) privilegios o concesiones territoriales de uso entregados a organizaciones de pescadores (por ejemplo, cooperativas de pescadores en México o comunidades pesqueras en Chile); ii) derechos comunales territoriales entregados a poblaciones indígenas o tradicionales (por ejemplo, reservas de extracción marinas en Brasil, territorios colectivos para comunidades afrodescendientes y zonas exclusivas de pesca artesanal en Colombia); y iii) cuotas de pesca y límites de acceso (por ejemplo, en las Islas Galápagos, en Ecuador) (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023). Según el contexto local, las cuotas de pesca pueden asignarse también a individuos y ser transables, de manera que sean los pescadores más eficientes quienes puedan realizar la mayor cantidad de pesca (Blackman et al., 2014).

La asignación a comunidades o colectivos de derechos sobre recursos de uso común no está exenta de retos de implementación. Estos incluyen capacidad de organización y cohesión social de las comunidades locales, la prevalencia de niveles de pobreza y la dependencia de los recursos naturales (los cuales dificultan la transición hacia un patrón de uso sostenible), las condiciones ambientales y la existencia de un Estado de derecho que vele de manera efectiva por el cumplimiento de los derechos otorgados (Blackman et al., 2014; Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023).

El sector privado puede tener también un rol activo en los esquemas de coadministración, siendo las concesiones forestales el principal ejemplo al respecto. En Perú, la Constitución dicta que todos los bosques son propiedad del Estado. En el año 2000, el Congreso peruano aprobó una ley bajo la cual se realizaron una serie de subastas en las que se asignaron más de 500 concesiones a empresas privadas, con una cobertura de más de 7 millones de ha (alrededor del 10 % del total de bosques). Un estudio reciente encontró que estas concesiones ayudaron a reducir la deforestación en alrededor de un 4 % en comparación con áreas similares sin la presencia de concesiones (Rico-Straffon et al., 2023). Los autores del estudio señalan que la ausencia de un efecto mayor se debe probablemente a fallas en el cumplimiento de las regulaciones ambientales contempladas en las concesiones, lo que subraya la importancia de la capacidad del Estado como determinante de la efectividad de estas políticas.

## Mecanismos de mercado

### Pagos por servicios ecosistémicos

Los pagos por servicios ecosistémicos son una herramienta para compensar a las personas y comunidades que, a través de sus acciones de conservación y regeneración, contribuyen a la provisión de dichos servicios. De manera esquemática, un programa de PSE implica la formación de un cuasimercado con la participación voluntaria de proveedores que reciben un pago de los beneficiarios a través de un organismo administrador. Este pago está condicionado, ya sea al

flujo de un servicio ecosistémico específico o a la realización de una actividad que se relaciona claramente con su provisión (Engel, 2016; Wunder et al., 2008).

Los países de América Latina y el Caribe han liderado la adopción de PSE en el mundo, con la implementación de más de 250 programas de este tipo desde la década de 1990 (Alpizar, Madrigal et al., 2020). Costa Rica y México fueron pioneros en el desarrollo de programas nacionales de PSE —con el Programa por Pago de Servicios Ambientales (PPSA) y el Pago por Servicios Ambientales Hídricos (PSAH),

respectivamente—, seguidos por Colombia, Ecuador y Perú. A nivel subnacional hay iniciativas en Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México y Nicaragua, entre otros países (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023). En un principio, los programas de PSE se centraron en el pago por la protección de las fuentes hídricas. En virtud de ellos, los productores participantes, ubicados en cuencas hídricas, reciben pagos típicamente por acciones de protección y manejo forestal, y por reforestación. Paulatinamente, se iniciaron programas que promueven la captura y el almacenamiento de carbono, la conservación de la biodiversidad y de la belleza escénica (Wunder et al., 2008). La mayoría de los programas de PSE en la región buscan cumplir sus objetivos a través de la conservación y regeneración de bosques, aunque, de manera reciente, se han iniciado también programas enfocados en paisajes agropecuarios. Por ejemplo, Costa Rica, Colombia y Nicaragua cuentan con iniciativas que promueven el uso de sistemas silvopastoriles integrados, como un mecanismo para recuperar áreas de pasturas degradadas en paisajes dominados por la ganadería (Gobbi, 2011). Los programas nacionales suelen financiarse a través de impuestos, mientras que los locales se nutren de una mayor diversidad de fuentes de financiamiento (por ejemplo, organizaciones civiles, el sector privado y usuarios de servicios de agua).



### **Los programas de pagos por servicios ecosistémicos buscan compensar a quienes por sus acciones de preservación o regeneración de los ecosistemas contribuyen a la provisión de servicios de este tipo**

Las evaluaciones disponibles sobre el impacto de los PSE indican que estos pueden ser una herramienta efectiva para reducir la deforestación, el principal resultado estudiado (Alix-García et al., 2012, 2015; Honey-Rosés et al., 2011). Sin embargo, esa efectividad depende significativamente del diseño, la implementación y el contexto (Alpizar, Madrigal et al., 2020). Algunos estudios han encontrado que los resultados de los programas de PSE pueden tener efectos menores o nulos en la reducción de la deforestación (Robalino y Pfaff, 2013; Ruggiero et al., 2019; Sánchez-Azofeifa et al., 2007).

Para ser efectivos, los PSE deben cumplir con el principio de adicionalidad, es decir, resultar en un mayor flujo de servicios ecosistémicos o acciones de conservación respecto del que prevalecería en ausencia del esquema. Para ello, los programas de PSE enfrentan retos de selección de participantes, verificación y cumplimiento, y de efectos adversos no deseados.

Para lograr adicionalidad, los programas de PSE necesitan de la participación de proveedores con control sobre los recursos que, en ausencia del programa, se habrían deteriorado. Por lo tanto, desde el punto de vista estrictamente ambiental, los programas de PSE deberían focalizarse en zonas con mayor presión humana (frecuentemente, esto significa en riesgo de deforestación). Sin embargo, en la práctica, los PSE suelen utilizar criterios de priorización adicionales a los ambientales, ya sea porque tienen también objetivos no ambientales (típicamente de combate a la pobreza) o por razones de economía política. Por ejemplo, los programas nacionales PPSA y PSAH de Costa Rica y México combinan criterios ambientales y de combate a la pobreza para definir a la población que puede participar. En el segundo caso, el interés de las autoridades del programa por distribuir los recursos de manera balanceada entre las regiones del país ha favorecido la cobertura de áreas con bajo riesgo de deterioro ambiental (Alix-García et al., 2005).

Los precios que pagan los programas de PSE a los proveedores participantes pueden definirse según el valor de los servicios que suministran o los costos en los que incurren por participar en el programa. El segundo criterio es el que más se usa en la práctica (Salzman et al., 2018; Wunder et al., 2008) debido, en parte, a los retos que plantea la medición del valor.

Para incentivar la participación, el pago a los proveedores debe ser por lo menos igual a los costos de participación. Estos incluyen tanto el costo de oportunidad de los recursos a conservar (es decir, el ingreso que el proveedor habría tenido en caso de dedicar los recursos a otra actividad) como los costos directos en los casos de iniciativas de regeneración o aforestación. El diseño eficiente de un PSE debería contemplar una estructura de precios acorde con los costos de oportunidad de los proveedores potenciales. Estos costos crecen con la demanda de cambio de uso del suelo,

de conservación a actividades agropecuarias. Es decir que, dado un precio fijo por superficie conservada, los proveedores de áreas con mayor riesgo ambiental tienen menos incentivos para participar. Wunder et al. (2008) reportan que los programas nacionales de PSE en los países en desarrollo tienden a utilizar precios únicos, en contraste con los programas locales, que tendrían mayor flexibilidad para la definición de estructuras tarifarias. Una excepción es el PSAH de México, que introdujo pagos diferenciados por nivel de riesgo y tipo de ecosistema (Alix-García et al., 2018).

Para ser efectivos, los PSE requieren del cumplimiento de las acciones pactadas por los proveedores. En la práctica, los programas pagan generalmente por acciones de conservación y regeneración (principalmente relacionadas con el uso del suelo) y no por el flujo de servicios ecosistémicos (Salzman et al., 2018; Wunder et al., 2008). Para el monitoreo de estas acciones, los programas de PSE suelen realizar inspecciones in situ. Estas visitas pueden implicar costos administrativos considerables, particularmente para programas con una cobertura geográfica amplia. Al respecto, los datos obtenidos por sensores remotos son una alternativa cada vez más viable para el monitoreo de ciertas acciones (por ejemplo, incendios). La existencia de condicionalidad en los pagos a proveedores es un incentivo directo para el cumplimiento de las acciones de conservación.

Los programas de PSE pueden llegar a producir efectos adversos que comprometan su efectividad o afecten a las comunidades locales. Entre los primeros, destaca el efecto fuga, que se refiere al desplazamiento de la deforestación (u otras acciones de degradación) de áreas participantes en esos esquemas a áreas no participantes. Este efecto puede ser particularmente relevante cuando los proveedores participan parcialmente en el programa de PSE, es decir, cuando solo reciben pagos por una proporción de las tierras que controlan. Por ejemplo, Sohngen y Brown (2004) muestran evidencia de Bolivia, Izquierdo-Tort et al. (2019) y Alix-García et al. (2012), de México y Giudice et al. (2019), de Perú. Exigir que los proveedores se comprometan a proteger la totalidad de sus terrenos puede evitar este problema, aunque también puede aumentar los costos y requiere de registros de propiedad de la tierra completos (Wunder et al., 2020). Asimismo, el retiro de tierras de la actividad agropecuaria inducido por los PSE aumenta los retornos por practicar esta actividad en áreas

no cubiertas por el programa (Jack et al., 2008). Por lo tanto, el diseño de PSE requiere de un análisis cuidadoso de todos los incentivos que puede generar y de su interacción con el contexto local. Por ejemplo, es de esperar que las zonas con poca integración a mercados (e infraestructura de transporte) sean más susceptibles a experimentar aumentos en los precios locales de los alimentos tras el retiro de tierras de la actividad agropecuaria.

La evidencia indica que asignar a los programas de PSE el doble objetivo de aumentar la provisión de servicios ecosistémicos y reducir la pobreza puede ser ineficaz cuando los recursos con mayor riesgo de deterioro no son propiedad de los hogares más pobres (Jack et al., 2008). En su estudio sobre el PSAH de México, Alix-García et al. (2015) encuentran que este programa tuvo un impacto considerable sobre la reducción de la deforestación (entre un 40 % y un 50 % de la que hubiera ocurrido sin el programa). Esta efectividad pudo haber sido aún mayor si el programa se hubiera focalizado en áreas de riesgo, pero hacerlo hubiera resultado en una menor participación de la población que vive por debajo de la línea de pobreza.

En resumen, los PSE pueden ser una herramienta eficaz para la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad y la respuesta ante el cambio climático. Para ello, un diseño e implementación adecuadas, de acuerdo con el contexto local, son indispensables. Características deseables de un programa de PSE son la focalización en áreas de alto riesgo, la diferenciación de pagos por nivel de riesgo de degradación y tipo de ecosistema y la condicionalidad que se pueda hacer cumplir (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023). Asimismo, la asignación de objetivos múltiples puede disminuir su eficacia. La gestión de un programa de PSE requiere de un organismo con capacidad institucional y credibilidad ante los proveedores y beneficiarios. Los PSE son esquemas de largo plazo, por lo que, si dependen de recursos públicos, son vulnerables a cambios en las prioridades políticas y las condiciones macroeconómicas (Alpizar, Madrigal et al., 2020). La formación de fideicomisos que garanticen a los proveedores participantes un flujo de pagos por un periodo determinado es una alternativa al respecto. Asimismo, los PSE requieren para funcionar que haya derechos de propiedad sobre la tierra bien definidos (Blackman et al., 2014), una condición que, como ya se ha discutido, no siempre se cumple en América Latina y el Caribe.





Los PSE son un vehículo con potencial para canalizar la cooperación internacional para la conservación y regeneración de los ecosistemas. Esto lo ejemplifica el mecanismo de reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques (conocido por el acrónimo inglés REDD+), de la CMNUCC. El REDD+ opera un esquema de pago por resultados, que destina fondos a los países en desarrollo para impulsar la conservación y gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono.

Los bancos de desarrollo pueden desempeñar un rol importante en la expansión y consolidación de los programas de PSE, trabajando con gobiernos y organizaciones locales, vinculando a donantes internacionales, ofreciendo apoyo financiero y para el desarrollo de capacidades, y participando en el diseño e implementación de estos programas (Alpizar, Madrigal et al., 2020).

### **Certificaciones ambientales y acuerdos de la industria**

Las ecocertificaciones son una herramienta para brindar información confiable y accesible a los consumidores sobre el impacto ambiental de determinados productos o servicios. Esta política se basa en el supuesto de que hay una demanda creciente de bienes y servicios que han sido producidos siguiendo prácticas sostenibles, pero obtener información confiable sobre el impacto ambiental de diversos bienes y servicios es costoso para los consumidores. La dificultad que estos enfrentan para distinguir entre los productos amigables con el medio ambiente y los que no lo son limita los incentivos de los productores para adoptar prácticas sostenibles. La ecocertificación funciona a través de un organismo que define una serie de estándares, de obligado cumplimiento para que un bien o servicio pueda exhibir la etiqueta que da información a los consumidores sobre su impacto ambiental (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023).

Las ecocertificaciones son una práctica cada vez más extendida. En la actualidad, hay más de 456 ecoetiquetas en 199 países y 25 sectores de la industria (Big Room, 2023), administradas por organizaciones

gubernamentales, no gubernamentales, asociaciones de la industria y empresas privadas, las cuales cubren una diversidad de productos agropecuarios. América Latina y el Caribe es una región líder en la adopción de ecocertificaciones, principalmente para la producción de plátanos, café y cacao (Blackman et al., 2014). En términos de organizaciones, el Forest Stewardship Council, un referente en la certificación del manejo sostenible de bosques, opera en la región desde 1993 y certifica 12,8 millones de ha de bosque, de las que alrededor de la mitad están en Brasil. Otro esquema en este ámbito es el del Programa para el Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal (PEFC, por sus siglas en inglés), dirigido a pequeños propietarios en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay (Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023).

Para ser eficaces, los programas de ecocertificación requieren: 1) establecer estándares ambientales rigurosos que en efecto se cumplan y 2) que el precio adicional que los consumidores estén dispuestos a pagar por un producto o servicio ecocertificado sea suficiente para cubrir al menos los costos adicionales que los productores deben incurrir para cumplir con las prácticas ambientales requeridas y los costos de operación del programa (Blackman et al., 2014). La evidencia sobre el impacto de la ecocertificación en la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad es aún incipiente y requiere de un mayor desarrollo para conocer mejor las condiciones en que estos programas pueden ser más efectivos (Blackman y Rivera, 2011; Rico-Straffon et al., 2023).



**América Latina y el Caribe es una región líder en la adopción de ecocertificaciones, aunque se requiere conocer mejor como incrementar su impacto en la preservación de ecosistemas y biodiversidad.**

Los acuerdos de la industria o las intervenciones en la cadena de suministro son otra alternativa para impulsar a los productores a seguir prácticas sostenibles. En este caso, las empresas de un sector acuerdan no comprar productos o servicios de proveedores que incumplen con salvaguardas ambientales. El ejemplo más relevante al respecto es el acuerdo de la llamada “Moratoria de la Soja” en Brasil, impulsado por los

principales compradores de este producto en el país (organizados en la Asociación Brasileña de Industrias de Aceite Vegetal y la Asociación Nacional de Exportadores de Cereales), los productores agrícolas y la organización no gubernamental Greenpeace (Ferreira, 2023). El acuerdo obliga a los comerciantes participantes a comprar únicamente soja producida en terrenos que no hayan sido sujetos a deforestación después de julio de 2016, una condición que se monitoreó primero a través de inspecciones aeronáuticas y después con sensores remotos. La evidencia existente sugiere que la moratoria fue exitosa en contribuir a la reducción de la deforestación en el Amazonas, al disminuir los retornos que los productores obtenían al expandir la frontera agropecuaria (Nepstad et al., 2014; Rudorff et al., 2011). En contrapartida, una iniciativa similar para evitar la compra de ganado vacuno criado en zonas deforestadas en Brasil, habría tenido un éxito limitado debido a la dificultad de establecer mecanismos efectivos de trazabilidad para el origen de los animales (Ferreira, 2023).

La importancia de las certificaciones ambientales puede aumentar a la luz de iniciativas internacionales, principalmente promovidas por la Unión Europea, que se proponen imponer barreras comerciales a productos provenientes de áreas deforestadas (ver el capítulo 4).

## Reforma de los subsidios

Como se detalla en el subapartado “Factores habilitantes”, la existencia de subsidios directos e indirectos a los sectores agropecuario y pesquero puede contribuir al deterioro de los ecosistemas y la biodiversidad. Los subsidios afectan los ecosistemas cuando aumentan los retornos de los productores al cambio de uso del suelo, la sobreexplotación de los recursos naturales y el uso de prácticas no sostenibles. Ejemplos de ello son los subsidios a los biocombustibles, a la operación de las flotas pesqueras, a la irrigación y a los fertilizantes. Los primeros aumentan la demanda de uso de suelo agrícola, los segundos favorecen la sobreexplotación de las especies marinas y de agua dulce, los terceros contribuyen a la sobreexplotación de los recursos acuíferos y los cuartos propician el sobreuso de un insumo que afecta a los ecosistemas (Blackman et al., 2014; Maldonado y Moreno-Sánchez, 2023).

Además de tener efectos negativos sobre los ecosistemas, estos subsidios pueden llegar a consumir cuantiosos recursos fiscales. En América Latina y el Caribe, los subsidios al sector agropecuario han venido creciendo desde la década de 1980, alcanzando los USD 5400 millones en 2008 (Blackman et al., 2014). Entre ellos, destacan las transferencias directas y los subsidios a la irrigación, los fertilizantes y otros insumos para la producción. Asimismo, los países de la región otorgaron cerca de USD 2250 millones en subsidios al sector pesquero en 2018, principalmente para los combustibles y mediante exenciones fiscales (Cisneros-Montemayor et al., 2016; Sumaila et al., 2019).

## ●● La existencia de subsidios indiscriminados a los sectores agropecuario y pesquero puede contribuir a la sobreexplotación y al deterioro de los ecosistemas y la biodiversidad

En la meta 3 de Aichi, los países de la región se comprometieron a eliminar o reformar incentivos y subsidios que dañasen la biodiversidad para 2020. Ese compromiso fue ratificado en la meta 18 del Marco Mundial de Biodiversidad para 2030, pero los avances al respecto han sido limitados (Secretaría del CDB, 2022a).

La agenda de reforma de subsidios con efectos negativos en la biodiversidad se enfrenta a la oposición política de los grupos que los reciben. En términos de diseño, el reto es evitar que los subsidios generen incentivos perversos que lleven a sobreutilizar los recursos naturales o insumos que afectan a los ecosistemas y la biodiversidad. Una alternativa a la eliminación es el desacoplamiento entre subsidios e incentivos, es decir, la sustitución de subsidios condicionados a la producción y de subsidios a los insumos por transferencias directas de un monto fijo, que no dependa de decisiones de producción ni consumo. Esta es una opción particularmente atractiva cuando los subsidios tienen como objetivo el combate a la pobreza. En el caso de subsidios que buscan resolver fallas de mercado que limitan el desarrollo de la industria (p. ej., por mercados incompletos de crédito), una alternativa es condicionar el acceso de los subsidios al cumplimiento de salvaguardas ambientales.



Al respecto, en 2008, el Banco Central de Brasil condicionó el otorgamiento de créditos subsidiados a productores agropecuarios ubicados en el bioma del Amazonas al cumplimiento de los requisitos de no deforestación contemplados en el Código de Bosques de ese país. Esta condicionalidad llevó a una reducción en la deforestación de alrededor del 60 %, respecto a la que se habría producido en ausencia de la política, la cual se concentró en los municipios en donde la ganadería es la actividad económica principal (Assunção, McMillan, et al., 2019).

Un argumento usado con frecuencia por los países para evitar la eliminación de subsidios es que adoptar esta medida pondría en desventaja a su industria con respecto a la de otros países donde sí existen, lo cual subraya la importancia de la coordinación internacional al respecto (ver más información sobre este tema en el capítulo 4).



# Política internacional del cambio climático y la conservación: retos de coordinación

# 4

---

- Evolución de la cooperación internacional en materia de cambio climático y de biodiversidad

---

- Principales desafíos para cumplir las metas globales sobre calentamiento global y conservación

---

- Posición de los países de la región frente al mundo en estos temas

---

- Compromisos asumidos en los foros internacionales y proyecciones de su cumplimiento

## Mensajes clave

1

Aunque el cambio climático y la biodiversidad son fenómenos naturales relacionados, la cooperación internacional en ambos temas se ha abordado a través de canales independientes. Ha habido más avances en materia de mitigación del cambio climático, en parte, porque la urgencia percibida es mayor y por ser un problema con impactos claros y medibles, mientras que desarrollar indicadores para la adaptación o la conservación de la biodiversidad resulta más desafiante.

2

La gobernanza descentralizada del Acuerdo de París ha sido exitosa en conseguir una adhesión casi universal, pero tiene limitaciones: no está diseñada para garantizar que los compromisos nacionales alcancen la meta global, ni hay una negociación explícita sobre cuál es la contribución justa de cada país.

3

La meta de limitar el calentamiento a 1,5°C es ambiciosa y requiere esfuerzos de mitigación globales. Para países de ingresos medios y bajos, incluyendo los de la región, esto presenta un dilema: su responsabilidad histórica es baja y mitigar es costoso, pero no hacerlo pondría en riesgo la meta global.

4

El financiamiento climático es central para alinear a las partes y encontrar un equilibrio entre la necesidad de un esfuerzo de mitigación mundial y las demandas de justicia climática. Si los países en desarrollo tienen que mitigar más de lo que cabría esperar dadas sus responsabilidades históricas, los recursos de las naciones industrializadas pueden usarse para compensarlos.

5

Los países industrializados priorizan el financiamiento para mitigación mientras que los países en desarrollo priorizan la adaptación. Esta tensión se podría suavizar con una gobernanza diferente a la actual, en la que los países no industrializados propongan metas de mitigación a cambio de financiamiento que pueda dirigirse tanto a proyectos de mitigación como de adaptación y resiliencia. Un arreglo así requeriría una discusión más explícita y concreta entre los países sobre justicia climática.

6

Las instancias de gobernanza internacional no han buscado homogeneizar las políticas climáticas y, en efecto, existen importantes diferencias entre países. Por ejemplo, hay gran variación entre jurisdicciones en el precio a las emisiones (tanto por impuestos al carbono como en los sistemas de comercio de emisiones). Esto genera tensiones.



**7**

Los países con mayor precio al carbono tienen incentivos para implementar mecanismos de ajuste en la frontera por emisiones de CO<sub>2</sub> a través de importaciones, como está haciendo la Unión Europea (UE). En el corto plazo, la exposición de la región a esta estrategia de la UE será baja, pero instrumentos similares pueden volverse más comunes en el futuro.

**8**

Desarrollar los mercados de carbono y, en particular, de créditos vinculados a proyectos de conservación, restauración y reforestación, agricultura regenerativa, entre otros, puede ser valioso para varios países de la región. Para ello, es esencial construir una gobernanza robusta que garantice la integridad, la transparencia y la adicionalidad de los proyectos, ya que de eso depende que los créditos que se comercien logren una mitigación real.

**9**

Las instancias de cooperación internacional en biodiversidad han tenido una acción más limitada, aunque el Marco Global para la Diversidad Biológica adoptado en 2022 puede marcar un punto de inflexión. Entre las tareas aún pendientes destacan el desarrollo de mecanismos para compensar a los países que proveen servicios ecosistémicos internacionales y el aumento de recursos destinados al financiamiento de la conservación, restauración y uso sostenible de la biodiversidad.

**10**

Hay una alta prevalencia de subsidios perjudiciales para la biodiversidad en varios sectores económicos. La coordinación para cortar y reformar dichos subsidios es uno de los objetivos de la cooperación internacional en esta materia.

**11**

Con frecuencia, las fronteras entre países se superponen con áreas de gran diversidad biológica. La cooperación en áreas transfronterizas es importante para evitar la sobreexplotación de los recursos, prevenir o eliminar barreras físicas que impidan el movimiento de especies y regular la construcción de infraestructura, entre otros objetivos.



# Política internacional del cambio climático y la conservación: retos de coordinación<sup>1</sup>

## Introducción

La coordinación internacional en materias de política climática y de biodiversidad es necesaria porque ambos son asuntos donde las acciones de cada país afectan a los demás. Desde hace décadas han surgido distintas iniciativas para coordinar esos esfuerzos, a pesar de las cuales tanto la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero como la pérdida de biodiversidad han seguido aumentando.

En este capítulo se discuten los principales desafíos y puntos de interés para la coordinación internacional en estos temas. A modo de contexto, primero se hace un resumen de la evolución de la cooperación en las últimas décadas. Esa historia revela que a pesar de la interacción que existe entre el cambio climático y la conservación de la diversidad biológica como fenómenos naturales, los canales de negociación y coordinación sobre estos asuntos han evolucionado de manera independiente. Esto obliga

a hacer un análisis separado de cada caso, aunque atendiendo a la conexión que existe entre clima y biodiversidad cuando se piensa en políticas y acciones concretas.

El Acuerdo de París de 2015 estableció la meta de limitar el calentamiento global a 2°C y preferiblemente a 1,5°C respecto a los niveles preindustriales. Para mantenerse dentro de esas metas, el presupuesto de carbono que le resta a la humanidad es muy acotado y es necesario un esfuerzo global de mitigación muy decidido. Pero, además de cuánto hay que hacer, está la pregunta de quién debe hacerlo y cómo se deben distribuir los costos asociados. Ese es el desafío central en las negociaciones internacionales sobre el clima. El principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas (CBDR, por sus siglas en inglés), formalizado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), establece que todos los países tienen responsabilidad ante los

<sup>1</sup> Este capítulo fue elaborado por Gustavo Fajardo, con la asistencia de investigación de Pilar Toyos.

desafíos del cambio climático, pero el nivel de responsabilidad no es igual para todos. Por tanto, aunque no hay un consenso claro respecto a qué implica concretamente el principio de CBDR, es de esperar que los países industrializados asuman mayores obligaciones en la mitigación. Por otra parte, si se quieren mantener vivas las metas globales plasmadas en el Acuerdo de París, los países de ingresos altos no pueden ser los únicos en mitigar.

En este contexto, el financiamiento climático aparece como un elemento central en la discusión, al ser una herramienta que sirve para articular los reclamos de justicia climática. La contribución de los países en desarrollo a los esfuerzos de mitigación se vería facilitada si estos reciben recursos de los países industrializados, no solo para financiar proyectos de mitigación, sino también para afrontar los costos de la adaptación y compensar pérdidas causadas por el cambio climático.

Sin embargo, la gobernanza actual no propicia un vínculo claro entre las acciones nacionales y los flujos internacionales de financiamiento climático. En el Acuerdo de París los países tienen amplia autonomía para proponer sus contribuciones y no hay instancias para negociar de manera centralizada cuál es la contribución justa de cada parte. Esa descentralización en la formulación de acciones tiene ventajas, pero también limitaciones; por ejemplo, no hay un proceso que garantice que las metas nacionales sean suficientes para alcanzar la meta global.

## ● ● El financiamiento climático puede ser una herramienta para articular los reclamos de justicia climática

Otros puntos de tensión internacional emergen cuando los países adoptan medidas con objetivos climáticos domésticos que tienen consecuencias económicas más allá de sus fronteras. Especialmente, cuando la política climática de los países se cruza con sus políticas de comercio internacional. Un ejemplo resaltante de ese cruce lo constituyen los mecanismos de ajuste de frontera que exigen que los productos importados paguen por sus emisiones incorporadas. Actualmente, la Unión Europea (UE) se prepara para implementar un primer mecanismo de esta naturaleza, lo que ha generado resistencia por parte de sus socios comerciales.

A su vez, una forma de comercio internacional muy vinculada a la política climática la representan los mercados de carbono (o mercados de compensaciones). Estos son mecanismos que permiten a empresas y países comprar créditos de emisión por financiar acciones de mitigación en otros territorios. La importancia de analizar el funcionamiento de estos mercados radica en que, aunque son potencialmente muy útiles para lograr eficiencia en los esfuerzos globales de mitigación, tienen grandes desafíos de implementación. Si los mecanismos para evaluar y fiscalizar los proyectos que se comercian en estos mercados, se corre el riesgo de desperdiciar los recursos dedicados a estas operaciones.

## ● ● El aumento del financiamiento internacional y el diseño de mecanismos para fomentar la conservación deben ser aspectos centrales en la agenda de la región

En cuanto a la biodiversidad, la gobernanza internacional ha avanzado menos que en el campo climático. La principal instancia de coordinación, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de 1992, ha trabajado en fijar objetivos mundiales en materia de conservación, pero ha tenido limitada capacidad para movilizar fuentes de financiamiento. El tema de los recursos económicos es esencial porque parte del problema de la pérdida de biodiversidad tiene que ver con una falla de incentivos: los territorios biodiversos no reciben ninguna compensación por los servicios ecosistémicos que brindan. Esta falta de incentivos es especialmente apremiante en muchos países de la región, que son grandes reservorios de biodiversidad y cuyos ecosistemas brindan contribuciones esenciales para la regulación del clima global, pero donde suele haber presiones socioeconómicas para explotar recursos y espacios naturales y bajas capacidades estatales para contrarrestar esas presiones (como se discute en el capítulo 3). Este punto tradicionalmente ha enfrentado a los países industrializados con los países en desarrollo en los foros internacionales. Esto refleja la importancia de desarrollar una institucionalidad que regule los aportes y las asignaciones de recursos para la biodiversidad, con el fin de aumentar la confianza entre las partes.

# Evolución de la cooperación

Alrededor del tema de la biodiversidad hay una historia de cooperación internacional más larga que la que existe en materia de cambio climático. Algunos precedentes significativos incluyen el Convenio de Ramsar de 1971 (para la conservación de humedales), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres de 1973 y la Convención de Bonn de 1979 (sobre especies migratorias). Estos acuerdos estaban generalmente acotados a la conservación de ciertos tipos de ecosistemas o especies. Por su parte, el cambio climático y la necesidad de una acción internacional al respecto solo fueron reconocidos a finales de la década de los ochenta. Un hito importante fue la fundación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en 1988.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo<sup>2</sup>, celebrada en Río de Janeiro en 1992, inició la búsqueda de un enfoque más exhaustivo de cooperación internacional en materia ambiental. De allí surgieron tanto el CDB como la CMNUCC, que en la actualidad tienen un nivel de adhesión casi universal (ver la figura 4.1)<sup>3</sup> y se han convertido en las instancias esenciales de la gobernanza internacional en los asuntos de sus respectivas competencias.

La relación que existe entre la pérdida de biodiversidad y el cambio climático como fenómenos naturales es clara, como se ha discutido en los capítulos anteriores de este reporte. De hecho, los órganos encargados de los estudios científicos y técnicos de apoyo a las convenciones internacionales —el IPCC para el cambio climático y la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos (IPBES, por sus siglas en inglés)— han empezado a colaborar en años recientes (Pörtner et al., 2021). Además, ambos son asuntos que presentan desafíos de gobernanza similares. A pesar de esto, la cooperación internacional ha abordado estas causas a través de canales

independientes. El tema del cambio climático ha recibido más atención y recursos en las décadas más recientes y es el que ha generado mecanismos de cooperación y negociación comparativamente más formados y capaces. Hay al menos dos razones detrás de esta asimetría. La primera es que el fenómeno del calentamiento global ha despertado una sensación de mayor urgencia o amenaza ante la opinión pública mundial que la pérdida de biodiversidad. La segunda es que el cambio climático es un problema fundamentalmente más manejable, que se puede reducir a una variable (la concentración de GEI en la atmósfera), cuyas causas (las emisiones de GEI producto de las actividades humanas) y efectos (el calentamiento) se entienden relativamente bien; en cambio, la biodiversidad es un fenómeno más multidimensional, en el que es difícil incluso definir las variables que permitirían medir bien el estado de conservación o los servicios brindados por el ecosistema.

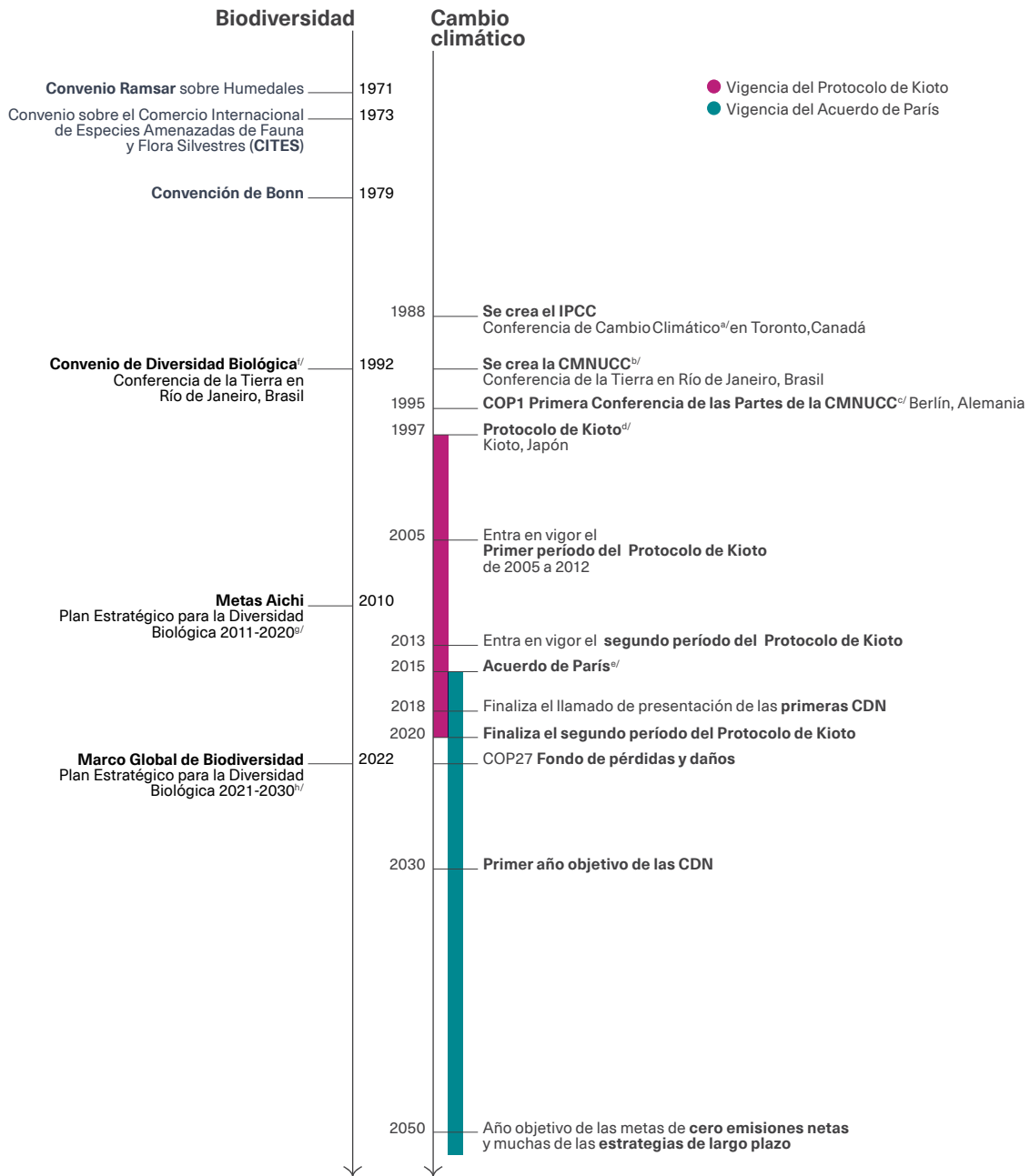
Tras la firma del CDB, ha habido pocos eventos notables en la cooperación sobre biodiversidad. Muchos esfuerzos de las partes se han enfocado en la fijación de metas globales de conservación. Durante la décima Conferencia de las Partes (COP, por sus siglas en inglés) en 2010, se adoptaron las metas de Aichi para el período 2010-2020; y durante la decimoquinta COP, en 2022, se firmó el Marco Global de Biodiversidad, con objetivos para la década 2020-2030. Pero esto no ha sido acompañado de mecanismos para incentivar la conservación o compensar a las jurisdicciones en función de los servicios ecosistémicos que brindan. Además, el financiamiento ha sido muy escaso y los planes nacionales no han estado alineados con las metas globales (Secretaría del CDB, 2020a).

<sup>2</sup> Conocida también como Cumbre de la Tierra.

<sup>3</sup> La mayor ausencia en el CDB es la de Estados Unidos. Este país sí forma parte de la CMNUCC.

**Figura 4.1**

Línea de tiempo de los principales hitos y acuerdos de cooperación sobre cambio climático y biodiversidad



**Nota:** La figura presenta los principales eventos en la agenda de acuerdos internacionales sobre cambio climático y biodiversidad entre 1970 y 2022, así como algunos hitos programados hasta 2100. En el apéndice del capítulo disponible en línea se pueden ver las referencias y una breve descripción de los eventos incluidos en las líneas de tiempo.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Jackson (2007), Secretaría de la CMNUCC (2012, 2020, 2022b, 2022c, 2022d) y Secretaría del CDB (2020b, 2022b, 2022c, 2022d).

En materia de cambio climático hubo mayor actividad desde la Convención de Río de 1992, aunque también es una historia con altibajos. La CMNUCC reconoció el principio de CBDR, es decir, que todos los Estados tienen un papel en la consecución de los objetivos climáticos, pero los países industrializados tienen mayores responsabilidades y capacidades. En línea con eso, el documento estableció una clasificación de países en grandes bloques: el anexo I incluía a los países industrializados de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), algunas economías en transición, como Rusia, los países bálticos y algunos países de Europa central y oriental; el segundo bloque (los países no-anexo I) estaba constituido fundamentalmente por el conjunto de países en desarrollo, incluidos los de América Latina y el Caribe. Si bien había consenso en términos generales sobre el principio de CBDR, no había una definición de lo que este implicaba en términos prácticos. La convención finalmente incluyó algunos compromisos cualitativos, pero no estableció objetivos cuantitativos concretos (Secretaría de la CMNUCC, 2020).



## La cooperación internacional ha abordado las causas del cambio climático y la biodiversidad a través de canales independientes

El Protocolo de Kioto se empezó a negociar poco después de la entrada en vigor de la CMNUCC. En este nuevo acuerdo, se acordó una meta global de reducción de las emisiones de GEI, para situarlas un 5 % por debajo del nivel de 1990 para 2012, y metas particulares para algunas jurisdicciones incluidas en el anexo I (por ejemplo, la UE se comprometió a reducir el 8 % sus emisiones y Rusia debía no aumentar las suyas). Los países fuera del anexo I no tenían metas cuantitativas. El Protocolo de Kioto también introdujo los llamados mecanismos flexibles, es decir, arreglos que permitían a los países ricos contribuir a sus metas invirtiendo en proyectos de mitigación en países no desarrollados o comprando créditos de emisión a través de un mercado internacional. En cuanto a la consecución de objetivos, el

Protocolo de Kioto fue un fracaso moderado. Por una parte, varios países cumplieron sus compromisos y la meta global se alcanzó; además, hay evidencia de que, en promedio, los signatarios del acuerdo mitigaron más que los no signatarios. Por otra parte, las metas planteadas por los países fueron generalmente modestas; el logro de los objetivos fue en buena medida consecuencia del colapso económico de los países de la antigua Unión Soviética, y algunos grandes emisores no participaron o lo hicieron a medias<sup>4</sup> (de Silva y Tenreiro, 2021).

La primera década del siglo XXI fue de pocos avances en materia climática, mientras cambiaba la geografía de las emisiones globales (sobre todo, debido al crecimiento de China) y se intensificaban las tensiones entre las partes de la CMNUCC. En 2015 la cooperación internacional se reactivó gracias a la firma del Acuerdo de París. El liderazgo de China y Estados Unidos, los dos mayores emisores del planeta (entonces responsables del 40 % de las emisiones anuales de GEI), fue importante para alcanzar este acuerdo. Una de sus fortalezas es que ha logrado compromisos de mitigación de la gran mayoría de países (más de 190 hasta la fecha), que representan el 98 % de las emisiones globales.

Pasar del Protocolo de Kioto al Acuerdo de París representó un cambio de gobernanza, de un modelo de arriba hacia abajo (*top-down*), que buscaba fijar metas negociadas a los países, a un modelo de abajo hacia arriba (*bottom-up*), en el que los países proponen sus propios compromisos con autonomía y mucha flexibilidad. Este cambio de modelo facilitó la gran adhesión que consiguió el marco de París, a la vez que reflejó la incapacidad para alcanzar acuerdos en cuanto a la manera más justa y adecuada de repartir responsabilidades en materia climática. Una discusión más detallada de la historia de los acuerdos internacionales se puede encontrar en Stevenson (2023).

4 Estados Unidos nunca ratificó el acuerdo y Canadá lo abandonó en 2011.

# Situación actual: los compromisos nacionales bajo el Acuerdo de París

Conforme al Acuerdo de París, los países fijan sus compromisos a través de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), que deben actualizarse cada cinco años, con el objetivo de aumentar su ambición en cada ronda sucesiva. Las CDN deben establecer metas nacionales de mitigación y adaptación e idealmente deberían proveer información sobre la estrategia financiera para su implementación, incluyendo las necesidades de cooperación internacional. Las metas de mitigación suelen recibir especial atención porque son centrales para el objetivo primordial del Acuerdo de París: “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales” (Conferencia de las Partes en la CMNUCC, 2016). La única obligación de los países es informar del avance en sus compromisos, sin que haya mecanismos formales que sancionen en caso de incumplimiento.

Los países tienen flexibilidad para fijar líneas base de comparación respecto a las cuales definir sus metas de mitigación. Algunos fijan metas con relación a un nivel histórico de emisiones (así hace, por ejemplo, la UE). Otros también usan un nivel histórico como base, pero expresan la meta en términos de intensidad de las emisiones respecto al producto interno, es decir, la cantidad de GEI por dólar de PIB.

Ejemplos de esto son China e India. Otras modalidades frecuentes son usar como línea de base un escenario futuro (hipotético) de emisiones sin esfuerzos de mitigación (conocido en inglés como *business as usual*) o presentar una meta de emisiones absoluta, sin referencia explícita a un valor de comparación. Estas dos últimas son las alternativas más comunes en América latina y el Caribe. Finalmente, algunas CDN no hacen referencia a una meta agregada a nivel nacional de emisiones y solo presentan objetivos sectoriales o señalan algunas líneas de acción.

La adaptación es diferente a la mitigación en una dimensión importante: sus beneficios son fundamentalmente locales. Es decir, los proyectos y políticas de adaptación atienden problemas dentro de los países y, por regla general, no tienen externalidades sobre otros países. Por tanto, la provisión de adaptación no se enfrenta al problema de gobernanza que tiene la provisión de mitigación. A pesar de eso, las metas nacionales de adaptación son un componente importante de las CDN porque la necesidad de adaptar es consecuencia de las externalidades generadas por las emisiones pasadas. Además, las metas de adaptación son valiosas para construir territorios y sociedades más resilientes. Si eso no se logra, los efectos del cambio climático sobre un país pueden traer consecuencias internacionales (por ejemplo, a través de fallas en la producción de alimentos o desplazamientos de poblaciones).

## Compromisos nacionales y metas globales

El cuadro 4.1 muestra cómo se comparan las metas de emisiones para 2030 con las emisiones de 2015 (año de adopción del Acuerdo de París), agregando a nivel regional. Las metas de América Latina y el Caribe apuntan a un nivel de emisiones que significaría

una reducción colectiva de aproximadamente el 10 %. A nivel global, los objetivos contenidos en las CDN apuntan a un pequeño aumento de las emisiones del 0,5 % respecto al nivel de 2015<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Estos cálculos son susceptibles a varios aspectos metodológicos, especialmente a los datos que se usen sobre el nivel de emisiones en el año base (2015), ya que suele haber diferencias entre las fuentes. Además, para China e India, que fijan sus metas en términos de volumen de GEI respecto al PIB, también son importantes las proyecciones sobre crecimiento económico. En la nota al cuadro 4.1 y el apéndice del capítulo disponible en línea se detalla la metodología seguida para los cálculos.



#### Cuadro 4.1

Ambición de las metas de mitigación de las CDN respecto a las emisiones de 2015 por región

Región	Cantidad de países	Emisiones de GEI objetivo en 2030 (en MtCO <sub>2</sub> e)	Emisiones de GEI en 2015 (en MtCO <sub>2</sub> e) <sup>a/</sup>	Diferencia de GEI entre 2030 y 2015 (en MtCO <sub>2</sub> e)	Diferencia de GEI entre 2015 y 2030 (en porcentaje)
África	37	3.805	2.861	944	33,0
América del Norte	2	3.766	6.506	-2.741	-42,1
América Latina y el Caribe	16	2.947	3.276	-329	-10,0
Asia (sin China e India)	19	6.081	6.013	67	1,1
China	1	12.804	11.109	1.695	15,3
India	1	3.910	3.003	907	30,2
Oceanía	6	390	636	-246	-38,7
Unión Europea	27	2.085	3.128	-1.043	-33,4
Resto de Europa	19	3.927	2.985	942	31,6
Total	128	39.715	39.518	197	0,5

**Nota:** El cuadro presenta las emisiones de GEI objetivo de las CDN para 2030 y las compara con las emisiones de GEI en 2015 por región. Las emisiones objetivo para 2030 fueron estimadas a partir de aplicar la meta de mitigación incondicional de los países al nivel de emisiones base declarado en su CDN. El apéndice del capítulo disponible en línea presenta el detalle de la metodología implementada, así como los países agrupados en cada región. a/ Para los países que anuncian una meta global sin detallar los sectores abarcados, se asume que la meta contempla a todos los sectores e incluye el UTCUTS; por tanto, las emisiones de 2015 también incluyen este sector. Si los países aclaran que la meta no abarca el UTCUTS, se usan las emisiones de 2015 sin ese sector.

**Fuente:** Elaboración propia con base al registro de las CDN de la Secretaría de la CMNUCC (2022a) y la serie histórica de emisiones de GEI por país de Climate Watch (2022) con base en División de Estadísticas de la FAO (2022g) y OCDE (2022a).

Una desventaja del modelo de gobernanza del Acuerdo de París es la falta de una visión centralizada del problema. Esto tiene dos consecuencias directas. Primero, los compromisos nacionales no están diseñados para “sumar” o alcanzar metas globales específicas. Segundo, no hay una instancia donde se acuerde de manera centralizada cuál es la contribución justa de cada país, en función de su historia y posibilidades.

Considerando lo anterior, una duda que surge naturalmente es si las CDN propuestas hasta ahora son suficientemente ambiciosas para alcanzar los

objetivos del Acuerdo de París. Las estimaciones existentes sugieren que no: la probabilidad de mantener el calentamiento global en 2°C o menos, si las CDN actuales se cumplen, es de moderada a baja y la probabilidad de llegar a 1,5°C es casi nula. La buena noticia es que esas proyecciones han ido mejorando con las actualizaciones sucesivas de las CDN, ya que la ambición de las contribuciones propuestas por los países ha aumentado de manera notable (den Elzen et al., 2022; Ou et al., 2021). En todo caso, estos son ejercicios basados solo en las metas anunciadas.

Analizar el progreso efectivo que se ha alcanzado hacia esas metas es más difícil. Actualmente está en marcha el primer balance global (*global stocktake*) del Acuerdo de París, un proceso que concluirá en la COP28 prevista en 2023 y cuyo objetivo es evaluar la implementación y los avances logrados hasta la fecha en materia de mitigación y adaptación. Como producto de ese proceso se obtendrá una imagen global de la situación. Por ahora, los estudios que han mirado este tema indican que la implementación se ha quedado corta respecto a las metas (IPCC, 2021b; Kuramochi et al., 2021; NewClimate Institute et al., 2021). Por ejemplo, el Climate Action Tracker (CAT), un proyecto de colaboración científica entre las organizaciones Climate Analytics y NewClimate Institute, analiza las políticas y acciones de los países para estimar una trayectoria de emisiones probable hasta 2030 y encuentra que esa trayectoria está por encima (en volumen de emisiones) de la que resultaría de la plena implementación de las CDN y muy por encima de lo que sería compatible con la meta de limitar el calentamiento global a 1,5° (ver el gráfico 4.1).

Por otra parte, está el tema de la justicia climática y la pregunta de cuánto debería aportar cada país a los esfuerzos de mitigación. Esto es imposible de responder de manera absoluta porque no hay un criterio de justicia universalmente aceptado. Además, bajo el Acuerdo de París, no hay ninguna discusión explícita sobre ese tema, dado que cada país define sus metas con autonomía. Sí se observa, sin embargo, una correlación positiva entre el nivel de ingreso de los países y la ambición de sus metas de mitigación (que se percibe, agregado a nivel de región, en los valores del cuadro 4.1). Esa correlación es consistente con el principio de CBDR, pero no es suficiente para concluir algo sobre la justicia de los esfuerzos.



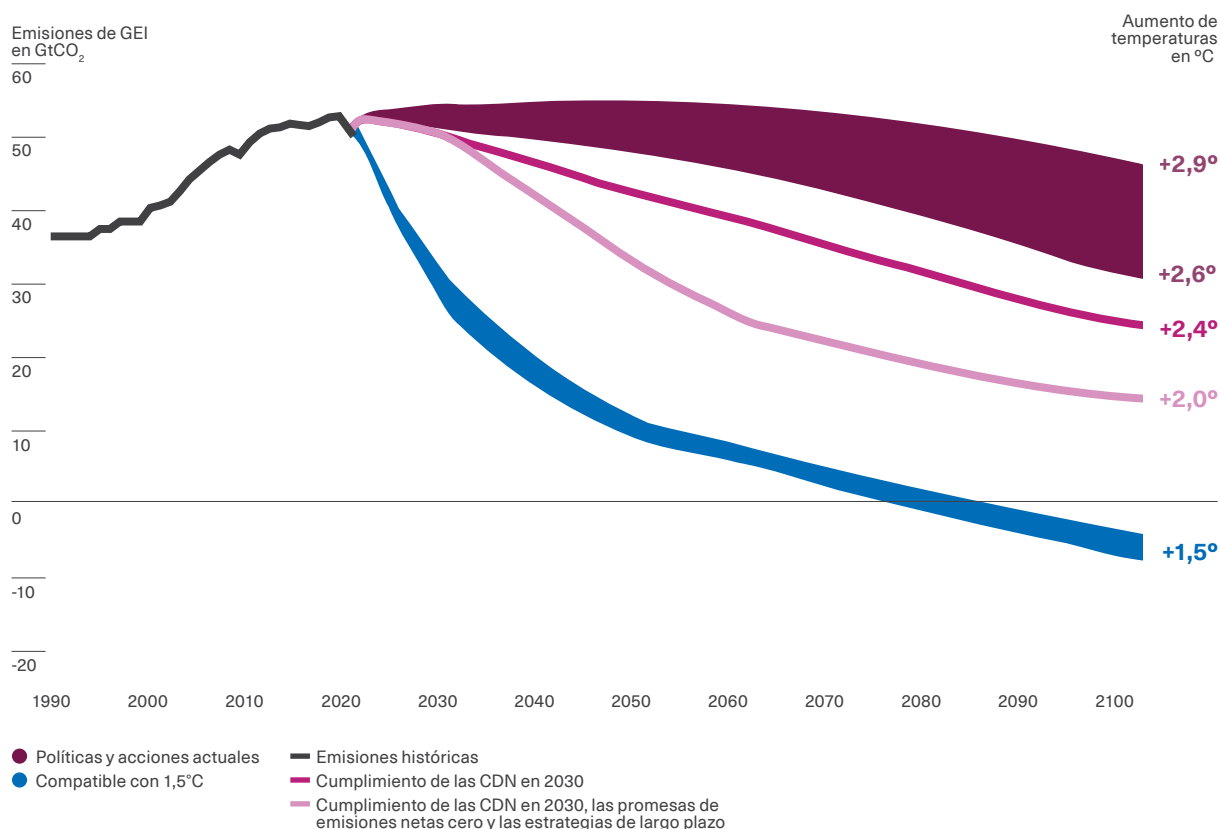
## Las estimaciones existentes sugieren que las CDN propuestas hasta ahora no son suficientemente ambiciosas para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París

De todos modos, la discusión sobre la justicia climática es relevante y requiere un poco de contexto. Una gran parte de las emisiones históricas son responsabilidad de unos pocos países, y es intuitivo pensar que sería justo permitir al resto de los países emitir hasta que aproximadamente se iguale alguna medida de emisiones acumuladas per cápita. Sin embargo, esto implicaría renunciar a las metas globales de calentamiento y alcanzar niveles de concentración de GEI catastróficos. Por ejemplo, Estados Unidos ha generado cerca de 500 GtCO<sub>2</sub>, que representan más de una quinta parte de las emisiones globales acumuladas (Friedlingstein, O'Sullivan et al., 2022). Para que el resto del mundo alcanzara un nivel similar de emisiones acumuladas per cápita, tendrían que sumarse alrededor de 10.000 GtCO<sub>2</sub> adicionales a la atmósfera. En contraste, el presupuesto de CO<sub>2</sub>, es decir, la cantidad que se puede emitir aún, para limitar el calentamiento a 2°C, es de poco más 1230 GtCO<sub>2</sub><sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Las estimaciones respecto a la magnitud del presupuesto de CO<sub>2</sub> tienen un grado de incertidumbre, como se explica en el capítulo 1 del reporte. Los números reportados aquí provienen de Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022), quienes actualizan los cálculos del Sexto informe de Evaluación del IPCC (Masson-Delmotte et al., 2021).

## Gráfico 4.1

Trayectoria de las emisiones de GEI y proyecciones para 2100 según varios escenarios



**Nota:** El gráfico presenta la trayectoria de las emisiones globales de GEI de 1990 a 2020 en GtCO<sub>2</sub>eq y las proyecciones de 2021 a 2100 bajo diferentes escenarios de cumplimiento del Acuerdo de París. A la derecha se muestra el aumento esperado en temperaturas en comparación con la temperatura media de la época preindustrial bajo cada escenario. Las emisiones históricas (línea negra) incluyen al sector de UTCUTS. El grosor de las áreas en las proyecciones representa la incertidumbre respecto al nivel de emisiones.

**Fuente:** Climate Action Tracker con base en Climate Analytics y NewClimate Institute (2022b).

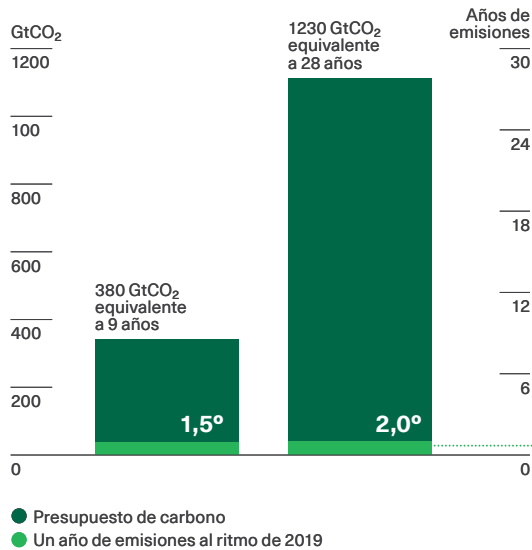
Esto es relevante para el tema de la justicia climática porque resalta algunas tensiones que existen entre lo que sería justo y lo que es necesario. El gráfico 4.2 muestra que el presupuesto disponible de CO<sub>2</sub> (para 2°C de calentamiento) equivale a poco más de 28 años de emisiones (al ritmo de 2019), y el presupuesto para 1,5°C equivale a aproximadamente 9 años de emisiones. En esa misma línea, otro dato relevante es el siguiente: reportes del IPCC indican que para mantener viva la meta de limitar el calentamiento a 1,5°C, las emisiones anuales deben caer hacia 2030 un 43 % respecto al nivel de 2019 y luego seguir disminuyendo hasta alcanzar la neutralidad de carbono en las

próximas décadas (Oficina de Prensa del IPCC, 2022). Por otra parte, las emisiones anuales de los países de ingresos altos representan en la actualidad menos del 25 % del total mundial, como muestra el panel B del gráfico 4.2. Por tanto, incluso si los países desarrollados llevaran a cero sus emisiones de GEI de manera inmediata (escenario completamente inverosímil), no sería suficiente. El resto del mundo también tendría que reducir sus emisiones en el corto plazo y mantener una senda hacia la descarbonización.

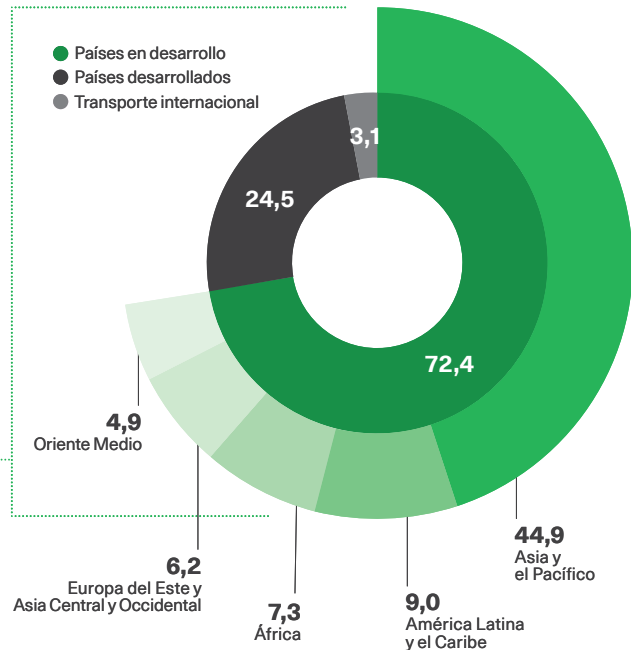
## Gráfico 4.2

Presupuesto de CO<sub>2</sub> y distribución de emisiones anuales por región

**Panel A.**  
Presupuesto global de carbono para limitar el aumento de temperaturas a 1,5°C y 2°C



**Panel B.**  
Distribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> por región en 2019



**Nota:** Las barras del panel A muestran el presupuesto de carbono asociado a tener un 50 % de probabilidad de limitar el aumento de la temperatura a 1,5°C y a tener un 67 % de probabilidad de limitar el aumento a 2°C respecto a la época preindustrial. El presupuesto se expresa en GtCO<sub>2</sub> en el eje izquierdo y, en el eje derecho, en años de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes según el nivel de emisiones globales en 2019. El panel B muestra la distribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> por regiones el mismo año. El panel B considera a 193 países y territorios con información sobre las emisiones de carbono en 2019. A excepción de los países de ALC, en donde se tomaron a los países pertenecientes a la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), la definición de las regiones sigue la clasificación del IPCC en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo III, capítulo dos (Dhakal et al., 2022).

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Global Carbon Budget (Friedlingstein, O'Sullivan et al., 2022; Global Carbon Project, 2022; Masson-Delmotte et al., 2021) y de Minx et al. (2022).

Para conseguir los objetivos del Acuerdo de París, los esfuerzos de mitigación deben ser globales. Si bien hay cierto margen para distribuir esos esfuerzos en el corto plazo, dando más tiempo a algunas economías para seguir emitiendo, ese margen es limitado. Esto colisiona con la realidad de muchos países de ingresos medios y bajos, incluyendo a los de América Latina y el Caribe, que, en general, han emitido poco históricamente, están sufriendo las consecuencias del cambio climático y encuentran en los esfuerzos de mitigación un costo adicional al desarrollo. Por eso, para muchos países de la región, es especialmente complicado responder a esta situación.

En este contexto, el financiamiento climático se vuelve un asunto central para alinear a las partes. Si los países en desarrollo tienen que enfrentar esfuerzos domésticos de mitigación superiores a lo que sería justo esperar de ellos dadas sus capacidades y sus emisiones históricas, deberían usarse recursos de las naciones industrializadas para financiar a esos países y compensar los costos causados por el cambio climático. En el apartado "Financiamiento climático internacional" se ampliará la discusión sobre esta cuestión.



## Recuadro 4.1

### Los cálculos sobre repartición justa de emisiones

El Climate Action Tracker es una iniciativa que recoge muchos cálculos de la literatura especializada sobre cómo distribuir los esfuerzos de mitigación entre países de acuerdo con criterios de justicia y compara esos números con las metas propuestas por cada Estado en su CDN. A partir de esa comparación, evalúa si los países están haciendo su “parte justa” para alcanzar el objetivo global de mantener el calentamiento a 1,5°C, y los clasifica en cinco categorías, desde “compatible con el Acuerdo de París” hasta “críticamente insuficiente”.

Según el análisis del CAT, de 38 jurisdicciones estudiadas, solo siete presentan metas que reflejan un esfuerzo justo y son compatibles con la meta de limitar el calentamiento a 1,5°C (Climate Analytics y NewClimate Institute, 2022a).

De los siete países de la región incluidos en el análisis de CAT, Costa Rica es el único que recibe una calificación favorable (compatible con el Acuerdo de París). A nivel mundial, los países que reciben una calificación favorable son, en general, lugares de ingresos más bajos y menos emisiones históricas que los de América Latina y el Caribe. Algunos ejemplos son Etiopía, Nigeria y Marruecos. Aunque las CDN de estos países no presentan metas muy ambiciosas, los criterios de repartición justa les dan margen para aumentar, en el corto plazo, su nivel de emisiones.

Como se señaló anteriormente, en el corto plazo hay cierto margen para repartir los esfuerzos de mitigación. Sobre ese punto ha surgido una literatura especializada que, utilizando diversos criterios de justicia,

ofrece ejercicios numéricos para estimar cómo debería ser esa distribución entre países (o regiones). El recuadro 4.1 hace una breve descripción de algunas de las conclusiones de estos ejercicios.

## El largo plazo: las metas de emisión cero

La descarbonización es una meta de largo plazo para muchos países, como se ve reflejado en el aumento de anuncios de neutralidad de carbono registrado desde 2020. Sin embargo, esos anuncios en general no están respaldados con planes claros.

En los últimos años ha crecido de manera importante el número de jurisdicciones y entidades (países, regiones, ciudades, empresas) que han hecho promesas (*pledges*) de alcanzar cero emisiones netas en algún punto del futuro, típicamente en 2050. Hasta 2015, cuando se firmó el Acuerdo de París, solo tres países habían anunciado promesas en este sentido (también llamadas de neutralidad de carbono). En 2020, algunos de los mayores emisores del mundo, incluyendo a la UE y China, proclamaron metas de cero emisiones;

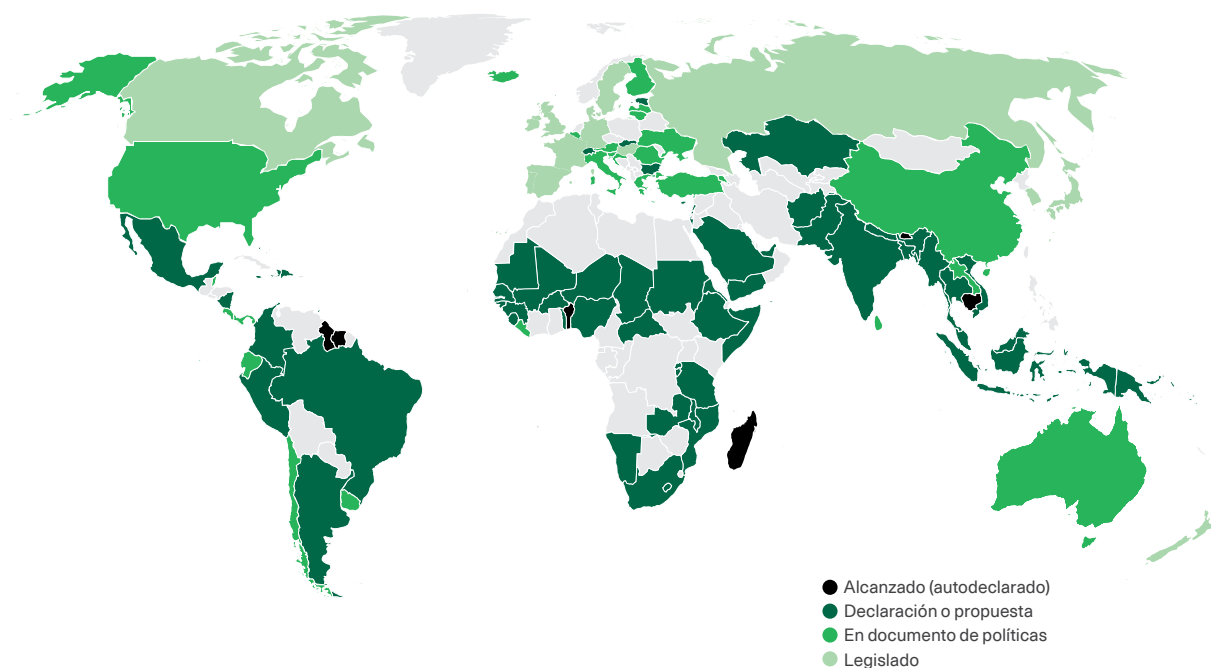
a partir de entonces, se acentuó la tendencia a adoptar objetivos similares. Como muestra el gráfico 4.3, a julio de 2022, más de 130 países, 230 ciudades y 700 empresas habían hecho anuncios de esta naturaleza, incluyendo 23 países y 22 ciudades de América Latina y el Caribe (Lang et al., 2022).



**En años recientes han aumentado los anuncios de neutralidad de carbono hacia 2050, pero en general no están respaldados por un plan concreto**

### Gráfico 4.3

Países con metas de neutralidad de emisiones según el tipo de anuncio de la meta



**Nota:** El mapa presenta a los países que han declarado una meta de neutralidad de sus emisiones por tipo de anuncio o política implementada. Las metas de neutralidad de emisiones abarcan los anuncios de neutralidad de emisiones de carbono, cero emisiones de carbono, cero emisiones netas de GEI o neutralidad climática. Los países clasificados en la categoría de alcanzado (autodeclarado) son aquellos que reportan emisiones de GEI negativas en sus inventarios; la categoría declaración o propuesta cubre países que han declarado una meta de neutralidad por medio de la prensa, de forma verbal o se han unido a una iniciativa internacional de neutralidad, pero no han formalizado la promesa; documentos de política corresponde a países que han formalizado su objetivo en un documento, incluyendo las políticas declaradas en los CDN o las Estrategias de Largo Plazo elevadas a la Secretaría de la CMNUCC; y legislado corresponde a países que han respaldado la meta con una legislación u orden administrativa. Información actualizada al 6 de julio de 2022.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Net Zero Tracker (Lang et al., 2022).

Sin embargo, muchos de estos anuncios son imprecisos y no están respaldados por un plan concreto. Esta brecha entre objetivos y medidas específicas se refleja en las proyecciones climáticas. Cálculos recientes estiman que, si las promesas nacionales de neutralidad ya anunciadas se cumplieran a cabalidad, el aumento de la temperatura global podría limitarse al rango de 2-2,4°C para el año 2100, cerca de la meta pautada en el Acuerdo de París. Sin embargo, las políticas y acciones efectivamente implementadas hasta ahora no son consistentes con esas promesas (Höhne et al., 2021).

La neutralidad es una meta importante para alcanzar los objetivos globales en materia climática, pero los planes deben presentarse de manera clara para ganar

credibilidad y operatividad. Hay al menos dos aspectos específicos que se deben abordar con precisión cuando se anuncian metas de esta naturaleza. El primero es cómo esa meta (que es de largo plazo) se coordina con las iniciativas y objetivos de corto plazo de cada país, generalmente reflejados en sus CDN. El segundo son las premisas desde las cuales se hacen las proyecciones de neutralidad; en particular, qué peso tienen en dichas proyecciones las reducciones de las emisiones domésticas y qué peso tienen canales alternativos, como los mecanismos de compensación interjurisdiccional o la implementación de tecnologías de emisión negativa (captura de carbono). El riesgo es que la neutralidad proyectada dependa mucho de esos canales alternativos, en lugar de enfocarse en los esfuerzos domésticos. Los mecanismos de compensación

internacional son una herramienta complementaria legítima, pero no pueden ser el foco de las estrategias nacionales: en algún lugar se tienen que reducir las

emisiones. Por su parte, aún hay mucha incertidumbre sobre la escala que puedan alcanzar las tecnologías de emisiones negativas en las próximas décadas<sup>7</sup>.

## Las CDN de la región

Los países de América Latina y el Caribe han cumplido en tiempo y forma con las obligaciones de presentar sus contribuciones. Casi todos los Estados de la región (30 de 33) tienen una CDN vigente ante la Secretaría de la CMNUCC y han mostrado un cumplimiento mediano de los requisitos formales de información y transparencia que deben brindar<sup>8</sup>.

En cuanto a los contenidos de las CDN, se revelan algunos aspectos a mejorar, sobre todo en lo relativo a la articulación y concreción de los objetivos propuestos. Muchas de las deficiencias que se notan en los CDN están asociadas al hecho de que los países no incorporan de manera suficiente sus especificidades a la definición de prioridades y líneas de acción en materia climática. A continuación, se discuten algunos de esos aspectos.



### Las metas de adaptación propuestas son generalmente imprecisas y no permiten medir ni hacer un seguimiento de los avances

Primero, a pesar de que muchos países resaltan la importancia del componente de adaptación en su política climática, las metas de adaptación propuestas son generalmente muy imprecisas y están redactadas de una

manera que no permite medir ni hacer un seguimiento de los avances. En parte esto se debe a que la adaptación es más difícil de reducir a métricas puntuales que la mitigación; pero también, y esto es más importante, parece reflejar cierto grado de desconocimiento de los países respecto a cómo medir el progreso y qué objetivos fijar en materia de adaptación.

Algunas de las medidas propuestas muestran una búsqueda de los países para entender mejor el problema. Por ejemplo, algunos incluyen la realización de estudios y el desarrollo de metodologías para estimar los efectos del calentamiento climático en sus territorios<sup>9</sup>. Esto es positivo, ya que la política debe estar informada por un conocimiento riguroso que permita identificar necesidades, pero es importante acelerar estas tareas para pasar a una etapa de definición e implementación de acciones. La mayoría de las CDN incluyen metas de adaptación por sectores (agricultura y ganadería, gestión de los recursos hídricos y saneamiento son los más mencionados, como puede verse en el gráfico 4.4), pero en muchos casos son poco precisas<sup>10</sup>. El diseño de sistemas de monitoreo y alerta climática aparece como una medida en la mayoría de las CDN de la región (25 de 33). También se menciona con regularidad la incorporación de lineamientos de resiliencia en planes de desarrollo territorial y normativas sectoriales<sup>11</sup>. Por otra parte, la importancia de la infraestructura y de la tecnología en la adaptación es reconocida, pero hay poca especificidad respecto a proyectos o programas de inversión en esas dimensiones.

7 Además de la aforestación y reforestación, entre las tecnologías de emisiones negativas que se discuten destacan la generación de bioenergía con captura y almacenamiento de carbono, la captura directa y almacenamiento de carbono (BECCS y DACCS, respectivamente, por sus siglas en inglés), la fertilización oceánica y la meteorización acelerada. Hay mucha incertidumbre sobre las posibilidades prácticas de estas herramientas.

8 Hay algunas deficiencias en la información provista por las CDN, principalmente asociadas a que algunos países no adoptaron un año de base como referencia, no definieron una meta global de reducción de GEI o no especificaron un período de tiempo claro en el cual se implementará la meta.

9 Por ejemplo, la CDN de Ecuador propone la "generación de conocimiento y estudios científicos sobre los efectos del cambio climático en la salud" (Gobierno de Ecuador, 2019, p. 34); la de Uruguay habla de comprender la situación del país "en relación con los movimientos migratorios y desplazamientos humanos por condiciones vinculadas al cambio climático y sus cadenas de impactos derivadas" (Gobierno de Uruguay, 2022, p. 9).

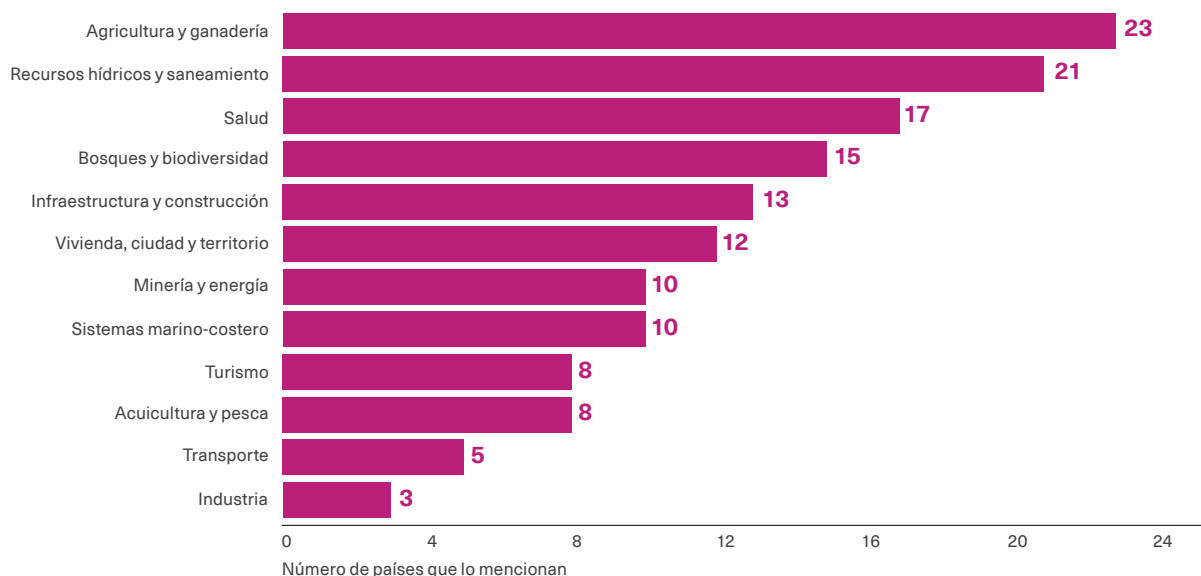
10 Por ejemplo, "aumentar la capacidad de adaptación ante los impactos generados por el cambio climático a través de la producción tecnificada y las buenas prácticas agrícolas" (Gobierno de Paraguay, 2021, p. 43).

11 Por ejemplo, la CDN de Colombia prevé "incluir consideraciones de cambio climático en los instrumentos de planificación del sector agropecuario (PIGCCS) e implementaciones de acciones de adaptación" (Gobierno de Colombia, 2020, p. 17), y el de Costa Rica, que el sector agropecuario cuente para 2024 "con su propio plan sectorial de adaptación al cambio climático en implementación" (Gobierno de Costa Rica, 2020, p. 36).



#### Gráfico 4.4

#### Sectores incluidos en las metas de adaptación de las CDN



**Nota:** El gráfico muestra el número de países de ALC que menciona explícitamente al sector en sus metas y acciones de adaptación. Los países de ALC son los 33 países pertenecientes a la CELAC.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las versiones de las CDN de los países vigentes a enero o febrero de 2023.

Aparte de las CDN, bajo la CMNUCC, se ha dispuesto también un proceso para que los países formulen planes nacionales de adaptación, en los que se identifiquen las necesidades de mediano y largo plazo para una mayor resiliencia. El recuadro 4.2 resume los avances en la formulación de dichos planes.



#### Aunque los países presentan una lista de medidas de mitigación, no las acompañan con estimaciones de cómo estas contribuirían a la meta nacional

Segundo, los países reconocen que deben jugar un papel en materia de mitigación y en casi todos los casos proponen metas concretas respecto a su nivel de emisiones (la principal excepción es Bolivia), más allá de que esas metas sean suficientemente ambiciosas o no (ver el subapartado anterior). Sin embargo,

aunque los países presentan una lista de líneas de acción o medidas de mitigación, no las acompañan con estimaciones de cómo estas contribuirían a la meta nacional; es decir, suele haber cierta desconexión entre lo general y lo específico.

Algunos de los países más intensivos en emisiones del sector agropecuario, resaltan el papel de ese sector en su estrategia de mitigación. A nivel regional, las áreas de acción más mencionadas en las CDN en materia de mitigación son la generación eléctrica, la eficiencia energética y la electromovilidad, seguidas de la gestión de los procesos industriales y residuos (ver el gráfico 4.5). Sin embargo, por regla general no hay una clara priorización de políticas informadas según las especificidades de los países.

## Recuadro 4.2

### Los planes nacionales de adaptación

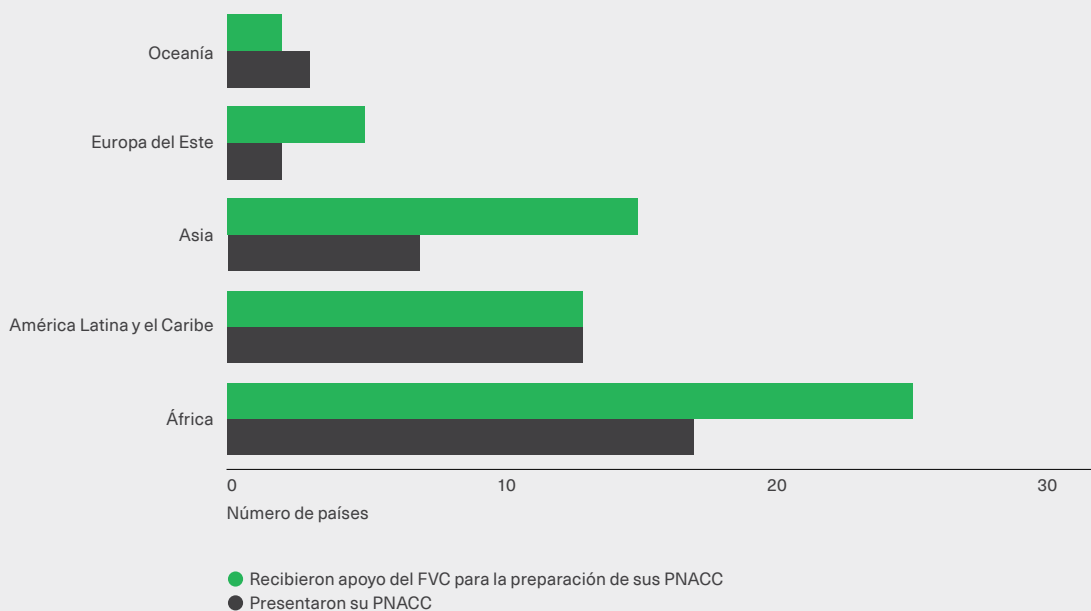
En la COP16 de 2010 se creó el Marco de Adaptación de Cancún, que invitaba a los países menos adelantados (PMA), los PEID y otros países en desarrollo a formular e implementar planes nacionales de adaptación al cambio climático (PNACC). El objetivo era facilitar una estructura dentro de la CMNUCC para identificar y enfrentar las consecuencias del cambio climático en los países más vulnerables, con estrategias y programas nacionales de adaptación que se integraran a las políticas de desarrollo de cada país. De esta forma, se establecieron los PNACC y se dispuso que el Fondo Verde para el Clima (FVC) financiara su proceso de formulación e implementación (Grupo de expertos de PMA, 2023a).

En los años siguientes se construyó la estructura de los PNACC con el trabajo del Grupo de Expertos de los Países Menos Adelantados de la CMNUCC. La promoción de las políticas de adaptación también se amplió en otras instituciones y acuerdos bajo la órbita de esta convención, entre los cuales se destaca el establecimiento de las Comunicaciones de Adaptación, con el artículo 7 del Acuerdo de París. Bajo este artículo, las partes se han comprometido a presentar y actualizar periódicamente una comunicación de adaptación, incluyendo información sobre sus prioridades, necesidades de implementación y planes de acción (Conferencia de las Partes en la CMNUCC, 2016).

A pesar del impulso institucional dado a esta agenda durante la última década, muchos países no han completado planes nacionales o comunicaciones de adaptación. A febrero de 2023, solo 42 países en desarrollo habían elevado su PNACC a la CMNUCC. Trece de ellos son de América Latina y el Caribe (Grupo de expertos de PMA, 2023b). Asimismo, el último informe de progreso advierte que, a octubre de 2021, solo trece países de todo el mundo habían adoptado acciones en los PNACC para reducir la vulnerabilidad y facilitar la integración de la adaptación en las políticas de desarrollo nacionales (Grupo de expertos de PMA, 2022).

### Gráfico 1

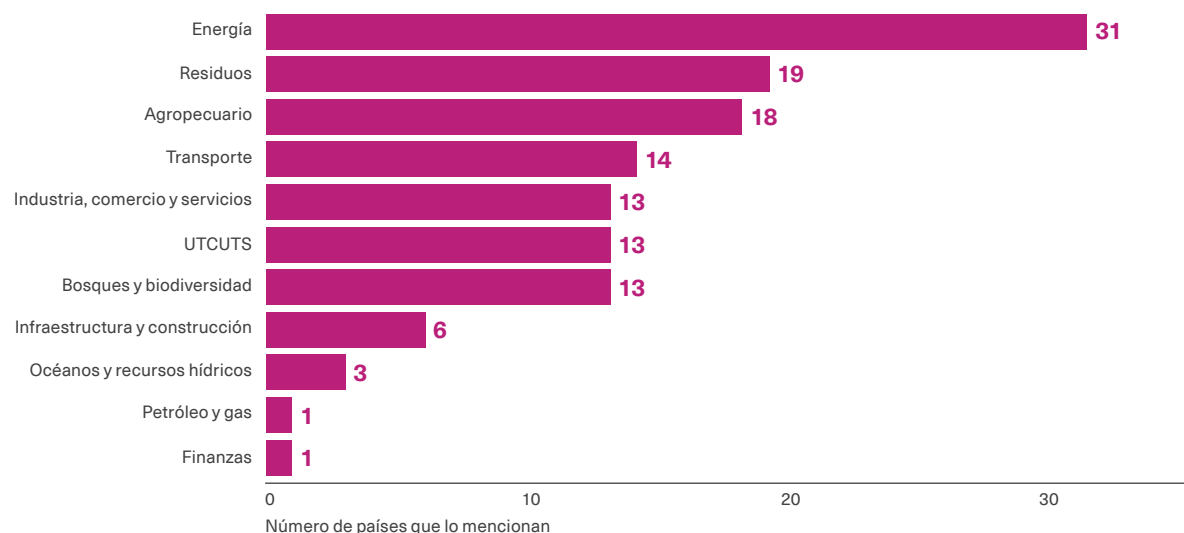
Acciones de los países en desarrollo en la formulación de sus PNACC



Fuente: Elaboración propia con base en Grupo de expertos de PMA (2022, 2023b).

## Gráfico 4.5

### Sectores incluidos en las metas de mitigación de las CDN



**Nota:** El gráfico muestra el número de países de ALC que menciona explícitamente al sector en sus metas y acciones de mitigación. Los países de ALC son los 33 países pertenecientes a la CELAC.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las versiones de las CDN de los países vigentes a enero o febrero de 2023.

Tercero, si bien varias CDN subrayan la importancia del apoyo de los países desarrollados para poder implementar las contribuciones propias en materia de mitigación<sup>12</sup>, no hay suficiente claridad respecto a cómo ese apoyo condiciona el cumplimiento de las metas. Una manera de operacionalizar la recepción de recursos internacionales y las acciones propias es a través de la propuesta de metas condicionadas. En efecto, la mayoría de los países analizados proponen metas condicionadas, pero los principales emisores de la región no lo hacen. Más aún, se observa que otra falla generalizada de las metas condicionadas es que no definen con claridad cuál es la condición para su cumplimiento<sup>13</sup>. Esto les resta credibilidad. Lo ideal sería especificar claramente cuántos y qué tipo de recursos se requieren para cumplir las metas propuestas.

Cuarto, las CDN ofrecen muy poca información sobre el financiamiento de las acciones climáticas. Algunos países proporcionan estimaciones agregadas del financiamiento necesario para las CDN, pero la mayoría no. En casi ningún caso hay una desagregación de esas necesidades, aunque algunos países han elaborado listas de proyectos que parcialmente tienen un costo estimado (por ejemplo, Venezuela). Panamá brinda estimaciones de inversiones necesarias para la agenda de transición energética. En el caso de Chile, aunque la CDN no contiene información al respecto, sí refiere a la Estrategia Financiera frente al Cambio Climático del país, publicada en 2019.

12 Por ejemplo, "Uruguay entiende que la disponibilidad de medios de implementación provistos por países desarrollados es un requisito para que la implementación de la acción climática ocurra en un marco de transición justa y de justicia climática" (Gobierno de Uruguay, 2022, p. 60).

13 Por ejemplo, la CDN de México expresa que el país puede, de forma condicionada, "aumentar su meta a 2030 (...) si se escala el financiamiento internacional, la innovación y transferencia tecnológica, y si otros países, principalmente los mayores emisores, realizan esfuerzos conmensurados a los objetivos más ambiciosos del Acuerdo de París" (Gobierno de México, 2022, p. 9). La CDN de Venezuela señala: "El grado en que se alcance esta meta dependerá del cumplimiento de los compromisos de los países desarrollados en cuanto a provisión de financiamiento, transferencia de tecnología y formación de capacidades" (Gobierno de la República Bolivariana de Venezuela, 2021, p. 22).



## Las CDN ofrecen muy poca información sobre el financiamiento de las acciones climáticas

Por último, y asociado a los dos puntos anteriores, los países aún no han identificado cuáles son las acciones en las que requieren financiamiento o

transferencia de recursos y capacidades provenientes de los países desarrollados. Esto se explicita en algunas CDN, como las de Costa Rica y Colombia<sup>14</sup>. Un punto positivo es que los países reconocen la importancia de desarrollar metodologías para identificar esas necesidades, un trabajo que debe priorizarse en el corto plazo para vincular mejor las metas de mitigación y adaptación con la demanda de recursos.

## Financiamiento climático internacional

Como se señaló en el apartado anterior, existe una tensión entre 1) la necesidad de que los países en desarrollo contribuyan a los esfuerzos de mitigación globales, y 2) los reclamos de justicia en la repartición de responsabilidades. El financiamiento climático podría ser un canal para resolver esa tensión. Si bien es clave que todos los países actúen hacia la descarbonización, algunos deben asumir una parte mayor de los costos de esa transición. La idea de que el financiamiento climático es una vía para hacer efectivos los reclamos de equidad y justicia de los países con menores responsabilidades históricas por el cambio climático no siempre es articulada explícitamente. Sin embargo, empieza a ser recogida en algunas CDN de la región.

En este apartado se exponen cinco puntos centrales: 1) los volúmenes de recursos movilizados hasta la

fecha son bajos respecto a las necesidades; 2) hay un desencuentro entre los requerimientos de los países en desarrollo de invertir en adaptación y los incentivos de los países industrializados a financiar la mitigación; 3) canalizar el financiamiento a través de fondos multilaterales climáticos tiene algunas ventajas que ameritan fortalecer el papel de esos organismos; 4) los criterios para reportar actividades de financiamiento no son claros, y eso genera incertidumbre y suspicacias entre países; y 5) aún hay muchas imprecisiones e incertidumbres respecto a las necesidades de financiamiento de los países, especialmente de requerimientos de apoyo financiero internacional. Estos cinco argumentos apuntan, a su vez, sendas tareas pendientes en materia de financiamiento climático que se presentan a continuación.

## Aumentar el flujo de recursos en financiamiento climático

Es difícil tener precisión respecto a los montos que efectivamente se han dedicado al financiamiento de acciones climáticas hasta ahora, debido a la multiplicidad de actores y a la falta de criterios compartidos

para registrar y reportar estas acciones. Un informe de la Climate Policy Initiative (CPI) arroja un cálculo de USD 632.000 millones anuales hacia 2020, con una cifra para América Latina y el Caribe entre USD

<sup>14</sup> Costa Rica "se encuentra actualmente desarrollando instrumentos que facilitarán la identificación de estas necesidades más concretas de implementación y de prestación de apoyo" (Gobierno de Costa Rica, 2020, p. 83); y según la CDN de Colombia: "El país ha identificado 132 necesidades con respecto a financiamiento, fortalecimiento/creación de capacidades, y desarrollo y transferencia de tecnología (...) a pesar de no contar con una metodología estandarizada para la identificación de las mismas (...) la información planteada no refleja en su totalidad las necesidades del país y será necesario seguir trabajando en estos aspectos" (Gobierno de Colombia, 2020, p. 23).



23.000 y 35.000 millones anuales (Naran et al., 2022; Schneider, 2023). Estos recursos incluyen múltiples fuentes públicas y privadas, nacionales e internacionales. De acuerdo con la CPI, aproximadamente la mitad del financiamiento global observado viene del sector público (bancos de desarrollo nacionales, multilaterales, presupuestos nacionales, etc.) y la otra mitad del privado. Por otra parte, un poco más del 75 % serían recursos domésticos y solo una cuarta parte, flujos internacionales.

El financiamiento internacional, en particular la canalización de recursos de países ricos a países en desarrollo, es de especial relevancia para este capítulo. En la COP 15, celebrada en 2009, los países desarrollados se comprometieron colectivamente a proveer USD 30.000 millones anuales “nuevos y adicionales” durante los años 2010-2012 y a movilizar USD 100.000 millones anuales hacia 2020<sup>15</sup> (Conferencia de las Partes en la CMNUCC, 2010, p. 7). Esta cifra era pequeña en comparación con las necesidades existentes, que, según algunas estimaciones, son de un orden de magnitud superior (ver más abajo), pero servía al menos para fijar un nivel mínimo de ambición. Aun así, los recursos movilizados quedaron por debajo de lo anunciado.

Más aún, aunque hubo un reconocimiento generalizado de que la meta de USD 100.000 millones para 2020 no se alcanzó, hay divergencias entre países e instituciones en el cálculo de los montos movilizados. Según un estudio de la OCDE (2022b), las cifras fueron desde USD 52.400 millones en 2013 hasta USD 83.300 millones en 2020 (un crecimiento interanual promedio de aproximadamente el 7 %). En cambio, un reporte publicado por Oxfam estima los montos en una tercera parte: entre USD 21.000 y USD 25.000 millones en 2020 (Carty y Kowalzig, 2022). Este cálculo es mucho menor, principalmente, porque usa el criterio de que los préstamos, especialmente los no concesionales, no deberían contabilizarse hacia las metas del financiamiento climático igual que las transferencias no reembolsables. El argumento es que los préstamos, sobre todo si son a tasas de mercado, no representan un esfuerzo por parte de los financistas. Este punto es importante porque más del 70 % de los recursos públicos movilizados desde los países ricos a los países en

desarrollo toman la forma de préstamos y solo una cuarta parte son transferencias no reembolsables (OCDE, 2022c).

Para aclarar algunas de las diferencias de criterio es importante reconocer que, dentro de lo que se llama financiamiento climático, hay actividades que tienen un componente redistributivo y otras que no. Los fondos no reembolsables, por ejemplo, implican una redistribución hacia el país receptor; pero los préstamos de mercado no. Si bien ambos tipos de actividad juegan un papel en el financiamiento, esa diferencia es clave. Cuando los países ricos hicieron la promesa de los USD 100.000 millones, no especificaron nada sobre los tipos de instrumentos, así que, en cierto sentido, no era una meta vinculada a la redistribución o compensación. Consecuentemente, las críticas del resto de países no se limitan a que no se haya alcanzado aquella meta, sino que se extiende al hecho de que los países ricos y grandes emisores han hecho poco por compensar al resto.

Desde el punto de vista de la justicia climática, los países en desarrollo tienen razones para exigir más recursos en forma de transferencias no reembolsables y créditos concesionales. Un problema, sin embargo, es que es muy difícil ser más concreto respecto a cuánto dinero y a través de qué instrumentos se deberían mover esos fondos entre países, porque, como ya se ha dicho en este capítulo, no hay una instancia central que responda esas cuestiones. El diálogo sobre el financiamiento climático podría facilitarse si hubiera cifras específicas alrededor de las cuales negociar. Este punto se retoma en los siguientes subapartados.

15 Ese último compromiso se extendió hasta 2025 en la Conferencia de París.

## Atender las tensiones entre países respecto a las categorías de financiamiento (adaptación, mitigación y daños)

Casi todo el financiamiento climático actual se destina a proyectos de mitigación, con menos del 10 % dedicado a adaptación (Naran et al., 2022). Esto está asociado a la predominancia de los créditos y a la rentabilidad financiera de los proyectos: las inversiones de adaptación, a diferencia de las de mitigación, no generan en muchos casos flujos de ingresos directos que sirvan para pagar préstamos<sup>16</sup>. En consecuencia, los datos muestran un sesgo de los créditos hacia mitigación y de las transferencias no reembolsables hacia adaptación (se observa igualmente muy poco financiamiento de fuentes privadas para adaptación) (OCDE, 2022c). El dominio de los proyectos de mitigación también puede deberse en parte al hecho de que los países parecen tener menos claridad respecto a las inversiones concretas que necesitan en materia de adaptación (ver el apartado “Situación actual: los compromisos nacionales bajo el Acuerdo de París”).

Otro concepto por el que los países en desarrollo han exigido desde hace años que los países industrializados les transfieran recursos es el de daños y pérdidas (*loss and damage*). La creación de un fondo dedicado exclusivamente a este fin se propuso en varios foros y COP, donde inicialmente enfrentó el rechazo de las naciones desarrolladas. La iniciativa se aceptó recién en la COP27, celebrada en 2022. Aun así, muchos detalles están por definir, incluyendo la lista de países que tendrán que poner dinero en el fondo y los montos involucrados.

El panorama general es que los países industrializados han estado poco dispuestos a proveer financiamiento climático, especialmente para causas que no sean de mitigación. Desde su perspectiva, estos países quieren maximizar la reducción de emisiones por cada dólar destinado a inversiones climáticas. Esto refleja un desencuentro central entre los países que proveen y los que reciben recursos climáticos. Para los primeros, es costoso dedicar presupuesto

a inversiones (fuera de su territorio) que no generen ganancias de mitigación. Para los segundos, la mitigación acarrea costos (no solo por inversión en proyectos, sino porque aumenta los precios de la economía<sup>17</sup>) que se perciben injustos, y para incurrir en ellos necesitan ser compensados.



### Hay una tensión entre las necesidades de los países en desarrollo de invertir en adaptación y los incentivos de los países industrializados a financiar mitigación

Aumentar el volumen de recursos movilizados es una tarea compleja que requiere resolver o, al menos, suavizar ese desencuentro entre los países proveedores y los receptores. Mantener separadas las categorías de mitigación, adaptación y compensaciones por pérdidas puede ser contraproducente en este sentido: unos quieren financiar la mitigación y otros quieren recibir para la adaptación y compensación. Una alternativa sería que los países en desarrollo plantearan objetivos de mitigación a cambio de recibir una cantidad definida de recursos que no se limite a costear la implementación de la mitigación, sino que tenga incorporado un componente de compensación (que el país receptor podría usar, entre otras cosas, para inversiones de adaptación). Esto podría expresarse a través de metas condicionadas en las CDN, detallando los compromisos de mitigación, las acciones (verificables) para conseguirlas y los montos exigidos a cambio<sup>18</sup>. Moverse en esta dirección significaría pasar del enfoque actual, en el que se financian proyectos específicos (por ejemplo, la construcción de un conjunto de plantas de energía renovable), a uno en que se financiarían planes generales.

16 Por ejemplo, los sistemas de alerta temprana de riesgos climáticos, que muchos países resaltan dentro de sus proyectos de adaptación, no generan ingresos directos. En cambio, las plantas eólicas o solares, que son típicos proyectos de mitigación, tienen un flujo de caja por la venta de la electricidad.

17 Hay acciones de mitigación que no tienen costos de inversión importantes, pero sí son costosas en términos de sus efectos sobre la economía en el corto plazo; por ejemplo, un impuesto al carbono.

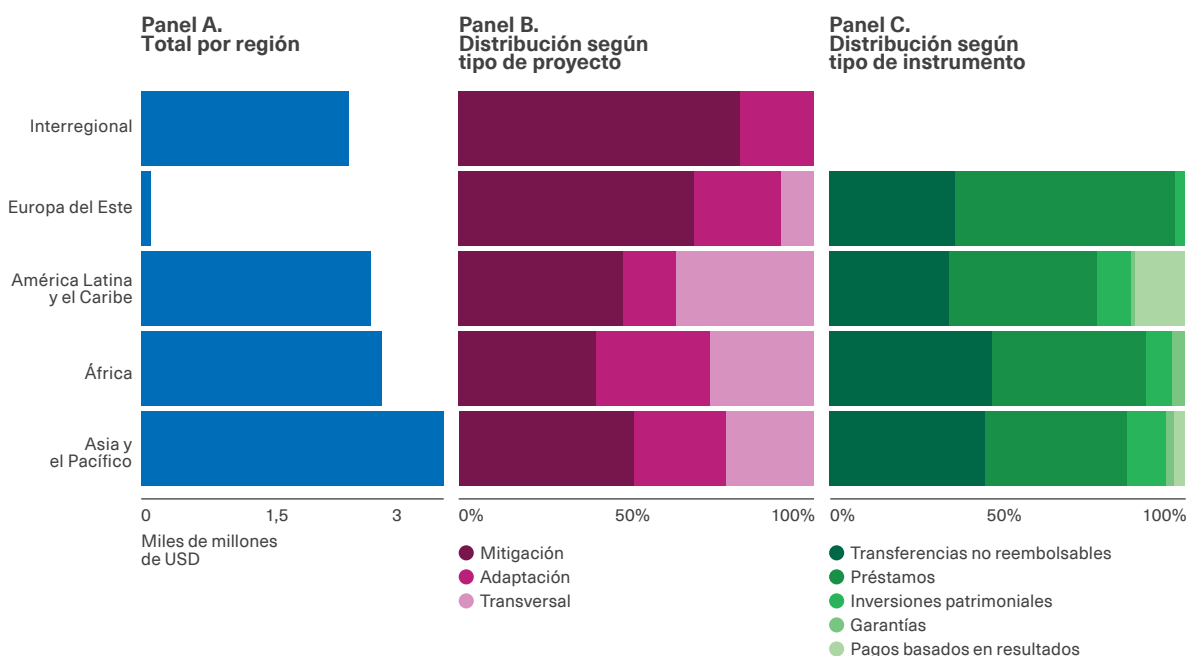
18 En la actualidad, varios países presentan metas condicionadas en sus CDN, pero la información sobre los compromisos y las condiciones suele ser muy incompleta e imprecisa (ver el apartado “Situación actual: los compromisos nacionales bajo el Acuerdo de París”).

## Fortalecer el papel de los fondos multilaterales climáticos dentro del panorama de financiamiento climático

Centralizar y canalizar los aportes de los países industrializados a través de fondos climáticos tiene algunas ventajas. En primer lugar, aumenta la visibilidad de lo aportado por cada país: cuando los recursos se mueven principalmente por vías bilaterales, es más fácil que se diluyan las responsabilidades dentro del colectivo de países industrializados. Además, los fondos multilaterales son, junto con las agencias nacionales de cooperación al desarrollo, las instituciones que ofrecen un porcentaje más alto de su financiamiento vía transferencias no reembolsables y créditos preferenciales. Esto es

una consecuencia directa del mandato que tienen (OCDE, 2022c). Los países en desarrollo deberían promover el refuerzo del papel de estos fondos, considerando que en la actualidad representan una parte pequeña de los flujos de financiamiento climático (unos USD 4000 millones anuales). El Fondo Verde para el Clima (FVC), establecido en 2010, se ha convertido en la mayor de estas fuentes de financiamiento. Desde 2015, cuando empezó a asignar recursos, ha otorgado poco más de USD 10.000 millones para proyectos de diversa índole (ver el gráfico 4.6).

**Gráfico 4.6**  
Financiamiento acumulado otorgado por el FVC



**Nota:** El panel A presenta los montos totales acumulados de financiamiento otorgado por el FVC por región entre 2015 y febrero de 2023, en miles de millones de dólares corrientes. El panel B muestra la repartición (en porcentaje) del financiamiento, por región, según el tipo de proyecto: adaptación al cambio climático, mitigación de las emisiones de GEI o bien una combinación de ambos (etiquetado como “transversal”). El panel C muestra la participación (en porcentaje) del financiamiento, por región, según el tipo de instrumento de financiamiento.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del FVC (2022).



## Mejorar la transparencia en los números sobre financiamiento climático

Hay poca claridad respecto a los montos que se mueven por concepto de financiamiento climático. Esa opacidad obedece a la ausencia de criterios compartidos respecto a qué debe contarse como financiamiento climático y cómo deben reportarse esas actividades <sup>19</sup>. Weikmans y Roberts (2019) especifican algunas de las fuentes de confusión en esta materia. Para empezar, a la hora de reportar a la Secretaría de la CMNUCC sobre estos temas, los países desarrollados tienen amplia discreción para definir si un proyecto es climático. Esto abre la puerta a sobreestimaciones. Weikmans et al. (2017) evaluaron 5200 proyectos reportados a la OCDE en 2012, que sumaban un total de USD 2700 millones de financiamiento dirigido a adaptación al cambio climático, y encontraron que solo USD 1200 millones parecían estar genuinamente dirigidos a proyectos de adaptación. Asociado a esto, muchos países usan metodologías de reporte que no son suficientemente granulares y que asignan a la categoría de financiamiento climático el valor total de un proyecto, aun cuando solo algunos de sus componentes estén relacionados con la acción climática. Otro problema es que, en algunos casos, los países no distinguen de

manera suficientemente clara entre dinero comprometido y dinero efectivamente desembolsado. En el caso de fondos invertidos a través de organismos multilaterales (en lugar de vía proyectos bilaterales), hay también una complicación en cómo estimar qué parte de esos fondos se acaban dirigiendo a proyectos climáticos.



### Hay poca claridad respecto a los montos de financiamiento climático debido a la falta de criterios compartidos para contar y reportar esas actividades

Es importante trabajar en la mejora continua de los métodos de reporte sobre estos temas. Esta es una tarea valiosa porque la opacidad respecto a los números de financiamiento mina la confianza entre las partes y es, por tanto, uno de los obstáculos para aumentar los flujos de recursos.

## Mejorar el conocimiento sobre las necesidades de financiamiento

Precisar el costo de la mitigación y adaptación es una tarea notablemente compleja. Por tanto, los cálculos son escasos, inciertos y difíciles de comparar directamente. Con esta advertencia presente, números recientes de la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la Climate Policy Initiative estiman que se necesitan flujos financieros de al menos USD 4 billones anuales a nivel global hacia 2030 (AIE, 2021c; Naran et al., 2022)<sup>20</sup>. Estos números dejan en evidencia lo modesto del compromiso de USD 100.000 millones anuales que habían hecho los países industrializados en 2009.

A pesar de las dificultades asociadas, trabajar en las estimaciones sobre necesidades de financiamiento puede ser valioso para fijar puntos de referencia concretos en las negociaciones internacionales. Especialmente útil sería tener dichas estimaciones a nivel nacional, en países donde son escasas. Una buena práctica en este sentido sería dedicar recursos a hacer cálculos rigurosos sobre los costos de implementar los compromisos nacionales e incorporar esa información en las CDN. Esta información es inexistente o muy parcial en la mayoría de los casos. Algunos países sí reportan montos, pero interpretar y comparar esos números es difícil, entre otras cosas, porque hay diferencias en la manera en que los

<sup>19</sup> Esta discusión sobre qué es (y qué no es) financiamiento climático es distinta a la discusión anterior sobre cómo contabilizar los distintos tipos de instrumento de cara a los compromisos de financiamiento.

<sup>20</sup> Otros estudios que ofrecen una idea sobre el orden de magnitud de los montos son los de Fankhauser et al. (2016), que recogen estimaciones de varias instituciones y ubican las necesidades de inversión para mitigación en los países en desarrollo en un rango de USD 180.000 a USD 540.000 millones anuales; y Songwe et al. (2022), que calculan en un USD 1 billón anual el monto de financiamiento externo que tendría que movilizarse para 2030 hacia los países en desarrollo y emergentes (excluyendo a China).

países los presentan. Por ejemplo, algunos países hablan de necesidades de financiamiento y otros de costos de implementación de las CDN (que no son necesariamente lo mismo), mientras que otros presentan costos de proyectos específicos en lugar de cifras globales. El cuadro 4.2 resume la información declarada en las CDN. Hay mucha variación en la magnitud relativa de estas necesidades. Como porcentaje del PIB, tienden a ser mayores en los países más pequeños. En algunos casos, la cifra es muy baja con respecto al tamaño de la economía, lo que

sugiere que puede tratarse de una subestimación de las necesidades reales de financiamiento. En el caso de Brasil (que no aparece en el cuadro 4.2 por no reportar nada en la actualización más reciente de su CDN), se hizo una estimación preliminar de los recursos requeridos para financiar la implementación de las acciones de mitigación de la CDN nacional por iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente: el número obtenido oscila entre USD 260.000 y 280.000 millones anuales durante la década en curso.

## Cuadro 4.2

Necesidades de financiamiento declaradas en la última versión de las CDN de América Latina y el Caribe

País	Montos en miles de millones de USD			Total como porcentaje del PIB
	Mitigación	Adaptación	Total	
Antigua y Barbuda <sup>a/</sup>	s.d.	s.d.	1,70	112,8 %
Bahamas <sup>a/</sup>	s.d.	s.d.	4,00	32,3 %
Belice <sup>a/</sup>	1,24	0,15	1,39	60,3 %
Colombia <sup>b/</sup>	s.d.	0,23	0,23	0,1 %
Cuba <sup>c/</sup>	13,78	s.d.	13,78	14,4 %
El Salvador <sup>b/</sup>	s.d.	0,08	0,08	0,3 %
Granada <sup>a/</sup>	1,05	s.d.	1,05	94,7 %
Guyana <sup>a/</sup>	s.d.	1,6	1,60	34,1 %
Haití <sup>a/</sup>	4,06	17,98	22,04	146,7 %
México <sup>d/</sup>	85,00	s.d.	85,00	7,2 %
República Dominicana <sup>d/</sup>	8,92	8,63	17,55	21,9 %
San Cristóbal y Nieves <sup>a/</sup>	0,64	0,127	0,76	73,3 %
Santa Lucía <sup>a/</sup>	0,37	s.d.	0,37	18,7 %
Surinam <sup>a/</sup>	s.d.	0,70	0,70	17,4 %
Trinidad y Tobago <sup>a/</sup>	2,00	s.d.	2,00	8,2 %
Venezuela <sup>c/</sup>	0,08	s.d.	0,08	0,0 %
Total	117,14	29,50	152,33	6,8 %

**Nota:** El cuadro presenta los montos reportados en las CDN de los países de ALC para la implementación de sus objetivos. El cálculo y la interpretación de los montos varía entre países, como se describe a continuación: a/ estos países reportan los costos de implementación de las metas de mitigación o adaptación; b/ el monto global es la suma de los montos declarados como "apoyo financiero necesitado" para implementar las acciones vinculadas a sus metas de adaptación al cambio climático; c/ el monto global se calcula a partir de la suma de los costos estimados para implementar las políticas, proyectos o acciones de mitigación propuestos dentro de su CDN; d/ declaran el requerimiento de movilización de financiamiento climático para implementar las metas; e/ requerimientos totales para implementar las metas de adaptación, sin especificar si los montos corresponden a los costos. Los países que no están incluidos en el cuadro no declaran necesidades cuantificadas de financiamiento para sus metas. Brasil y Dominica habían declarado montos en versiones anteriores de sus CDN, pero no en las más recientes. El PIB promedio entre 2015 y 2019 (excepto para Venezuela, donde se usa el dato de 2014) está expresado en USD a precios actuales. Información actualizada al 31 de diciembre de 2022. La abreviatura "s.d." refiere a dato no incluido en la CDN. Los casos que no detallan montos desagregados para mitigación o adaptación presentan el monto total.

**Fuente:** Estimación propia a partir de Schneider (2023), actualizado con las versiones vigentes de las CDN de los países enviadas a la Secretaría de la CMNUCC (2022a) y datos del PIB del Banco Mundial (2023b).

# Interacción entre política climática y política comercial

Los foros internacionales en materia de cambio climático no han buscado explícitamente ni servido para homogeneizar políticas y acciones concretas entre los países. En consecuencia, hay diferencias entre jurisdicciones en cuanto a la ambición de sus políticas en este ámbito. Estas diferencias, a su vez, generan tensiones domésticas e internacionales, porque las regulaciones ambientales afectan las estructuras de costos y, por tanto, la competitividad de las empresas.

Un caso claro es el de las diferencias en las políticas que ponen un precio a las emisiones. Estas crean un incentivo a que las actividades intensivas en carbono se desplacen hacia lugares donde el precio es bajo. Por tanto, en los países suele haber oposición interna a la implementación de regulaciones ambientales más estrictas que las de sus pares. Esto significa que la existencia de jurisdicciones con un precio muy bajo o nulo a las emisiones limita la ambición del resto de países, que querrán evitar que las brechas regulatorias tengan efectos distorsionadores en su contra.

En línea con esto, las jurisdicciones con políticas de mitigación más activas, específicamente la UE, están buscando integrar aspectos de la política climática con la política comercial. El objetivo principal es desincentivar la importación de bienes intensivos en emisiones provenientes de lugares con regulaciones más laxas y responde a dos tipos de argumentos que es importante diferenciar:

- El primero tiene que ver con la protección de las industrias locales. En las jurisdicciones donde el precio al carbono es comparativamente alto, los sectores expuestos al comercio pierden competitividad ante productores extranjeros. La preocupación, por tanto, es que las empresas se vayan a sitios menos regulados. Desde esa visión, la política comercial tiene un papel importante para compensar la pérdida de competitividad que provoca la regulación ambiental sobre la industria local.

- El segundo se relaciona con la efectividad de la política climática. Si las regulaciones climáticas son muy diferentes entre jurisdicciones, es posible que las emisiones simplemente se desplacen. Esto debilita o incluso puede anular el impacto de las regulaciones sobre los niveles globales de emisión. De modo que la política comercial sería una herramienta para alinear los incentivos de los productores globales y lograr mayores reducciones de GEI.

En efecto, hay algo de evidencia detrás de ambos puntos, aunque los estudios son escasos. Respecto al primero, se ha encontrado que las regulaciones ambientales (asimétricas) perjudican la competitividad de las empresas que enfrentan más restricciones. Esto se traduce en reducciones del comercio, el empleo y la productividad en el corto plazo para estas empresas. Sin embargo, los costos de las regulaciones ambientales parecen ser de una magnitud modesta; es decir, pesan poco en comparación con otros determinantes de la producción y el comercio<sup>21</sup>. A su vez, las regulaciones inducen a innovar en tecnologías limpias, pero no en una escala suficiente como para compensar los costos de la regulación (Dechezleprêtre y Sato, 2017; Lanoie et al., 2011)<sup>22</sup>.

## ● ● Los países con políticas de mitigación más activas buscan integrar la política climática con la comercial

En cuanto al segundo argumento, hay evidencia de un desplazamiento de las emisiones entre jurisdicciones (el llamado *carbon leakage* en inglés) como producto de la regulación ambiental. La variable que generalmente se usa para medir el grado de desplazamiento es el aumento en las emisiones extranjeras como porcentaje de la reducción en las emisiones domésticas. Un valor

21 Una limitación de esos estudios es que los datos provienen de casos reales en los que los precios al carbono observados son relativamente bajos. Otras metodologías, basadas en modelos que evalúan aumentos hipotéticos más ambiciosos de los precios al carbono, muestran efectos cuantitativamente mayores (Carbone y Rivers, 2017).

22 La "hipótesis de Porter", así llamada en honor a su proponente, Michael Porter, conjetura que las regulaciones ambientales pueden ser beneficiosas para las empresas porque incentivarían a innovar lo suficiente como para obtener aumentos de la productividad que compensen los costos de cumplir con la regulación. Los resultados empíricos no dan apoyo a esta hipótesis.

del 100 % en ese indicador, por ejemplo, indicaría que las emisiones globales se mantuvieron intactas y simplemente se movieron de lugar. Hay mucha heterogeneidad en los cálculos al respecto. La tasa de desplazamiento de emisiones se ha estimado entre el 5 % y el 30 % para países industrializados. Cuando el foco se pone en los sectores intensivos en energía y expuestos al comercio, el rango de las estimaciones aumenta y se ubica entre el 20 % y el 70 % (Cosbey et al., 2019).

A continuación, se ofrece una descripción de los esquemas de precio al carbono y la heterogeneidad que existe a nivel internacional al respecto, antes de pasar a discutir políticas comerciales que podrían contrarrestar los incentivos creados por esas diferencias entre jurisdicciones.

## Variación entre países en el precio al carbono

El precio al carbono (o a las emisiones) es una política esencial para frenar el ritmo de emisiones de GEI (Blanchard et al., 2022). La importancia de este precio es que permite reducir emisiones de manera eficiente: las empresas invierten en abatimiento si su costo de hacerlo es menor al precio de las emisiones y, de lo contrario, pagan por emitir. Esto garantiza que cualquier nivel de abatimiento global que se alcance se haga al menor costo posible. A su vez, el nivel de abatimiento se puede controlar moviendo el precio de las emisiones.



### En América Latina y el Caribe, cinco países han establecido impuestos a los combustibles fósiles y uno tiene un SCE en fase de prueba

Un precio al carbono se puede implementar con dos instrumentos alternativos: un impuesto a las emisiones o un sistema de comercio de emisiones (SCE)<sup>23</sup>. Este sistema fija un límite a las emisiones totales en una jurisdicción y, dentro de esta, permite el intercambio de permisos; a partir de ese intercambio surge un precio de los permisos, es decir, un precio a las emisiones. Por regla general, estos instrumentos son aplicados a nivel nacional, pero también pueden establecerse a nivel subnacional (sobre todo, en Estados federales) o internacional. De hecho, uno de los ejemplos más emblemáticos de SCE es el Régimen de Comercio de

Derechos de Emisión de la UE, bajo el que se rigen los 27 países miembros del bloque.

En América Latina y el Caribe, hay cinco países que han establecido impuestos a los combustibles fósiles (con distintos niveles de alcance): Argentina, Chile, Colombia, México y Uruguay. También hay impuestos estatales en tres jurisdicciones mexicanas: Baja California, Tamaulipas y Zacatecas. Además, hay un SCE en fase de prueba: el Sistema de Comercio de Emisiones de México (gráfico 4.7). Por otra parte, la existencia de estos esquemas de precio al carbono no siempre refleja una política climática muy activa. Algunos de estos instrumentos se han diseñado cuidando que los mismos no provoquen aumentos significativos en los precios de los combustibles (de modo que tampoco mueven mucho los patrones de consumo)<sup>24</sup>. Además, suelen incluir exenciones a algunos combustibles de uso extendido y, en varios países, coexisten con subsidios directos o indirectos al uso de combustibles fósiles.

La lista de esquemas de precio al carbono en la región podría ampliarse en los próximos años. República Dominicana anuncia en su CDN vigente que está preparando la creación de un sistema de comercio de emisiones domésticas, mientras que la CDN de Colombia incluye como objetivo la implementación para 2030 del Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión. Entre los esquemas existentes hasta ahora, se observa que predominan los impuestos sobre los SCE. Una razón para esto es que los impuestos son

23 Es lo que en inglés se conoce como *cap and trade*.

24 Por ejemplo, el impuesto al dióxido de carbono de Argentina tiene sus orígenes en un antiguo impuesto a los combustibles cuya motivación no era ambiental y que fue rediseñado para vincularlo al contenido de CO<sub>2</sub> de los productos, pero evitando que el cambio generara aumentos de precio.

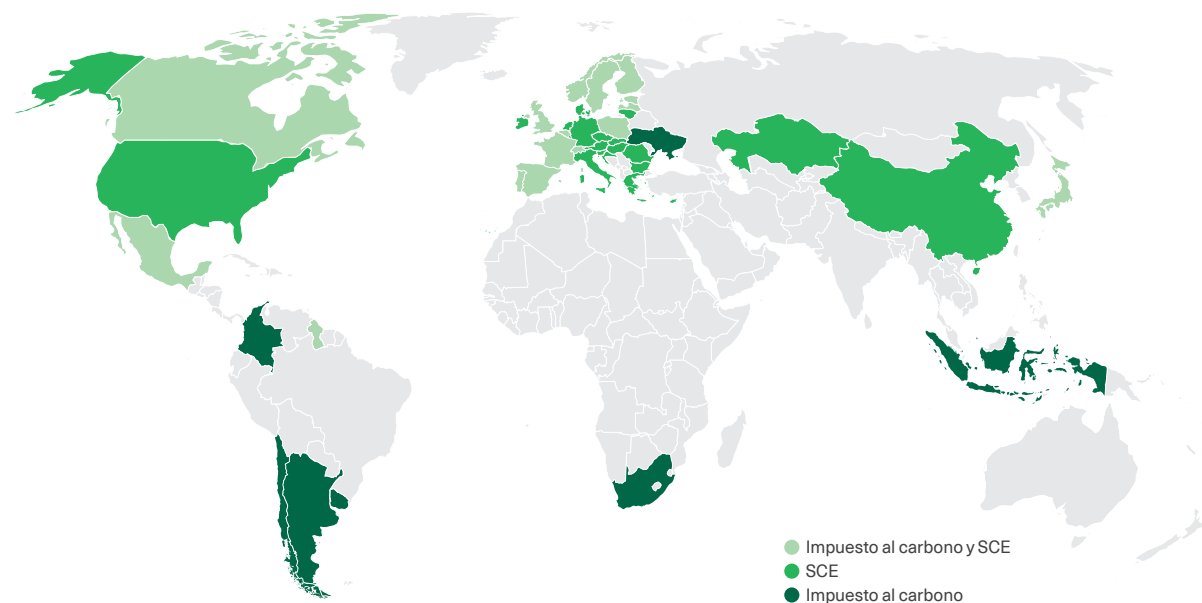
relativamente más fáciles de implementar. Una discusión más detallada sobre las ventajas y costos relativos de ambos sistemas se encuentra en el capítulo 2.

Unificar estas políticas a niveles supranacionales es una posibilidad técnica sobre la que ha habido algunos pronunciamientos tímidos. En 2017, los gobiernos de Chile, Colombia, Costa Rica y México firmaron la Declaración de París sobre Precio de Carbono en las Américas, junto a Canadá, los gobiernos provinciales canadienses de Alberta, Columbia Británica, Nueva Escocia, Ontario y Quebec, así como los de California y Washington en Estados Unidos. El documento llamaba a crear una plataforma para la cooperación a fin de alinear los sistemas de precios de carbono y promover los mercados de carbono (Declaración de París sobre los precios del carbono en las Américas, 2017). Sin embargo, los avances son casi inexistentes.

Es importante distinguir entre los impuestos y los SCE en cuanto a las posibilidades de cooperación e integración internacional en estas políticas. En el caso de los impuestos, la alineación entre jurisdicciones se limitaría a unificar las tasas y el alcance del impuesto. En cambio, la integración de los SCE es más profunda, porque supone permitir la compra y venta de permisos entre las empresas emisoras radicadas en las distintas jurisdicciones involucradas. El mejor ejemplo de esto en el continente americano lo representan los sistemas de comercio de permisos de California (EE. UU.) y Quebec (Canadá), que están integrados desde 2014<sup>25</sup>. Ese caso ilustra dos puntos importantes: 1) que la adyacencia geográfica de las jurisdicciones no es requisito para integrar sus SCE; y 2) que los gobiernos subnacionales pueden ser actores importantes en política climática.

#### Gráfico 4.7

Esquemas de precio de carbono por país



**Nota:** El gráfico presenta los países o subregiones que, a julio de 2022, tienen algún esquema de precio de carbono, categorizados según el esquema adoptado. En el caso de EE. UU. no hay un SCE nacional, sino esquemas regionales en los que participan varios estados. Canadá y China tienen un sistema nacional de precios de carbono en conjunto con esquemas regionales.

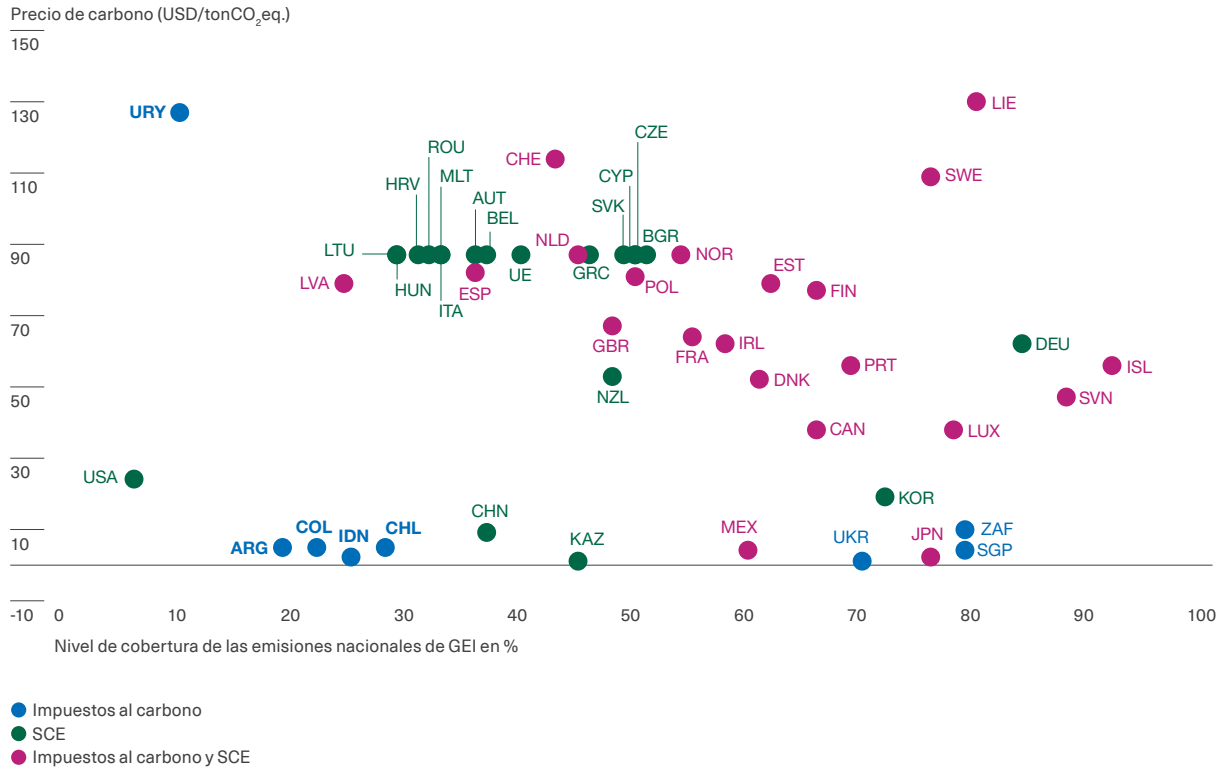
**Fuente:** Elaboración propia con base en Black et al. (2022).

25 También en el continente existe la Regional Greenhouse Gas Initiative, un SCE para las generadoras eléctricas de 11 estados del este y noreste de EE. UU.



## Gráfico 4.8

### Precios al carbono y cobertura de las emisiones por tipo de esquema y país



**Nota:** Cada punto representa un país. En el eje vertical se refleja el precio de carbono en USD de 2021 por tCO<sub>2</sub>eq. Cuando corresponde, los precios son promedios ponderados entre los esquemas nacionales, subnacionales y supranacionales (como en el caso de la UE). El eje horizontal mide el porcentaje de las emisiones del país cubiertas por el esquema.

**Fuente:** Parry et al. (2022).

## El SCE de California y Quebec muestra que la adyacencia geográfica no es requisito para integrar los SCE

Por supuesto, la integración de los SCE implica que el precio de las emisiones se iguala entre las jurisdicciones. Por tanto, aquellas que quieran integrar sus SCE deben compartir un nivel similar de ambición climática. Actualmente existe una gran

heterogeneidad en el precio de las emisiones entre países, como muestra el gráfico 4.8. Por ejemplo, los impuestos a los combustibles fósiles en Argentina, Colombia y México equivalen a menos de 5 USD/tCO<sub>2</sub>eq; en comparación, el precio en el SCE de Quebec-California ha alcanzado los 30 USD/tCO<sub>2</sub>eq y en el SCE de la UE ha llegado a superar los 100 USD/tCO<sub>2</sub>eq<sup>26</sup>. En este aspecto, Uruguay destaca por el alto valor de su impuesto a los combustibles fósiles, aunque este cubre un porcentaje bajo de las emisiones del país. El impuesto al carbono,

26 En los SCE, el precio es fluctuante.

tras una reforma que se hizo efectiva en 2022, es de aproximadamente 130 USD/tCO<sub>2</sub>eq<sup>27</sup>. La heterogeneidad es incluso mayor que la que se evidencia en

el gráfico, dado que en él no aparecen las jurisdicciones que no tienen precio al carbono.

## Mecanismos de ajuste en la frontera

Dado que la UE tiene precios al carbono comparativamente altos, es lógico que sea una jurisdicción interesada en introducir mecanismos para contrarrestar las consecuencias de esas diferencias de precios. Una herramienta de política comercial que ya está muy avanzada en el proceso legislativo europeo y seguramente se empezará a implementar en los próximos años es el mecanismo de ajuste en la frontera por contenido de carbono (CBAM, por sus siglas en inglés). Este exige pagar por los bienes importados a la UE un monto equivalente a lo que tendría que haberse abonado por emisiones de GEI si se hubiesen producido en sus países miembro.

Los mecanismos de este tipo tienen una lógica clara que favorece la mitigación global: además de extender el principio de “quien contamina paga”, crea un incentivo para poner precio a las emisiones en las jurisdicciones donde no lo hay (o es muy bajo). La evidencia empírica es limitada porque, hasta la fecha, no hay experiencias internacionales, pero ejercicios basados en simulaciones sugieren que estos mecanismos disminuirían el desplazamiento de carbono significativamente. Algunas estimaciones apuntan a una posible reducción del grado de desplazamiento del 50 % al 70 % (Böhringer et al., 2012; Branger y Quirion, 2014; Winchester et al., 2011). Sin embargo, también podrían generar tensiones políticas y comerciales con otros países, como se discute más adelante.

La implementación de ajustes de frontera requiere definir muchos detalles, entre ellos, el conjunto de sectores y productos a incluir, la metodología para el cálculo de las emisiones incorporadas en los bienes importados, el precio del ajuste, un régimen de excepciones (por ejemplo, para las importaciones

desde lugares con regulaciones ambientales similares) y el uso de la recaudación obtenida. Cada uno de esos aspectos afectará la efectividad de la política y determinará el impacto del mecanismo sobre las exportaciones y las economías de los socios comerciales.

El mecanismo de la UE se aplicaría, al menos en principio, a una lista acotada de sectores: acero, aluminio, fertilizantes, electricidad y cemento. En conjunto estos representan el 3 % de las importaciones de la UE, de las cuales cerca del 90 % son importaciones de acero y aluminio. Entre los mayores exportadores de estos bienes (por volumen) a la UE están Rusia (1°), China (2°), India (9°) y Brasil (14°), lo que explica que estos países se hayan opuesto al CBAM (Stevenson, 2023).

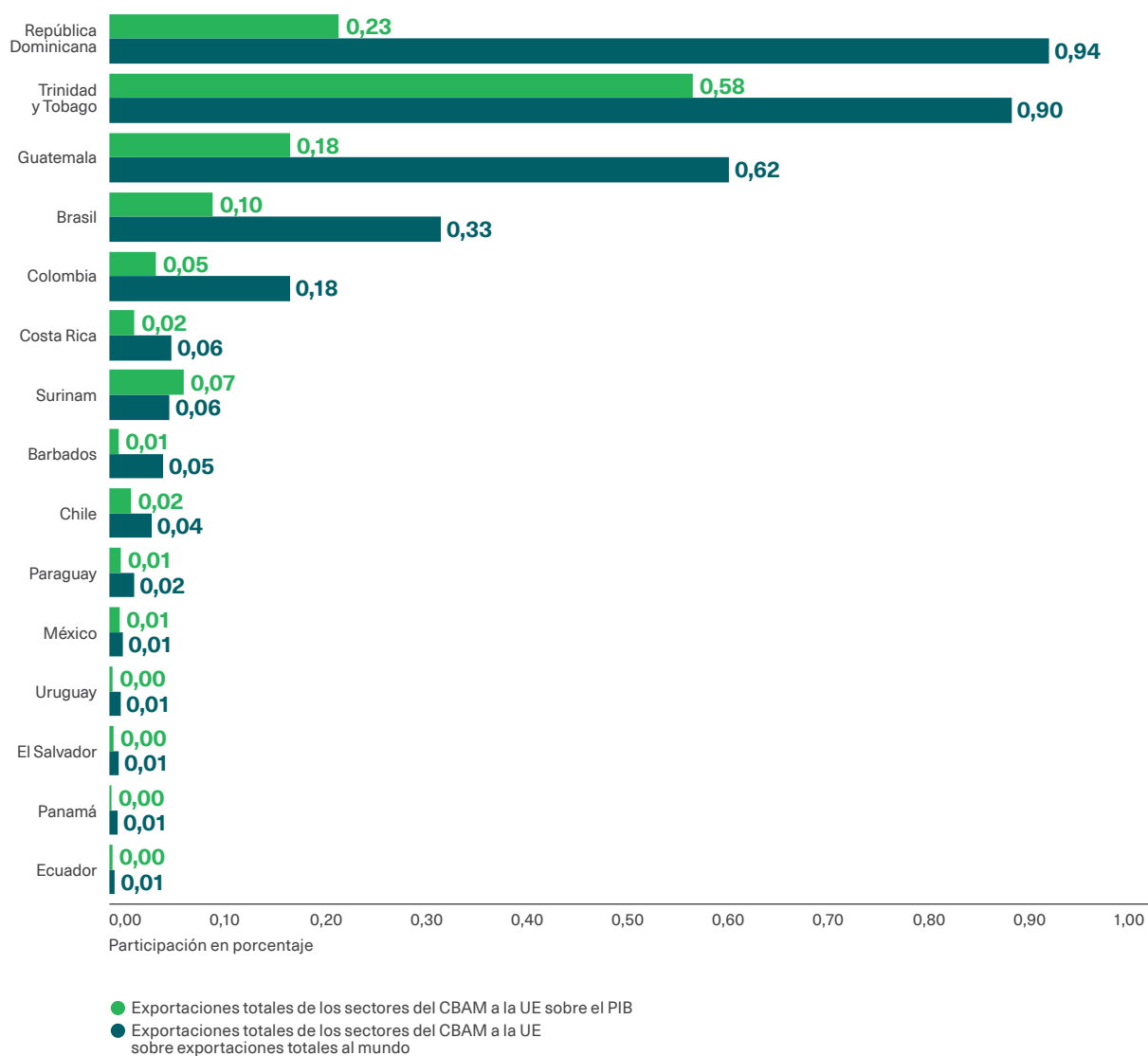
Dada esa lista de sectores, la exposición de América Latina y el Caribe al CBAM sería, en general, baja. En promedio para la región, las exportaciones en estos sectores a la UE representan el 0,15 % del valor de las exportaciones totales y el 0,06 % del PIB. Los países más afectados serían, por este orden, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Guatemala y Brasil (ver el gráfico 4.9).

27 Este impuesto fue diseñado para reemplazar a un antiguo impuesto (IMESI) que gravaba los combustibles, pero no estaba vinculado a su contenido de CO<sub>2</sub>. Por tanto, a pesar del alto valor del nuevo instrumento, se introdujo de manera que no impactara el precio que pagaban los consumidores por la energía.



### Gráfico 4.9

#### Exposición al CBAM de las exportaciones de América Latina y el Caribe



**Nota:** Valor de las exportaciones de países de ALC a la UE en los sectores afectados por el mecanismo de ajuste en la frontera por contenido de carbono. Solo se muestran los países donde los porcentajes son mayores al 0,01 %. Los valores de las exportaciones y del PIB son de 2021 en dólares corrientes. Los bienes del CBAM son: aluminio, acero y hierro, fertilizantes, cemento y energía eléctrica.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de exportaciones de Comtrade (Naciones Unidas, 2022) y datos de PIB del Banco Mundial (2023b).

Dado su limitado impacto, el CBAM no ejercería mucha presión sobre los países de la región para responder o adaptarse al mismo, más allá de algunos productores aislados. Por supuesto, es posible que

esta situación cambie a mediano y largo plazo. Por un lado, la UE podría expandir la lista de sectores afectados e incluir otros donde el volumen de comercio con la región sea mayor. También existe la posibilidad

de que otros países apliquen mecanismos similares de ajuste de frontera, aunque actualmente no parece muy probable. En Estados Unidos ha habido varias propuestas legislativas que incluyen la creación de un mecanismo así, pero la polarización política alrededor del tema ambiental ha dificultado su avance<sup>28</sup>.

En cualquier caso, las posibles acciones de los países de la región para responder al CBAM y a herramientas similares de otros socios comerciales no son muchas. Esencialmente, tendrían que adoptar precios al carbono comparables a los de esas jurisdicciones, ya que el ajuste estaría exceptuado para los productos que hayan pagado en su lugar de origen un monto equivalente por las emisiones. Dado que los precios al carbono constituyen una buena política climática, esta sería simplemente una razón más para adoptarlos. El CBAM también puede crear incentivos al desarrollo de capacidades para reportar y certificar el contenido de carbono de los productos, especialmente para las empresas con procesos más limpios que se beneficiarían de poder demostrar un contenido relativamente bajo de emisiones. Sin embargo, este incentivo solo existirá si el CBAM implementa un sistema en que el contenido de carbono se reporte o se pueda reportar a nivel de empresas individuales, y no es obvio que esto vaya a ocurrir.

Otra respuesta posible al CBAM es que los países hagan presión política para ser exceptuados en su calidad de países en desarrollo, lo que es altamente improbable, o para conseguir que los ingresos recaudados por estos mecanismos se redistribuyan hacia países en desarrollo. Hay buenos argumentos para que el diseño de estos mecanismos contemple una redistribución internacional de la recaudación, pero un esquema de redistribución seguramente se dirigirá a los países en la categoría de menos adelantados<sup>29</sup>.

Hay dos críticas principales al CBAM. La primera es que podría constituir una forma de proteccionismo que viola las reglas del comercio internacional. Esta

es una preocupación formulada por varios países en desarrollo, incluyendo a Brasil, que ha sido el más explícito de los latinoamericanos. La crítica es que el CBAM pueda convertirse en una herramienta discriminatoria de productos importados respecto a los domésticos o incluso entre productos importados según su país de origen.



### Una manera de mostrar que el objetivo del CBAM es reducir la fuga, sería dirigir su recaudación hacia la descarbonización en países en desarrollo

La imposición de ajustes de frontera no viola las normas del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) *per se*, y los detalles de implementación del CBAM (cómo se calculan las emisiones incorporadas en los productos, qué precio se debe pagar, qué excepciones se establecen, etc.) serán los que finalmente determinen si es económicamente discriminatorio<sup>30</sup>. Además, el GATT permite violaciones a sus propios principios de no discriminación en circunstancias excepcionales, que incluyen medidas “necesarias para proteger la salud y la vida de las personas y de los animales o para preservar los vegetales”, y medidas “relativas a la conservación de recursos naturales agotables” (Acuerdo General Sobre Aranceles Aduaneros y Comercio, 1994, art. 20). Para las jurisdicciones que diseñen mecanismos de este tipo, incluida la UE, no debería ser difícil justificar la medida con razones ambientales (Cosbey et al., 2019; Parlamento Europeo et al., 2020). Con todo esto, lo más probable es que estos ajustes sean aceptables dentro de la regulación del comercio internacional. De todos modos, siempre es importante construir un entendimiento mutuo entre los países para minimizar conflictos legales, represalias y tensiones políticas.

28 Adicionalmente, en EE. UU. no hay un precio al carbono doméstico a nivel federal, lo que complica el diseño y la justificación de un arancel. Internamente, California tiene un mecanismo de ajuste de frontera para la importación de electricidad desde otros estados, que complementa al sistema estatal de comercio de permisos de emisión.

29 Esta categoría, usada por las Naciones Unidas, actualmente incluye 46 países. Solo uno de ellos, Haití, está en el continente americano.

30 Otra fuente de polémica es que el SCE de la UE entrega a algunos sectores, incluidos los afectados por el CBAM, permisos de emisión gratuitos. La coexistencia de estas dos herramientas aumenta el riesgo de discriminación contra las importaciones. La UE ha anunciado que, para los sectores incluidos en el CBAM, la entrega de permisos se irá retirando en un 10 % anual a partir de 2025, mientras que el ajuste de frontera se irá incorporando al mismo ritmo, para que se aplique al equivalente de las emisiones que no están protegidas domésticamente por los permisos gratuitos.

La segunda crítica al CBAM es que entra en contradicción con el principio de CBDR porque aumenta los costos de la acción climática que deben asumir los países en desarrollo. Una posibilidad que se ha considerado para contrarrestar este punto es incluir una excepción a los países menos adelantados (PMA). Aunque pocos PMA exportan a la UE los productos afectados, esto puede cambiar si la lista de sectores incluidos en el CBAM se expande. Por otra parte, una excepción de esta naturaleza sí podría suponer una

violación del principio de nación más favorecida del GATT, que tendría que ser justificado. Otra manera de acercar el CBAM al principio de CBDR sería canalizar la recaudación obtenida por el cobro del ajuste hacia países en desarrollo, especialmente para proyectos de descarbonización. Además de promover la equidad internacional, esta medida serviría para mostrar que el objetivo fundamental del CBAM no es proteger a la industria local, sino reducir la fuga de carbono.

## Clubes climáticos

Un club del clima (*climate club*) es, en teoría, una asociación de Estados con un nivel de ambición similar en materia de política climática, que se agrupan para definir acciones y políticas internas y que utilizan la política comercial para penalizar a los países no miembros por tener regulaciones ambientales menos ambiciosas (Nordhaus, 2015). Como no se puede excluir a los no miembros de los beneficios generados por el club (un mundo con menores emisiones), la política comercial se convierte en la herramienta de penalización.

La diferencia fundamental con el modelo de gobernanza que surge del Acuerdo de París es que los clubes climáticos o de carbono buscan uniformar las políticas de los países miembros (lo que implicaría tener, por ejemplo, un precio común de las emisiones) y sancionar a los no participantes. Por tanto, estos clubes representan un modelo de gobernanza centralizado, donde las políticas son definidas por los países miembros, que serían los de mayor ambición y capacidad para implementar regulaciones ambientales. Una condición necesaria para que un modelo así funcione es que haya una masa crítica de países con un nivel de compromiso similar con la acción climática, que sean suficientemente importantes en el comercio internacional como para que los incentivos comerciales para adherirse al club sean fuertes.

Actualmente, la UE es la jurisdicción con acciones más enfáticas en materia climática y, de hecho, el CBAM es una medida con una lógica parecida a la que regiría un club climático. Sin embargo, una diferencia importante entre el CBAM y un club climático es que este último usaría la política comercial para coaccionar a

los países no miembros a adherirse al club o, al menos, adoptar regulaciones ambientales similares. El uso del comercio para forzar políticas a otros países es una práctica rechazada por la OMC, de acuerdo con interpretaciones de fallos previos de ese organismo (Parlamento Europeo et al., 2020). Por tanto, el CBAM sería más compatible con la gobernanza actual del comercio internacional que un club climático.

En diciembre de 2022 los líderes del G7 anunciaron la formación de un llamado Club del Clima. Aunque aún no hay muchos detalles sobre esa iniciativa, los comunicados originales hablan de la construcción de un club abierto a los Estados interesados en perseguir políticas climáticas ambiciosas (G7, 2022). No hay ninguna indicación de que sea una instancia para fijar medidas comunes ni para penalizar a países no miembros. Es decir, no parece tratarse de una instancia que vaya a funcionar como los clubes climáticos propuestos por Nordhaus (2015) y descritos en este subapartado. Actualmente, no hay iniciativas concretas para formar clubes de esa naturaleza.



**En un club climático, la exigencia de que las políticas sean iguales para todos los miembros se aleja del principio de CBDR**

Sumar a países en desarrollo, incluyendo a los de América Latina y el Caribe, pero también a actores importantes de otras regiones, como China o India, a clubes climáticos puede ser especialmente arduo.

Esto se debe a que los clubes, al menos en su diseño básico, no incluyen elementos de equidad o de compensación interna entre los países. De hecho, los análisis teóricos sugieren que los clubes deberían evitar el uso de transferencias de fondos entre las partes porque los hacen más inestables (Nordhaus,

2015). Pero la exigencia de que las políticas sean iguales para todos los miembros, aunada a la ausencia de transferencias, hace que este tipo de arreglos se aleje del principio de CBDR y de un modelo de transición justa. Esta es una de las principales razones que reducen la viabilidad política de estas iniciativas.

## Estándares de emisiones en los productos

Otro tipo de arreglos que pueden usar los países para vincular la política climática con lo comercial es la fijación de estándares de contenido de carbono en los productos, limitando o prohibiendo el comercio con países que no cumplan esas normas. Aunque son posibles, este tipo de arreglos casi no tienen precedentes en la práctica debido, al menos parcialmente, a que sus costos de implementación son muy altos. Esto tiene que ver con la necesidad de desarrollar metodologías para la contabilización y certificación del carbono de los productos. Además, en comparación con los precios de carbono, dan menos flexibilidad para decidir en el margen qué inversiones son eficientes.

Un potencial ejemplo de este tipo de arreglos sería el Acuerdo Global de Acero y Aluminio Sostenible en el

que estarían trabajando Estados Unidos y la UE. No se conocen avances de este proyecto, pero cuando se anunció el inicio de las discusiones, en 2021, se habló de un acuerdo para restringir el acceso al mercado a los no-participantes que incumplan los estándares de baja intensidad de carbono (Fefer, 2021). La importancia potencial de un acuerdo de este tipo está en que el sector del acero es una fuente importante de emisiones globales —aproximadamente el 7 %, según la AIE (2020b)—. Sin embargo, hay escepticismo alrededor de lo que esto podría lograr en materia de emisiones debido a que el acuerdo no está motivado únicamente por objetivos de descarbonización del sector. Más bien, es un arreglo que busca frenar el comercio con terceros tanto por consideraciones ambientales como por otras causas asociadas a la sobreproducción y las prácticas desleales.

## Mercados internacionales de créditos de carbono

Los créditos de carbono (a veces llamados compensaciones de carbono o, en inglés, *carbon credits* o *carbon offsets*) son certificados que un agente adquiere al financiar proyectos (ajenos) que reducen las emisiones de GEI y que luego puede usar para compensar sus propias emisiones<sup>31</sup>. Cada crédito es equivalente a una cierta cantidad de GEI, generalmente, una tonelada de CO<sub>2</sub>eq. Por ejemplo, si una empresa quiere o debe, por regulaciones, disminuir

sus emisiones y no ajusta sus procesos internos lo suficiente como para alcanzar la meta internamente, puede comprar créditos y usarlos para contrarrestar su exceso de emisiones.

Los mercados de compensaciones o mercados de carbono se pueden clasificar en dos tipos: regulados y voluntarios. En los primeros, las empresas y entidades que compran créditos lo hacen para cumplir

<sup>31</sup> El proyecto que se financia, es decir, el que genera el crédito, no tiene que necesariamente capturar o retirar CO<sub>2</sub> de la atmósfera; basta con que sea un proyecto que reduzca las emisiones. Por ejemplo, una planta eólica que reemplace producción de energía proveniente de combustibles fósiles puede proporcionar créditos de carbono.

compromisos legales respecto a su nivel de emisiones, mientras que en los segundos los créditos se compran para cumplir metas voluntarias (por ejemplo, objetivos ambientales corporativos). A su vez, estos mercados pueden ser nacionales (cuando el proyecto de mitigación que genera los créditos debe estar en el mismo país que el comprador) o internacionales. Es común que los mercados de compensaciones estén

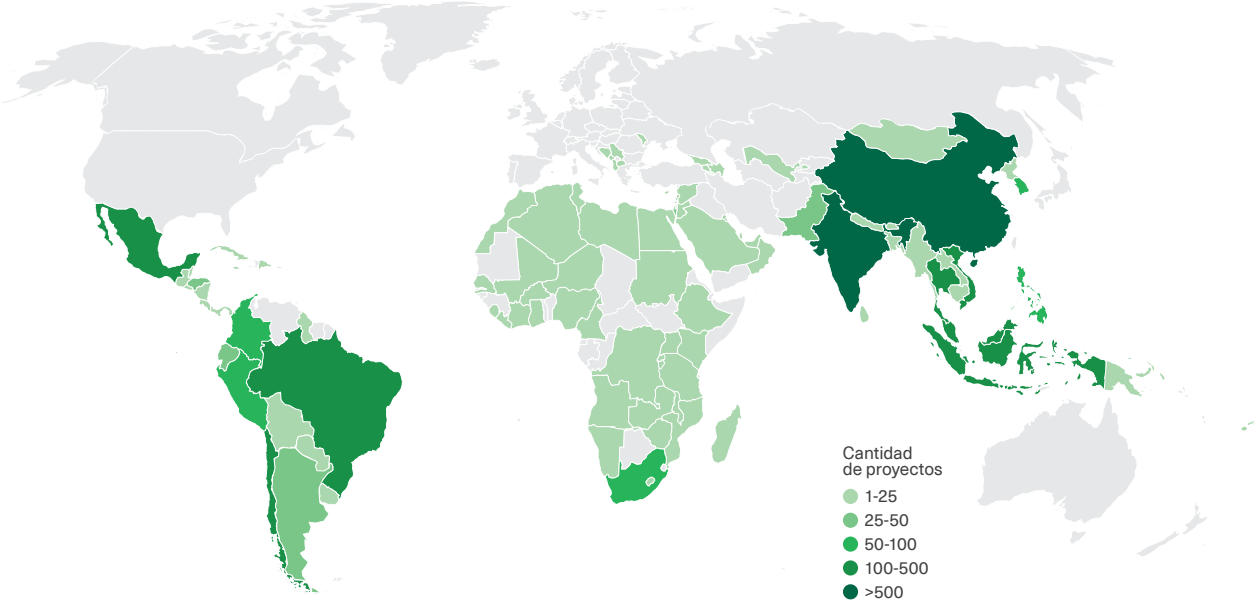
integrados a los esquemas nacionales de precio al carbono. Por ejemplo, México y Colombia tienen impuestos al uso de algunos tipos de combustibles fósiles, pero permiten a las empresas sustituir parcial o totalmente el pago del impuesto por la compra de créditos de carbono. Un trabajo reciente de García y García (2023), preparado para este reporte, describe con detalle el funcionamiento de estos esquemas.

### Lecciones del Mecanismo de Desarrollo Limpio

En el ámbito internacional, los mercados de carbono recibieron un fuerte impulso bajo el Protocolo de Kioto. El artículo 12 de dicho acuerdo estableció el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual se convertiría en el principal mercado regulado de intercambio de compensaciones a nivel internacional. Bajo el MDL, los países incluidos en el anexo I del acuerdo podían financiar proyectos de mitigación en países

en desarrollo y contabilizar la reducción en emisiones provocada por el proyecto hacia sus propias metas. Cabe recordar que, en el Protocolo de Kioto, solo los países industrializados tenían metas cuantitativas de reducción de emisiones; por tanto, para los países en desarrollo no era costoso que las reducciones generadas por proyectos en su territorio fueran contabilizadas por países industrializados.

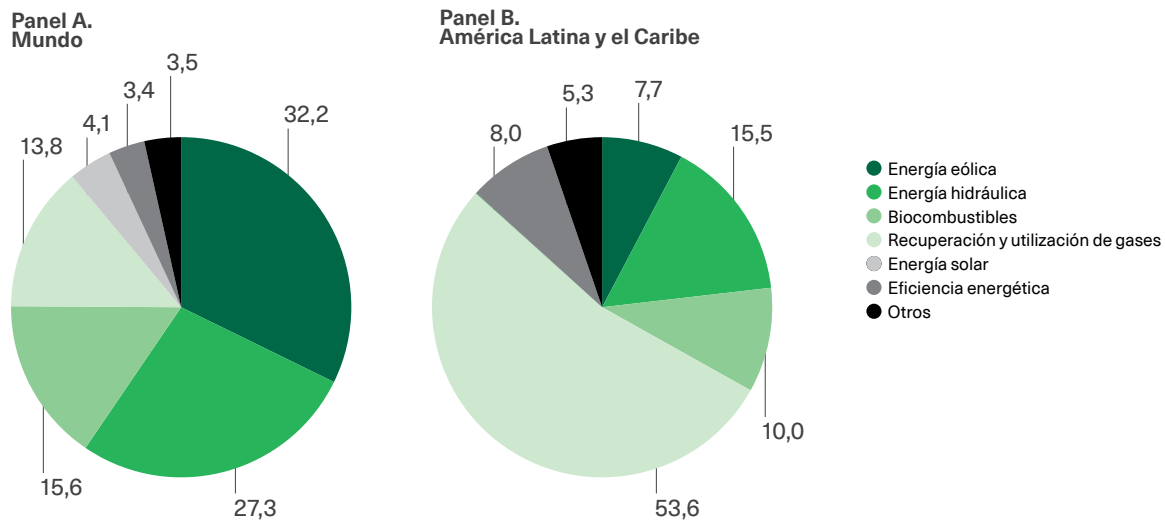
**Gráfico 4.10**  
Proyectos registrados en el Mecanismo de Desarrollo Limpio por país anfitrión



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Louhisuo y Takahashi (2022).

### Gráfico 4.11

Composición de los CER según el tipo de proyecto



**Nota:** El gráfico muestra el porcentaje de certificados esperados en cada categoría. Se consideran CER esperados del año 2000 al 2047. La información está actualizada hasta septiembre de 2022. Los proyectos de recuperación y utilización de gases incluyen al metano, el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y los gases fluorados (SF<sub>6</sub> y PFC).

**Fuente:** Elaboración propia con base en Louhisuo y Takahashi (2022).

El MDL inició sus operaciones en 2001 y empezó a registrar un gran número de certificados en 2005, a partir de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto. El periodo de mayor dinamismo del mecanismo fue desde 2005 hasta 2012, en el cual se registraron 7150 proyectos con un total esperado de 2700 millones de certificados de reducción de emisiones (CER, por sus siglas en inglés) hasta 2022. Tras 2012, el registro de nuevos proyectos cayó sensiblemente, principalmente por la reducción en la demanda de los dos mayores compradores de CER: la UE prohibió el uso de casi todos los proyectos del MDL posteriores a 2012 en su SCE y Japón decidió no fijar metas cuantitativas de reducción de emisiones para el segundo periodo del Protocolo de Kioto.

Tras la finalización de la vigencia del Protocolo de Kioto (en 2020), el MDL se mantuvo técnicamente activo, esperando que se desarrollara la institucionalidad de un nuevo mecanismo que lo reemplazara, y permitió operar con los CER de los proyectos ya registrados, pero con un nivel de actividad bajo. A pesar de no ser actual, ha sido el mercado internacional regulado de créditos de carbono más significativo

y su actividad ha dejado algunas estadísticas de interés. Para empezar, China fue, de lejos, el principal anfitrión de proyectos, con más de 3700 registros y 1100 millones de CER emitidos, equivalente al 52 % del total global hasta 2022 (gráfico 4.10). Le siguieron India (1662 proyectos y 287 millones de CER) y Brasil (344 proyectos y 182 millones de CER).

En cuanto al tipo de proyectos, hubo una concentración importante en el sector de energías renovables (eólica, hidráulica y, en menor medida, solar), que representan más del 60 % del total de CER emitidos. También destacaron los proyectos de biocombustibles y los de recuperación y reutilización de gases, como el metano (gráfico 4.11). En América Latina y el Caribe, la composición fue un poco distinta, con predominancia de los proyectos de recuperación y reutilización de gases (53 % del total de CER emitidos).

## Ventajas y limitaciones de los mercados de compensación

Las compensaciones son una herramienta que da flexibilidad para reducir emisiones de manera eficiente. Por ejemplo, si hay una actividad A que es rentable y genera una tonelada de CO<sub>2</sub> y una actividad B que reduce las emisiones en una tonelada de CO<sub>2</sub>, pero no es rentable, los mercados de compensación permiten que el agente que ejecuta la actividad A use parte de la rentabilidad que obtiene para subsidiar la actividad B, de manera que las emisiones agregadas se compensen. Es decir, estos esquemas permiten que algunas actividades continúen generando GEI a cambio de que se retire un volumen equivalente de emisiones por otra vía. El éxito y la utilidad real de estos mercados depende de que haya una gobernanza fuerte que logre establecer qué inversiones generan reducciones reales de GEI, tarea que casi nunca es fácil. También es importante subrayar que hay una fuerte relación entre estos mercados y el precio a las emisiones, como explica en más detalle el recuadro 4.3.

Aunque el argumento teórico en favor de los mecanismos de compensación es claro, en la práctica hay

dudas sobre su efectividad real. La principal razón es que, en general, es difícil demostrar que los recursos movilizados por las compras de créditos cumplen el criterio de adicionalidad. Este es un concepto muy importante en el contexto de las inversiones en iniciativas ambientales. Se considera que unos créditos de carbono son adicionales si el dinero que genera su venta provoca una reducción de emisiones que no habría ocurrido sin esa transacción. Tómese, por ejemplo, el caso de una empresa que compra créditos de compensación destinados a financiar la construcción de una planta eólica. Es posible que esa planta eólica se fuera a construir de todos modos (por ejemplo, porque era rentable, incluso sin recibir los recursos de la venta de los créditos de compensación). En ese caso, a pesar de que se compraron los créditos y se construyó la planta, los recursos de los créditos no provocaron ningún cambio respecto a lo que hubiera ocurrido sin ellos. Se diría entonces que la inversión proveniente de esos recursos no fue adicional y, en realidad, no hubo compensación de emisiones.

### Recuadro 4.3

#### La relación entre los mercados de compensación y el precio del carbono

Las transacciones en los mercados de compensación están íntimamente ligadas al precio del carbono. Por ejemplo, una empresa que debe pagar un impuesto por sus emisiones tendrá incentivos para comprar créditos en la medida que estos sean más baratos que el impuesto. Por tanto, la manera de aumentar la demanda en los mercados regulados de compensaciones es endurecer las regulaciones: subir los impuestos al carbono o reducir las emisiones permitidas en los SCE<sup>a</sup>.

Extendiendo esa misma lógica, las transacciones internacionales en los mercados de compensaciones están muy asociadas a las diferencias entre jurisdicciones en el precio de las emisiones. En las jurisdicciones donde emitir es barato, muy pocos proyectos de mitigación son rentables y, para llegar a serlo, necesitan una compensación adicional (por ejemplo, a través de la venta de créditos de compensación). Por tanto, es de esperar que los proyectos generadores de créditos se ubiquen en países con un precio a las emisiones bajo o nulo y los compradores de esos créditos sean de países con un precio de emisiones más alto. En el caso del MDL, una parte importante de las compensaciones se dirigieron a las inversiones en plantas de energías renovables en países en desarrollo (ver el gráfico 4.11).

<sup>a</sup> En el caso de los mercados voluntarios, el nivel de demanda está principalmente determinado por la motivación intrínseca de personas y empresas de llevar una política de integridad ambiental o por el costo reputacional de no hacerlo.



## El éxito y la utilidad de los mercados de carbono depende de una gobernanza que logre establecer qué inversiones generan reducciones reales de GEI

Determinar *ex ante* la adicionalidad de una inversión es una tarea compleja. Parte de la dificultad es técnica, debido a que los cálculos necesarios (comparar el flujo de emisiones que resultaría de llevar a cabo la inversión con un contrafactual sin la misma) encierran un alto grado de incertidumbre. Pero más allá de lo técnico, los intereses de los distintos agentes involucrados (los compradores y vendedores de compensaciones) pueden añadir complicaciones. Por un lado, los promotores de los proyectos tienen incentivos para exagerar sus beneficios y la importancia de la venta de créditos para poder llevarlo adelante. Los compradores, a su vez, no tienen incentivos fuertes para validar la adicionalidad real de los créditos, ya que su interés está en comprar los créditos y usarlos. Si acaso, unos estándares de aprobación laxos les pueden convenir, porque resultarían en una oferta abundante de créditos y un precio bajo.

Un estudio de Calel et al. (2021), evalúa el caso de la construcción de 1350 plantas eólicas en la India, de las cuales 472 recibieron financiamiento vía el MDL del Protocolo de Kioto. Sus resultados sugieren lo siguiente: 1) la construcción de la mayoría de las plantas subsidiadas por el MDL era suficientemente rentable incluso sin esos recursos, y 2) al menos el 52 % de los créditos de compensación usados

para la construcción de esas plantas no generaron inversiones adicionales de mitigación. Dado que esos créditos muy probablemente fueron usados por las empresas compradoras para emitir por encima de sus topes permitidos, el resultado global es que dichos créditos aumentaron las emisiones globales (respecto a lo que habría ocurrido si no hubieran existido). Otro estudio de Cames et al. (2016) evalúa la adicionalidad de los MDL según el tipo de proyecto y encuentra que varios de los más frecuentes (construcción de plantas hidroeléctricas, eólicas, de biomasa) tienen una probabilidad media o baja de ser adicionales. Finalmente, un análisis para América Latina también mostró que la baja calidad de las evaluaciones de adicionalidad disminuyeron el éxito en la certificación de proyectos de la región (Watts et al., 2015).

Por tanto, el aspecto más fundamental de un mercado de compensaciones es la certificación de la adicionalidad de los proyectos y de los créditos generados por los mismos. De esa tarea depende que los créditos que se registren logren una mitigación real o no. Cada mercado o mecanismo determina quién hace esa tarea. En el caso del MDL, había dos niveles de certificación que incluían a autoridades nacionales (por ejemplo, un ministerio del país) y a un comité ejecutivo global del MDL. Entre los problemas que puede enfrentar este proceso de certificación se incluyen deficiencias de información sobre los proyectos, limitaciones de capacidad en los órganos involucrados y conflictos de interés o presiones políticas. Trabajar sobre la gobernanza de estos procesos debe ser la absoluta prioridad de cualquier mecanismo de compensaciones.

## El caso del sector forestal

Los proyectos forestales son de especial relevancia en América Latina debido a que es una región con altas tasas de deforestación y, por tanto, tiene espacio para hacer mitigación vía conservación y reforestación; es decir, hay potencial para una importante oferta de créditos a partir de lo forestal. Sin embargo, en este tipo de proyectos se agudizan varias de las

complicaciones para garantizar que se consigan mitigaciones reales. La mayor complicación es asegurar la adicionalidad de estos proyectos, sobre todo en los casos de conservación. Un proyecto de conservación solo es adicional si, en ausencia de los ingresos generados por el mismo, el trozo de bosque en cuestión es deforestado de cualquier forma<sup>32</sup>. Adicionalmente,

32 Esto puede, además, crear incentivos perversos que lleven a agudizar las amenazas de deforestación sobre los bosques para demostrar que los créditos son necesarios para conservarlos.



los proyectos forestales pueden presentar problemas de permanencia; por ejemplo, se aforesta una parcela de bosque, pero se deforesta poco tiempo después, liberando el carbono secuestrado originalmente. Otro problema posible es la fuga de carbono; por ejemplo, se reforesta un sector de un bosque, pero aumenta la deforestación fuera del sector delimitado en el proyecto debido a efectos de equilibrio general vía precios de la tierra, es decir, que las emisiones se desplazan en lugar de disminuir. Una discusión más detallada de estos temas se puede encontrar en el capítulo 3 de este reporte.

## ● ● La región tiene potencial para ofrecer créditos forestales, pero en este sector se agudizan los desafíos para asegurar la adicionalidad de los proyectos

El uso de créditos de proyectos forestales está restringido en algunos mercados de carbono precisamente por lo difícil que es demostrar y garantizar la mitigación que presuntamente logran. Por ejemplo, en el mercado de permisos de la UE no se admite el uso de créditos provenientes de proyectos del sector de UTCUTS, y el MDL admitía iniciativas de aforestación y reforestación, pero no de conservación. De hecho, menos del 1 % de los CER emitidos bajo el MDL provinieron de proyectos forestales (3,7 % en el caso de los CER originados en América Latina y el Caribe)<sup>33</sup>.

El panorama cambia en el caso de los mercados voluntarios, donde los proyectos de conservación y restauración de la naturaleza (que son principalmente forestales) suman aproximadamente el 45 % de los créditos generados en 2021, según datos de Trove Intelligence (ver el gráfico 4.12). Por supuesto, los mercados voluntarios no están libres de los problemas descritos anteriormente, y se han presentado polémicas por la calidad de los créditos creados y transados en ellos. Algunos estudios recientes que evalúan proyectos de conservación certificados en mercados voluntarios señalan que las reducciones de emisiones logradas por los proyectos son significativamente

menores que el número de créditos emitidos y que varios proyectos no generan ninguna mitigación (Guzar-Coutiño et al., 2022; West et al., 2020)<sup>34</sup>.

Las experiencias de los mercados voluntarios dejan algunas lecciones sobre cuáles son los errores más comunes en la gobernanza de los créditos del sector forestal. El principal problema es el de aprobar proyectos de conservación en áreas que, en realidad, no estaban en riesgo de degradación o deforestación. Por tanto, si se quiere promover el uso de créditos forestales, es importante tomar medidas para evitar esos errores, lo que significa tratar de asegurar que los proyectos aceptados sean adicionales, permanentes y no generen fugas de carbono. Algunas recomendaciones en ese sentido son:

- establecer extensiones mínimas en los proyectos para reducir los problemas de fuga (cuanto más grande la extensión, menos riesgo de desplazamiento de las emisiones);
- fijar líneas de base claras y estrictas para evaluar la adicionalidad;
- favorecer iniciativas que promuevan un cambio sistemático en los patrones de uso de los bosques y hacer un seguimiento constante para aminorar los problemas de permanencia (o reversión) de los proyectos;
- recompensar de manera diferenciada los proyectos con cobeneficios de biodiversidad; y
- enfocar el criterio para la aprobación de créditos en la demostración técnica de la mitigación de emisiones y de cobeneficios ecosistémicos (evitar, por ejemplo, otorgar créditos según criterios de reducción de la pobreza).

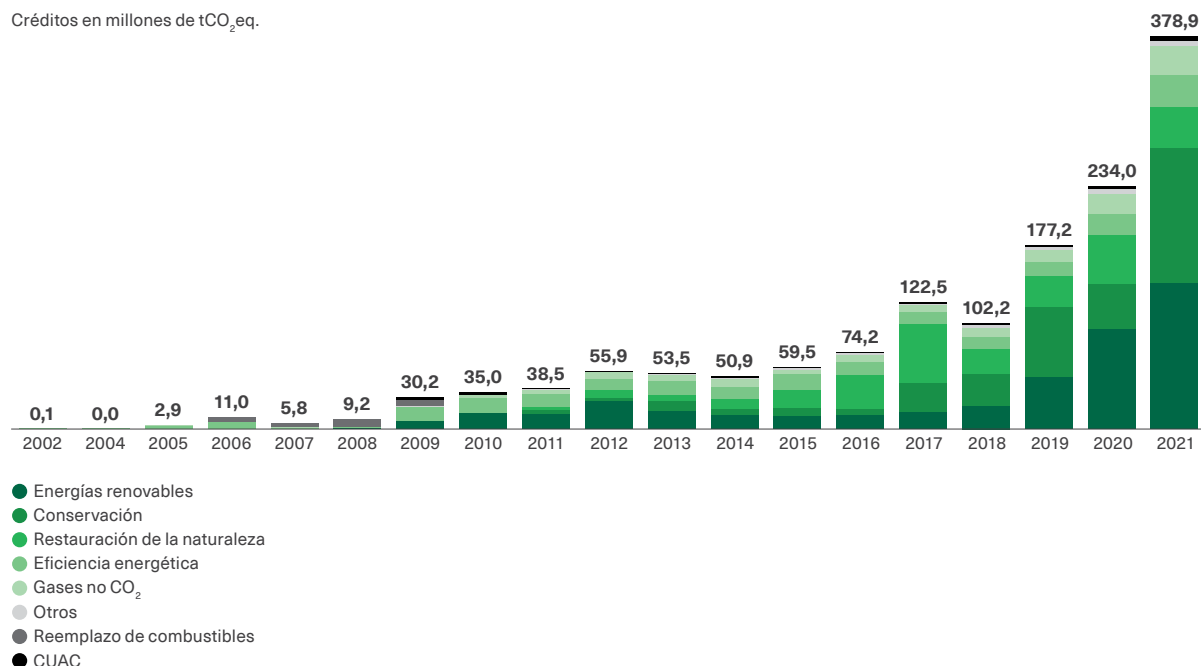
33 Las Partes en la CMNUCC sí han reconocido la importancia de la conservación forestal para la mitigación. La manera de abordarlo ha sido a través de la creación de REDD+, un marco institucional para canalizar esfuerzos dirigidos a prevenir la degradación y pérdida de bosques. En años recientes, algunos proyectos REDD+ han incluido componentes de pago por resultados.

34 Las certificadoras encargadas de validar y aprobar los proyectos disputan esos hallazgos.

## Gráfico 4.12

### Número de créditos en el mercado voluntario de carbono en el mundo por tipo de proyecto

Créditos en millones de tCO<sub>2</sub>eq.



**Nota:** La categoría conservación incluye proyectos de conservación de los bosques (reducción de emisiones de la deforestación y degradación); la categoría restauración de la naturaleza incluye proyectos de forestación, reforestación y revegetación; la categoría reemplazo de combustibles incluye, por ejemplo, cambio de energías para alimentar hornos de cocina; la categoría CUAC se refiere a captura, uso y almacenamiento de carbono; gases no CO<sub>2</sub> incluye, por ejemplo, proyectos de reducción del metano en vertederos.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Trove Research (2022).

En los casos en que las compensaciones sean aceptadas para reducir el pago de impuestos a las emisiones, hay razones para poner un límite al porcentaje de carga impositiva que el agente puede descargarse por esta vía. Al existir un límite, se preservan los incentivos del agente a cortar las emisiones brutas que generan sus procesos operativos. Una discusión más completa y extensa de los elementos a tener en cuenta para el funcionamiento apropiado de los mercados de créditos forestales se puede encontrar en García y García (2023).

A pesar de las dificultades mencionadas, para algunos países de América Latina y el Caribe podría ser muy valioso invertir en desarrollar una gobernanza robusta en estos temas y promover la oferta de compensaciones del sector forestal, puesto que hay zonas donde se puede hacer mucho en términos

de reforestación y conservación. Los créditos de compensación, a su vez, pueden jugar dos papeles distintos: si se integran a esquemas nacionales de precio de carbono (impuestos o SCE), permiten mayor flexibilidad y eficiencia para alcanzar los objetivos nacionales de mitigación; si, en cambio, se venden en mercados internacionales, las compensaciones sirven para generar recursos monetarios. Independientemente de que se vendan interna o externamente, estos proyectos contribuyen a aumentar la cobertura boscosa, con sus correspondientes beneficios ecosistémicos locales. Teniendo en cuenta estos beneficios, CAF — banco de desarrollo de América Latina — ha lanzado una iniciativa regional para impulsar los mercados de carbono (ver el recuadro 4.4).



## Recuadro 4.4

### Iniciativa CAF para promover los mercados de carbono en la región

La Iniciativa Latinoamericana y del Caribe para el Desarrollo del Mercado de Carbono (ILACC) es una propuesta lanzada en 2022 por CAF para impulsar la competitividad de la oferta de créditos de carbono generados en la región y fomentar el crecimiento de esos mercados. Esto parte del reconocimiento del gran potencial de América Latina y el Caribe para ofrecer créditos procedentes de soluciones basadas en la naturaleza.

En su enfoque, esta iniciativa enfatiza la importancia de reforzar los procesos de certificación de adicionalidad de los proyectos. Como reflejo de ello, señala que algunos de los principales desafíos a superar en la región para el desarrollo de estos mercados tienen que ver con: 1) la definición de estándares, normas, metodologías y certificaciones; 2) las capacidades técnicas y profesionales; y 3) la institucionalidad, transparencia y gobernanza. En consecuencia, la ILACC propone una agenda de trabajo destinada a la construcción de una infraestructura de servicios que posibilite el adecuado funcionamiento de los mercados de carbono, evite el ecoblanqueo<sup>a</sup> (conocido en inglés como greenwashing) y permita explotar las posibilidades de la región (CAF, 2022).

a: El ecoblanqueo es la promoción de los procesos y productos de una organización (p.ej., una empresa) como "verdes" o respetuosos con el ambiente a partir de premisas falsas o engañosas.

## Cambios recientes en los mercados de compensaciones

En artículo 6 del Acuerdo de París contempla el uso de instrumentos de mercado para la transacción internacional de permisos y créditos de emisión. El artículo 6.4 en particular, prevé un mecanismo que reemplazaría el MDL del ya extinto Protocolo de Kioto (Conferencia de las Partes en la CMNUCC, 2016, p. 27). Este mecanismo aún no está en marcha. Las negociaciones al respecto han sido un tema en las agendas de las COP más recientes, pero el avance ha sido lento<sup>35</sup>.

La mayoría de los países de la región han señalado en sus CDN su intención de participar en los instrumentos de mercado del artículo 6 (ver el gráfico 4.13)<sup>36</sup>, lo que daría continuidad a la participación que tuvieron en el MDL. Sin embargo, hay una diferencia fundamental entre el mundo de Kioto y el de París, que afecta a los mecanismos de compensación y que los países de la región deberán tener en cuenta: ahora todos ellos

tienen metas cuantitativas de mitigación y, para evitar problemas de doble contabilidad, un país que venda créditos a otro deberá sumar a sus propias emisiones una cantidad de GEI equivalente a lo vendido. Por ejemplo, si un país A compra una 1 tonelada de CO<sub>2</sub> en créditos de un proyecto ejecutado en el país B, el país A podrá restar esa tonelada a sus emisiones y el país B debería sumar una tonelada a las suyas. Bajo el Protocolo de Kioto, esto no era importante porque los países que vendían créditos no tenían metas cuantitativas.



**Existe un *trade-off* entre monetizar los proyectos a través de la venta de créditos y el cumplimiento de los objetivos propios de mitigación**

35 Durante la transición, algunos proyectos ya registrados en el MDL continúan emitiendo CER, aunque no haya registro de nuevos proyectos.

36 Aunque Bolivia no menciona específicamente el artículo 6, su Gobierno se opondría a su uso. En su CDN, el país "considera que los esquemas de financiamiento previstos por los mercados de carbono no representan una opción para viabilizar ambiciosas políticas nacionales en el país, y se opone a cualquier forma de mercantilización de las funciones ambientales de la naturaleza" (Gobierno de Bolivia, 2022, p. 6).

### Gráfico 4.13

Posición declarada en los CDN respecto a los instrumentos del artículo 6



**Nota:** La fecha de las CDN analizadas se puede ver en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en las CDN (Secretaría de la CMNUCC, 2022a).

Esto significa que, respecto al esquema anterior, la venta de créditos de compensación se vuelve menos atractiva para los países en desarrollo, incluidos los de ALC. Por tanto, se redobra la importancia de calcular el *trade-off* entre la monetización de los proyectos a través de la venta de créditos y el cumplimiento de los objetivos propios de mitigación. Por otra parte, también se abre la posibilidad para los países de la región de participar en estos mercados como compradores de créditos.

El Acuerdo de París también contempla otros esquemas para el intercambio de emisiones entre países. En particular, el artículo 6.2 propone unos lineamientos para la formación de acuerdos bilaterales. Bajo

este arreglo, dos países podrían formar un convenio dentro del cual uno de ellos financia proyectos de mitigación en el otro y, a cambio, obtiene créditos de emisión. Las negociaciones para definir la institucionalidad de este esquema (que recibe el nombre de ITMO, por sus siglas en inglés) también están en curso. Aun así, algunos países de la región ya han firmado acuerdos de cooperación bajo el marco del artículo 6.2. Por ejemplo, tanto Perú como Dominica lo han hecho con Suiza (Gobierno de la Confederación Suiza y Gobierno de Dominica, 2021; Gobierno de la República del Perú y Gobierno de la Confederación Suiza, 2020).

# Gobernanza internacional en materia de biodiversidad

La razón principal por la que los esfuerzos de conservación de la biodiversidad requieren instancias de gobernanza internacional es que los ecosistemas brindan servicios que tienen beneficios globales o regionales. Es decir, la conservación que hace una jurisdicción de sus ecosistemas tiene externalidades positivas en otros países. Sin mecanismos que reconozcan esas externalidades, los incentivos para conservar son insuficientes. Esto tiene un corolario: un sistema de gobernanza internacional debería tener como propósito principal la implementación de mecanismos que compensen a los países por los servicios ecosistémicos que brindan al resto del mundo. Esto es especialmente importante porque la biodiversidad no está repartida de manera uniforme en el planeta y hay lugares de muy alta concentración. América Latina y el Caribe, en particular, es una región muy biodiversa (ver el capítulo 3).

Pese a lo anterior, las instancias de cooperación en esta materia no han tenido ese espíritu. El principal

foro mundial de negociación en estos asuntos (el CDB) se ha limitado a ser un espacio de discusión y ha dirigido muchos esfuerzos a fijar metas globales de conservación, pero ha hecho poco por diseñar mecanismos y políticas supranacionales para alcanzarlas y tampoco ha conseguido aumentar el flujo de recursos destinado al financiamiento de la conservación. Las estrategias nacionales presentadas por los países a la Secretaría del CDB han tenido bajos niveles de cumplimiento y en muchos casos no están bien alineadas con los objetivos globales (Secretaría del CDB, 2020a). En consecuencia, los resultados se han quedado cortos respecto a las metas planteadas.



**La gobernanza internacional en biodiversidad debería implementar mecanismos que compensen a los países por los servicios ecosistémicos que brindan al resto del mundo**

## La complejidad del problema

Si bien la gobernanza actual alrededor de este tema parece débil, es importante reconocer que se trata de un problema inherentemente complejo, en el que incluso la definición de metas es difícil y mucho más la organización de esfuerzos colectivos. Una comparación con el tema del cambio climático sirve para ilustrar esa complejidad.

El fenómeno del cambio climático se puede reducir a una variable de resultado: la concentración de GEI en la atmósfera, gases cuyo origen se conoce y cuyos efectos se entienden<sup>37</sup>. Esto hace que sea fácil definir el problema y fijar un objetivo; por ejemplo, mantener el volumen de emisiones globales acumuladas por

debajo de un umbral. Organizar la contribución de los países es complicada por razones políticas, pero técnicamente se trata de un problema gestionable dada la tangibilidad y claridad de las metas y resultados. En cambio, la pérdida de biodiversidad es un fenómeno más complejo y multidimensional, difícil de reducir a cantidades puntuales, y los servicios ecosistémicos son también múltiples y difíciles de cuantificar. No hay una variable que capture cuánta biodiversidad o cuántas unidades de servicios ecosistémicos hay en el planeta o cuántas debería haber. Eso hace que sea difícil fijar una meta en materia de conservación. Por supuesto, hay maneras de aproximarse a ciertas cantidades relevantes, como el porcentaje

<sup>37</sup> Los efectos no solo se entienden, sino que están relativamente bien cuantificados, al punto de que el IPCC ha estimado una relación lineal entre la concentración de GEI en la atmósfera y el clima global (como explica el capítulo 1 de este reporte). Hay más incertidumbre a la hora de calcular el impacto de esos aumentos de temperatura en la economía y el bienestar humano.

del territorio o de ciertos biomas que se encuentran protegidos, y esa es la vía que han usado los acuerdos internacionales.

Otra complicación técnica del problema es que no todos los servicios que brinda un ecosistema son globales. Por ejemplo, un bosque ayuda a la regulación climática del planeta, cuyos beneficios son mundiales, mientras que también contribuye a regular la humedad y los patrones de precipitación, lo que tiene beneficios regionales, y a mejorar la retención de agua en los suelos, lo que ayuda a prevenir las inundaciones, con beneficios locales. En teoría, los países deberían ser capaces de internalizar la parte de los beneficios que ocurre dentro de sus fronteras y no la parte que ocurre afuera. Es decir, los mecanismos de compensación internacionales ideales deberían compensar a los países por algunos de los servicios que generan sus ecosistemas, pero no por todos. Sin embargo, la tarea de separar los servicios locales de los globales y computar un valor correspondiente a cada uno es casi imposible.

Otra razón, más política que técnica, que ralentiza la acción internacional es que la mayoría de las personas no perciben de manera muy directa los efectos de la pérdida de biodiversidad sobre el bienestar humano. Esto, de nuevo, contrasta con el caso del cambio climático y la asociación muy establecida que hay entre las emisiones de GEI y eventos como las olas de calor, las sequías y las inundaciones. Esas percepciones son muy importantes porque son determinantes del apoyo político que reciben las agendas. En este sentido, podría ser valioso invertir en campañas para concientizar y comunicar sobre la amenaza que representa la pérdida de ecosistemas.

A pesar de estas complicaciones, la idea general de que los órganos supranacionales deberían buscar fórmulas para compensar a los países por conservar y, por tanto, proveer servicios ecosistémicos globales debería ser un principio orientador. Esto apunta directamente al asunto del financiamiento para la biodiversidad, un aspecto que ha sido muy disputado en las negociaciones internacionales.

## El financiamiento de la biodiversidad

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) ha sido el mecanismo financiero de la CBD desde sus inicios, es decir, el principal vehículo multilateral a través del cual los donantes canalizan sus aportes<sup>38</sup>. Para el ciclo 2022-2026, el GEF proyecta manejar un fondo total de USD 5300 millones, de los cuales casi USD 2000 millones están programados para el área de biodiversidad (GEF, s.f.). Cerca de una cuarta parte de los recursos del GEF para biodiversidad se han dedicado a proyectos en América Latina y el Caribe, y Brasil destaca como el mayor receptor a nivel mundial (ver el gráfico 4.14).

Un estudio del Paulson Institute (Deutz et al., 2020) presenta varias cifras sobre el financiamiento de la biodiversidad. Según esas estimaciones, el monto total dedicado a este tema a nivel global está entre USD

124.000 y USD 143.000 millones anuales; la mayor parte de ese total proviene de fondos públicos domésticos, mientras que el financiamiento internacional de fuentes públicas estaría entre los USD 4000 millones y los USD 10.000 millones anuales<sup>39</sup>. Las necesidades de financiamiento se estiman entre USD 720.000 y USD 970.000 millones anuales<sup>40</sup>, que tendrían que destinarse a distintas actividades, entre las que destacan la adopción de prácticas productivas sostenibles (en agricultura, ganadería, silvicultura, acuicultura), el mantenimiento de áreas protegidas y la gestión de especies invasoras.

Todos estos cálculos deben ser tomados con mucha cautela, pero dan una idea del orden de magnitud de los montos. Según estos, el mundo actualmente dedica a tareas de conservación entre el 13 % y el 20 % de los

38 Países de la región como Argentina, Brasil y México han aportado al GEF.

39 Esto incluiría, además de lo que se moviliza a través del GEF, otros vehículos multilaterales y recursos asignados bilateralmente.

40 La diferencia entre los montos estimados de necesidades y flujos existentes indica una brecha de financiamiento de aproximadamente USD 700.000 millones anuales. Esa cifra se ha vuelto una referencia usada en los foros internacionales, incluidas las negociaciones oficiales del CBD.

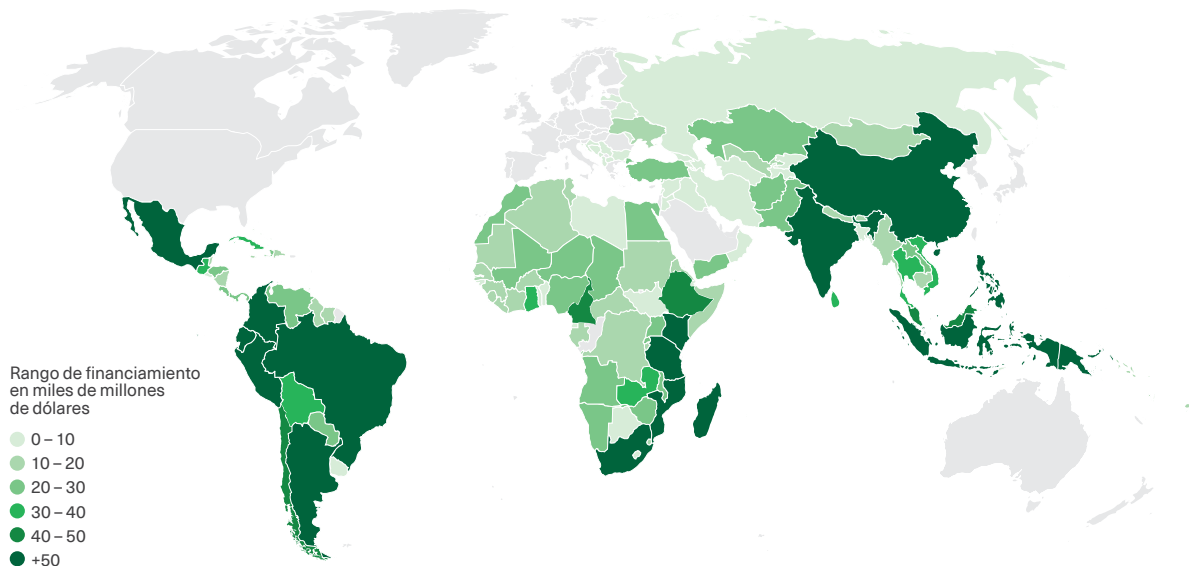
recursos necesarios para detener la pérdida de biodiversidad, y solo entre el 3 % y el 8 % de esos fondos corresponden a recursos públicos internacionales.

Estos datos también revelan que el financiamiento internacional dirigido a biodiversidad es mucho menor que el dirigido a cambio climático.

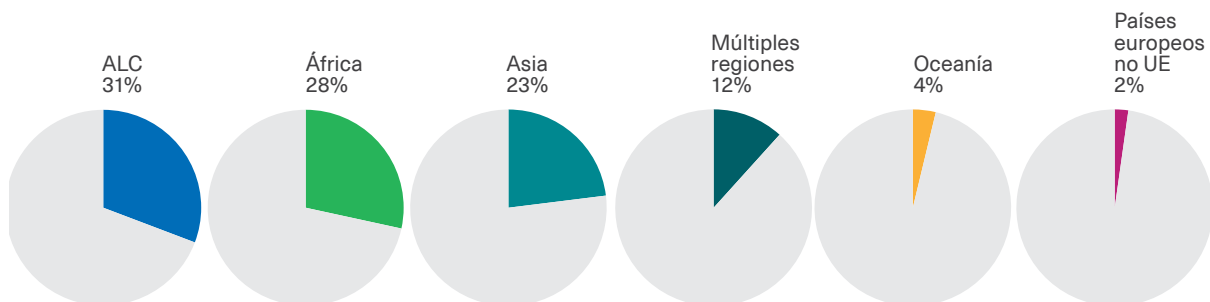
### Gráfico 4.14

Recursos del GEF para proyectos de biodiversidad por país y región

**Panel A.**  
Transferencias de GEF para proyectos de biodiversidad



**Panel B.**  
Participación de los fondos por región



**Nota:** Distribución del financiamiento del GEF para proyectos de biodiversidad aprobados entre 2003 y 2022 por país y región. En el panel A se incluyen solo los proyectos ejecutados en un solo país; en el panel B se presenta la participación de los fondos por región, incluyendo los proyectos en múltiples regiones. Los montos están en miles de millones de USD.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del GEF (2022).





## El financiamiento internacional dirigido a biodiversidad es mucho menor que el dirigido a cambio climático

El tema del financiamiento ha sido un punto de controversia en las COP del CDB, alrededor del cual se han enfrentado las posiciones de los países desarrollados y en desarrollo. En la COP15, celebrada en 2022, se acordaron algunas metas al respecto: 1) movilizar al menos USD 200.000 millones anuales considerando todas las fuentes de recursos (domésticas e internacionales, públicas y privadas); 2) aumentar los flujos internacionales de países desarrollados a países en desarrollo hasta USD 25.000 millones anuales para 2025 y USD 30.000 millones anuales para 2030; y 3) retirar o reformar subsidios perjudiciales a la biodiversidad equivalentes a, por lo menos, USD 500.000 millones anuales (Conferencia de las Partes en el CDB, 2022).

También en la COP15 se acordó un conjunto de metas globales en materia de conservación para el año 2030, bajo el rótulo de Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal. Estas metas, que reemplazan a las de Aichi, incluyen objetivos cuantitativos en cuanto a porcentaje del territorio bajo regímenes de

protección, restauración de espacios degradados y reducción de desperdicios en alimentos, entre otros. Junto a los otros anuncios de carácter financiero, las Partes dieron un mandato al GEF para crear un fondo específicamente dedicado al cumplimiento de los objetivos del nuevo Marco Mundial de Biodiversidad, aunque los detalles sobre el funcionamiento de ese fondo no están definidos.

La disponibilidad de recursos financieros no es suficiente para garantizar que los objetivos finales de conservación se alcancen. Para complementar esto, es importante aumentar el impacto de las inversiones realizadas con ese dinero. Actualmente, se genera muy poco conocimiento sobre el impacto de las intervenciones de conservación por la falta de evaluaciones cuantitativas. Este es otro punto donde hay cierto contraste con el caso del cambio climático. Si bien en el mundo del financiamiento climático la efectividad de las inversiones no está garantizada y, de hecho, hay cuestionamientos importantes sobre muchas herramientas, como los créditos de carbono (ver el apartado “Mercados internacionales de créditos de carbono”), hay mayores esfuerzos por evaluar las intervenciones y una creciente exigencia de demostrar su adicionalidad. Este es un trabajo pendiente en el mundo del financiamiento para la preservación de la biodiversidad.

## Cooperación internacional para la gestión de áreas y especies

El CDB es una instancia de negociación generalista, con miras a tratar todos los temas relevantes para la conservación. Otra forma en que los países cooperan con sus pares en materia de biodiversidad es a través de las instituciones, a veces globales, pero más frecuentemente regionales o bilaterales, cuyo foco es la gestión de ecosistemas o especies puntuales.

Con frecuencia, las fronteras entre países se superponen con áreas de gran diversidad biológica. Esto ocurre porque, en muchos casos, las cadenas montañosas u otros paisajes complejos sirven como barreras naturales que luego se convierten en fronteras geopolíticas. Además, las zonas fronterizas suelen estar lejos de los centros de alta densidad poblacional, lo que las convierte en refugios para especies cuyo hábitat es desplazado por la presencia humana. En las zonas marítimas también es común que los países compartan ecosistemas. Ejemplos de

áreas biodiversas transfronterizas en la región incluyen la selva amazónica, el corredor biológico mesoamericano y la cuenca del Caribe.

En línea con lo anterior, algunas de las amenazas que provoca el cambio climático en materia de biodiversidad también se manifiestan en zonas fronterizas. Por tanto, la coordinación entre jurisdicciones es clave para dar respuesta a estas situaciones. Un ejemplo de esto se observa en la cuenca del río Uruguay, en la frontera con Argentina, donde los cambios en los patrones de precipitaciones han aumentado la incidencia de inundaciones y donde se proyectan mayores riesgos de episodios similares en el futuro. Esto afecta tanto a las poblaciones humanas como a los ecosistemas del área. Para abordar este problema, se ha formulado un programa de adaptación de ciudades y ecosistemas costeros, financiado por el Fondo de Adaptación y administrado por CAF.



## Con frecuencia las fronteras internacionales se superponen con áreas de diversidad biológica, y la cooperación es necesaria en esos espacios transfronterizos

Este programa enfatiza componentes de fortalecimiento institucional y subraya la importancia de entender los ecosistemas como corredores ecológicos, que no responden a fronteras jurisdiccionales, para poder articular una política apropiada para su conservación y sostenibilidad (Oficina de Prensa de CAF, 2020).

Incluso desde antes de la aparición de nuevas amenazas por el cambio climático, en la región ha habido experiencias de cooperación permanente con una trayectoria establecida en materia de conservación. Entre ellas se incluyen la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (ver el recuadro 4.5), el Corredor Marino de Conservación del Pacífico Este Tropical (con participación de ministerios de Costa Rica, Ecuador, Panamá y Colombia) y el Corredor Biológico en el Caribe (Cuba, Haití, Puerto Rico y República Dominicana). El propósito declarado de estas organizaciones es el manejo y conservación de la biodiversidad de las áreas en cuestión.

La cooperación internacional es particularmente valiosa para lidiar con algunos problemas de gobernanza en espacios transfronterizos. Entre las tareas que estas organizaciones deben abordar destacan las mencionadas a continuación.

**Evitar la sobreexplotación de recursos en los ecosistemas.** Muchas especies que son explotadas con fines comerciales se distribuyen en áreas geográficas que incluyen el territorio (y las zonas económicas exclusivas) de varios países. Esto es especialmente común en el caso de especies marinas. Esta situación genera una externalidad que incentiva la sobreexplotación. En línea con esa intuición, hay evidencia de que las tasas de pesca han declinado más en años anteriores en las especies transfronterizas que en las especies no transfronterizas (Palacios Abrantes et al., 2020). La manera tradicional en que algunos Estados han lidiado con este problema es acordando cuotas, como el reparto de bacalao que hacen Noruega

y Rusia en el Mar de Barents (Gullestad et al., 2020). En la región también hay acuerdos de este tipo, pero no hay estudios sobre su efectividad para implementar las cuotas o salvaguardar la sostenibilidad de las especies<sup>41</sup>. Reforzar las reglas para la explotación de estos recursos es una tarea esencial de la cooperación internacional. Más aún, en la actualidad, la definición de esas reglas debe tener en cuenta el efecto que el cambio climático está teniendo y tendrá sobre la distribución geográfica de las especies marinas (Palacios Abrantes, 2021).

**Prevenir o eliminar barreras físicas que impidan el tránsito de especies.** La construcción de barreras físicas en las fronteras (como vallados y murallas) es un fenómeno perjudicial para muchas especies cuyos hábitats o rutas migratorias atraviesan varios países. Por ejemplo, más del 60 % de los mamíferos americanos son transfronterizos (Thornton y Branch, 2019). Afortunadamente, este no es un problema importante en la región. Un estudio reciente de Thornton et al. (2020) presenta dos hallazgos interesantes. El primero es que en América hay más tierras protegidas (proporcionalmente) cerca de las fronteras que en el interior de los países. Según los cálculos de estos autores, el 31 % del área situada a 25 km o menos de las fronteras terrestres de América Latina y el Caribe se encuentran protegidas, una proporción mucho mayor que el 22 % que representan las áreas protegidas en el territorio total del continente (el gráfico 4.15 muestra las áreas protegidas en el área a 100 km o menos de las fronteras). El segundo es que, en el continente americano, hay mayor conectividad de áreas protegidas cerca de las fronteras que lejos de ellas (Thornton et al., 2020). Una excepción a este panorama positivo son las barreras existentes en la frontera entre Estados Unidos y México, cuyos efectos sobre la biodiversidad se han advertido desde hace tiempo (Flesch et al., 2010; Peters et al., 2018). La relativa ausencia de barreras en el continente es, en parte, reflejo de la baja densidad poblacional que caracteriza a las zonas fronterizas de los países y de la baja conflictividad interestatal en la historia de la región. Por tanto, no es obvio que el grado de conectividad existente se pueda atribuir específicamente a la cooperación en materia de biodiversidad. Sin embargo, preservar esta situación sí tiene que ser una prioridad de esta agenda.

41 Algunos ejemplos de acuerdos en la región son el Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo y el Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe. Estos incluyen medidas como la regulación de las flotas pesqueras y el establecimiento de cuotas de pesca.

## Recuadro 4.5

### La Organización del Tratado de Cooperación Amazónica

Es una organización intergubernamental que agrupa a los ocho países signatarios del Acuerdo de Cooperación Amazónica de 1978: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela. El objetivo del Tratado es la promoción del desarrollo sostenible y equitativo de los territorios del Amazonas, lo que involucra múltiples áreas de trabajo: recursos naturales, biodiversidad, pueblos indígenas, infraestructura y transporte, turismo y gestión del conocimiento, entre otras.

La OTCA coordina la implementación de importantes proyectos. Entre ellos, destaca el Proyecto Cuenca Amazónica, cofinanciado por el GEF, dirigido a promover una gestión integrada de los recursos hídricos mediante programas de acciones estratégicas en los países miembro. Otro proyecto significativo es el Proyecto Bioamazonía, financiado por el Banco Alemán de Desarrollo, dedicado a mejorar la gestión, monitoreo y control de especies de fauna y flora amenazadas por el comercio, en especial de las especies incluidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (OTCA, 2021).

**Evaluar la construcción de infraestructura.** La construcción de grandes proyectos de infraestructura, como autopistas, ferrocarriles o represas, puede constituir una amenaza a la biodiversidad al fragmentar los ecosistemas. Este riesgo es especialmente marcado en los bosques tropicales debido a que en ellos habitan muchos organismos especialistas que evitan incluso claros muy angostos en el bosque (Laurance et al., 2009). Por supuesto, estas construcciones no ocurren únicamente en zonas transfronterizas. Sin embargo, es importante considerar el tema de la biodiversidad en el contexto de las infraestructuras internacionales, especialmente en ALC, donde existe una necesidad de una mayor integración comercial (Sanguinetti et al., 2021). Estos proyectos deben incluir siempre análisis rigurosos de su impacto sobre la biodiversidad. Por otra parte, el peso de las instituciones dedicadas a temas de conservación sobre las decisiones de construcción de infraestructuras dependerá fundamentalmente del peso político que tengan las distintas agendas en los países involucrados.

**Fortalecer las tareas de monitoreo y seguimiento de especies.** El estudio de los ecosistemas y el seguimiento de su salud y grado de conservación ha sido históricamente más débil en zonas fronterizas.

Por ejemplo, hay relativamente pocos inventarios transfronterizos de especies y diversidad. Generalmente, esto está asociado a cuestiones de accesibilidad y seguridad.



### **El fortalecimiento de capacidades estatales es esencial para garantizar una presencia humana positiva en zonas de riqueza natural**

El fortalecimiento de las capacidades estatales es esencial para, por un lado, aumentar la colaboración interestatal y, por otro, asegurar las condiciones que permitan una presencia humana positiva en zonas de riqueza natural. Las capacidades estatales también son fundamentales para enfrentar otra amenaza a los ecosistemas: las diversas prácticas ilegales de explotación de los recursos naturales. En todo caso, cabe destacar que esta necesidad de fortalecimiento institucional existe igualmente en zonas interiores de los países y que es una tarea principalmente de los países y no de los órganos de cooperación internacional.



### Gráfico 4.15

#### Áreas protegidas en las fronteras terrestres de América Latina y el Caribe



**Nota:** En gris claro se muestra el área terrestre a 100 km o menos de las fronteras internacionales. En verde, las zonas que pertenecen a áreas protegidas con categorías entre I y IV de la UICN y a áreas protegidas de uso múltiple. Se puede ver con más detalle la metodología utilizada para estimar las áreas protegidas en el apéndice del capítulo 3 disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de PNUMA-CMVC y UICN (2022).

## Interacción entre política comercial y conservación

A finales de 2022 la Unión Europea avanzó en el proceso de aprobación de una regulación que busca prohibir la entrada de productos provenientes de áreas deforestadas. En particular, se trata de una ley que exigiría a las empresas que quieran comercializar productos importados realizar un proceso de

diligencia debida (*due dilligence*) para demostrar que son “libres de deforestación”, más específicamente, que no fueron producidos en tierras deforestadas después de diciembre de 2020. Los sectores afectados serían el aceite de palma, el ganado, la soja, el café, el cacao, la madera, el caucho y los derivados de

esos productos (por ejemplo, carne vacuna, muebles o chocolate) (Comisión Europea, 2022a).

Esta ley parte del reconocimiento de que los países europeos son grandes consumidores de muchos de estos rubros y que ese consumo puede estar alimentando la pérdida de bosques en los lugares de producción. Hay algunos paralelismos con el mecanismo de ajuste de frontera por emisiones, en el sentido de que usa la política comercial para perseguir objetivos ambientales (en este caso, la preservación de la biodiversidad, además de la mitigación de emisiones por cambios de uso del suelo).

Otro paralelismo con el CBAM es que esta regulación constituye una iniciativa unilateral que impone costos a los países exportadores de los productos afectados al encarecer el comercio. En este caso, los sectores

afectados son importantes para los países de la región y, por tanto, los gobiernos han respondido con preocupación. Así lo refleja una carta conjunta dirigida al Comité de Agricultura de la Organización Mundial del Comercio y firmada por diez países latinoamericanos, en la que, reconociendo la importancia de los objetivos ambientales, piden a la UE consultar con los países afectados antes de avanzar con la legislación y reconocer los esfuerzos que estos han hecho en materia de política forestal y de conservación (Grinspun et al., 2022).

Los efectos de esta legislación sobre los patrones de comercio y las actividades económicas en los países de la región dependerán finalmente de los detalles de implementación y de los mecanismos que se dispongan para certificar los productos. Esos detalles se deberían definir durante 2023.

## Temas focales para la agenda de cambio climático y conservación en la región

Como se ha expuesto en este capítulo, los asuntos del cambio climático y la biodiversidad suelen tratarse a través de canales independientes en los foros internacionales, si bien hay temas específicos donde ambas conversaciones confluyen. Por otra parte, América Latina y el Caribe es una de las regiones donde más claramente se superponen estos fenómenos. El sector agropecuario y el cambio de uso del suelo, asociado a las actividades agrícola y ganadera, constituyen una parte significativa de las emisiones regionales y un área relevante para la adaptación al cambio climático. A su vez, estos sectores son focales en la agenda de biodiversidad, que busca promover la protección de áreas boscosas y la adopción de prácticas agropecuarias sustentables. Esta coincidencia debe informar la posición de la región sobre estos temas. En particular, es importante demandar que aumenten los recursos internacionales destinados al financiamiento de proyectos en las áreas mencionadas y que estos se dirijan no solo a la adopción de prácticas conocidas, sino a la investigación y desarrollo (I+D) de técnicas agropecuarias sustentables y bajas en emisiones. Más aún, es esencial insistir en que estos recursos, al menos una

parte significativa, tomen la forma de transferencias no reembolsables.



**Para la región es importante que aumenten los recursos dirigidos al sector agropecuario, tanto para adoptar prácticas conocidas como para promover I+D en técnicas sustentables**

Hay tres argumentos principales que sostienen ese razonamiento y que fueron señalados a lo largo el capítulo: muchos de estos proyectos (por ejemplo, en el caso de la protección de áreas) no generan flujos directos de ingresos para reembolsar préstamos; los flujos de financiamiento internacional deben tener un componente de compensación que vaya de los mayores a los menores emisores históricos; y las actividades a promover generan beneficios ecosistémicos (incluida la regulación del clima), algunos de los cuales tienen alcance global.

Otra área de trabajo importante para los países de la región es vincular de manera más explícita y clara los recursos y transferencias de tecnología y conocimientos que aspira a recibir del mundo desarrollado con las metas propias de mitigación. Esto significa aplicar una lógica similar a la de las metas condicionadas que aparecen en las CDN actuales, pero precisando mucho más qué solicitan los países y cuáles son las políticas y metas que se implementarían en correspondencia. Ese ejercicio debería servir dos propósitos: por una parte, ser un canal para que los países expliciten qué transferencias (de recursos, tecnologías u otro tipo) consideran que deberían recibir de acuerdo con criterios de justicia climática y en función de sus propias acciones; y, por otro, propiciar un aumento de las ambiciones de mitigación de los países siempre que sea posible y lo consideren justo. Esta tarea de vinculación entre transferencias de recursos y metas propias puede reflejar las grandes heterogeneidades que existen entre los países de la región (por ejemplo, en cuanto a composición e intensidad de las emisiones actuales y a responsabilidades históricas).

Finalmente, es necesario reconocer que las políticas ambientales dirigidas a mitigar las emisiones y conservar la biodiversidad tienen costos, especialmente en el corto plazo. Por tanto, crean tensiones con las múltiples necesidades sociales y económicas que siguen existiendo en América Latina y el Caribe. Hay que entender bien esas tensiones para ubicar estos temas dentro de la agenda más amplia de desarrollo de los países, lo que se discutirá en el capítulo 5 de este reporte.





# La respuesta al cambio climático y la agenda de desarrollo de América Latina y el Caribe



---

● Pilares del desarrollo sostenible y progresos de la región

---

● Impactos de la descarbonización de la economía mundial sobre América Latina y el Caribe

---

● Retos y oportunidades para América Latina y el Caribe frente a la crisis climática

---

● Prioridades de política para la agenda de desarrollo sostenible

## Mensajes clave

**1**

América Latina y el Caribe no ha superado los desafíos del bajo crecimiento económico y la alta desigualdad. A estos retos pendientes se suma la necesidad de adaptarse al cambio climático, mitigar las emisiones y preservar la biodiversidad y el capital natural de la región.

**2**

La adaptación debe ser una prioridad para América Latina y el Caribe debido a su gran exposición y vulnerabilidad frente a las amenazas climáticas. Estos esfuerzos deben concentrarse en los grupos más vulnerables para evitar que las inequidades existentes se exacerbén.

**3**

Las políticas de adaptación pueden tener sinergias positivas con la agenda de crecimiento e inclusión debido a que pueden derivar en beneficios económicos, ambientales y sociales. Entre ellas se destacan las soluciones basadas en la naturaleza, que incluyen a la agricultura sostenible y la infraestructura verde, y el aumento de la resiliencia de la infraestructura gris.

**4**

Es necesario mejorar la información disponible sobre las necesidades específicas de adaptación en los países de América Latina y el Caribe. Hasta ahora, los esfuerzos se han enfocado en los sectores de producción de alimentos, reducción de la pobreza y salud. En general, hay poca evidencia sobre la efectividad de estas iniciativas.

**5**

Otra prioridad debe ser la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad. América Latina y el Caribe es una región relativamente rica en capital natural, pero ese capital se está degradando a un ritmo acelerado. Esto constituye un riesgo para la sostenibilidad del propio proceso de desarrollo de la región y el bienestar de las generaciones futuras, además de afectar negativamente la inclusión social de las comunidades locales.

**6**

América Latina y el Caribe debe contribuir al esfuerzo global de mitigación. La prioridad debe ser detener la deforestación, que es la principal causa de emisiones en la región. Esto requiere un compromiso creíble con frenar la expansión de la frontera agropecuaria y aumentar la productividad del sector.

## 7

América Latina y el Caribe puede aprovechar sus condiciones favorables para avanzar en la transición energética mediante la adopción de fuentes de energía renovables. Este proceso implicará grandes desafíos para los países en términos de impactos en el empleo, el financiamiento, los ingresos fiscales y las cuentas externas. Tres determinantes clave de los costos y beneficios de la transición en cada contexto son la estructura productiva, la matriz energética y los recursos naturales existentes.

## 8

América Latina y el Caribe puede contribuir a la descarbonización global y al mismo tiempo capitalizar los beneficios económicos de las grandes reservas de gas natural y de minerales críticos para la electrificación, así como monetizar los esfuerzos de preservación de los recursos forestales.

## 9

Es clave identificar y priorizar políticas con el triple dividendo de la adaptación, la mitigación y la preservación del capital natural y que permitan, al mismo tiempo, avanzar en otras dimensiones del desarrollo sostenible. Ejemplos de estas políticas son las técnicas agropecuarias sostenibles y la conservación y regeneración de los ecosistemas clave.

## 10

Por su historia e intereses comunes, los países de América Latina y el Caribe se pueden beneficiar considerablemente de una intensa coordinación regional para garantizar que sus voces y preocupaciones tengan eco en las negociaciones internacionales sobre el cambio climático y la preservación de la biodiversidad.

## 11

La región es heterogénea y no existe una receta única para todos los países. La combinación óptima de políticas climáticas y de conservación variará según las condiciones locales. En la consecución del portafolio de políticas más adecuado se deberán ponderar los costos y beneficios de las distintas alternativas (no solo estáticos, sino también desde una perspectiva dinámica), la viabilidad política de las acciones y sus impactos sobre la equidad.



# La respuesta al cambio climático y la agenda de desarrollo de América Latina y el Caribe<sup>1</sup>

## Introducción

Los capítulos anteriores dan cuenta de los enormes desafíos que el cambio climático y la conservación de la biodiversidad significan para el mundo. Las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) deben reducirse de manera rápida si se pretende limitar el calentamiento global en línea con los objetivos del Acuerdo de París. Además, los esfuerzos en materia de adaptación frente a los impactos actuales y esperados del cambio climático se deben redoblar a fin de evitar costos demasiado elevados para el bienestar de la población mundial, así como para proteger y restaurar el capital natural con el objetivo de recuperar el equilibrio ecológico del planeta.

América Latina y el Caribe no es ajena a estos desafíos. Por el contrario, la región se encuentra entre las que se ven más afectadas por el cambio climático y las menos preparadas para resistir sus embates, por lo que la necesidad de aumentar la resiliencia

de sus economías es aún más urgente. Asimismo, la abundancia de capital natural convierte a América Latina y el Caribe en un actor clave en la consecución de los objetivos globales en materia climática y de conservación.

La región enfrenta estos desafíos desde una situación de fragilidad económica y social, caracterizada por un magro crecimiento económico, elevados niveles de pobreza y desigualdad y bajas capacidades institucionales, entre otros déficits de desarrollo. Estos problemas estructurales se han visto agravados por la pandemia de COVID-19, que, además de ocasionar elevados costos en materia de salud, ha reducido el espacio fiscal y aumentado el endeudamiento en la mayoría de las economías de la región.

En este contexto, los esfuerzos en materia de inversiones, reasignación de recursos entre sectores

<sup>1</sup> Este capítulo fue elaborado por Pablo Brassiolo, Ricardo Estrada y Ernesto Schargrodsky, con la asistencia de investigación de Daniela Goyheix y Florencia Buccari.

y reformas que requieran las políticas climáticas y de conservación deben integrarse con los desafíos todavía pendientes del bajo crecimiento económico y la escasa inclusión social que caracterizan a las economías de la región. Esto significa que las decisiones de política pública de los países deberán sortear posibles tensiones entre objetivos contrapuestos y buscar el aprovechamiento de las potenciales complementariedades y sinergias entre agendas.

Asimismo, es importante tener presente que estas agendas se enmarcan en un contexto global de profunda transformación en las formas de producir y consumir, que puede abrir nuevas oportunidades para la región, pero también restringir el conjunto de opciones de política. Entre las principales tendencias globales se destacan la transición energética

liderada por los países desarrollados, la potencial imposición de mecanismos de ajuste en la frontera por emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y la creciente demanda internacional de servicios ecosistémicos que puede potenciar los mercados de créditos de carbono.

Este capítulo discute los retos y oportunidades derivados de la integración de las políticas climáticas y de conservación con la agenda pendiente de desarrollo de América Latina y el Caribe. La región es muy heterogénea en muchas dimensiones, por lo que no hay una única receta para avanzar en la ruta del desarrollo sostenible, sino que deben buscarse las alternativas de política más adecuadas en cada contexto.

## Los desafíos del desarrollo de América Latina y el Caribe

El desarrollo sostenible se entiende como aquel que satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Brundtland, 1987)<sup>2</sup>. Bajo este paradigma, el desarrollo sostenible es el resultado de la integración de las dimensiones económica y social, que han sido el foco de la visión tradicional del desarrollo económico, con la dimensión medioambiental, como se ilustra en la figura 5.1.

El desarrollo sostenible requiere, por una parte, impulsar el **crecimiento económico** para satisfacer las necesidades de la población y, por otra, promover la **inclusión social** para que las mejoras en las condiciones de vida alcancen a toda la sociedad, especialmente a los grupos más vulnerables. La sostenibilidad demanda también que el crecimiento no menoscabe la capacidad de la naturaleza de brindar los servicios

ecosistémicos que sustentan la sociedad y la economía. Para que las generaciones futuras puedan mantenerse a sí mismas, es importante que las generaciones actuales hereden un capital adecuado en sentido amplio, lo que requiere considerar no solo el capital físico y el capital humano, sino también el capital natural (Dasgupta, 2021). En el contexto del cambio climático, la sostenibilidad del progreso económico y social requiere, además, asegurar que estos procesos sean resilientes frente a los embates del clima y compatibles con la estabilización del sistema climático por la vía de la reducción de las emisiones de GEI<sup>3</sup>. Por lo tanto, el tercer pilar del desarrollo sostenible es la **resiliencia climática y la sostenibilidad ambiental**.

<sup>2</sup> Este documento, también conocido como "Informe Brundtland", fue elaborado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, cuya creación fue resultado de la preocupación de la comunidad internacional por la necesidad de integrar y gestionar de manera conjunta la noción de desarrollo económico y la dimensión medio ambiental.

<sup>3</sup> El IPCC utiliza el concepto de desarrollo resiliente al clima, definido como un proceso de aplicación de medidas de adaptación frente a los riesgos del cambio climático y de reducción de las emisiones de GEI para promover el desarrollo sostenible para todas las personas (Schipper et al., 2022). En este sentido, el paradigma de desarrollo sostenible utilizado en este capítulo incluye la idea de desarrollo resiliente al clima.

**Figura 5.1**  
Pilares del desarrollo sostenible



Fuente: Elaboración propia con base en Munasinghe (1993).

La creciente preocupación de la comunidad internacional por la sostenibilidad del proceso de desarrollo llevó a que se establecieran objetivos concretos para guiar las estrategias de desarrollo de los países. Así, en 2015 se adoptaron los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), que consisten en 17 objetivos con 169 metas para el período 2016-2030, que abarcan aspectos económicos, sociales y ambientales. La definición de indicadores específicos para cada una de estas metas permite, además, monitorear el grado de avance de los países en el cumplimiento de esos objetivos. En el caso de América Latina y el Caribe en su conjunto, este avance ha sido hasta ahora dispar (ver el recuadro 5.1).



### **La región se enfrenta a la crisis climática y de biodiversidad con una agenda pendiente de crecimiento e inclusión**

En definitiva, la crisis climática y de biodiversidad que enfrenta el mundo hace cada vez más urgente priorizar las consideraciones ambientales en las agendas de desarrollo de los países. En el caso de América Latina y el Caribe esto implica un desafío mayor que en el mundo desarrollado debido a que la región no ha logrado avanzar lo suficiente en las agendas para el crecimiento y la inclusión.

## Recuadro 5.1

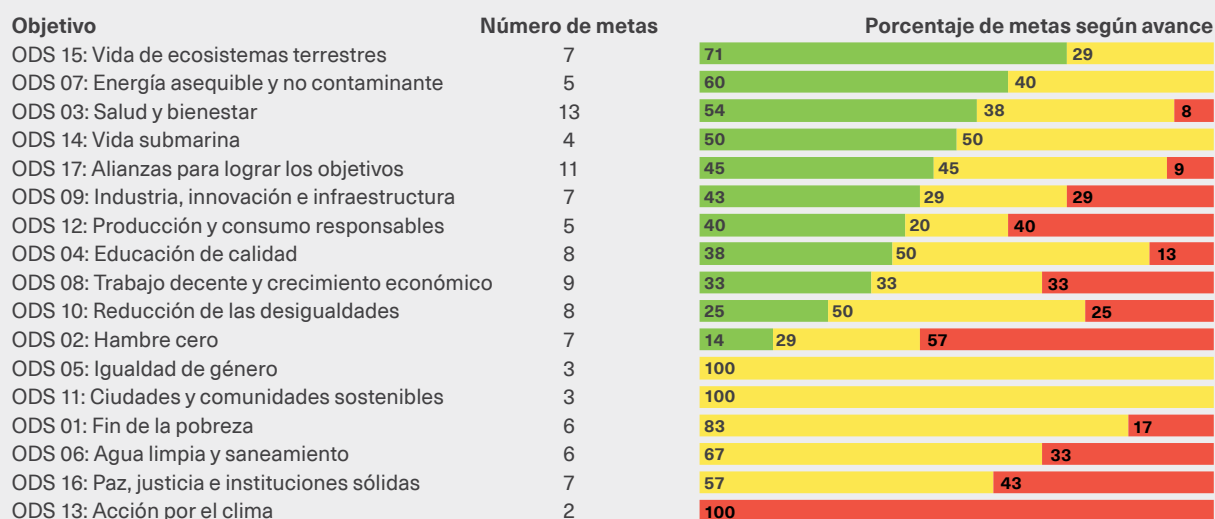
### El avance de América Latina y el Caribe en el cumplimiento de los ODS

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022b) ha analizado el grado de avance de la región en el cumplimiento de los objetivos definidos en el marco de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. El estudio evaluó las tendencias correspondientes a 111 de las 169 metas establecidas. Los resultados se presentan en el gráfico 1. Para facilitar la interpretación de los resultados, la situación con respecto al cumplimiento de cada una de las metas se clasifica en tres grupos: metas que ya se han alcanzado o se alcanzarían en 2030 de mantenerse la tendencia actual (color verde), metas para las cuales las tendencias observadas siguen la dirección correcta, pero cuyo ritmo de avance es insuficiente (color amarillo), y metas en las que las tendencias observadas van en la dirección contraria a la esperada por lo que hay que revertirlas para su cumplimiento (color rojo).

El avance de la región hasta ahora varía en función de los objetivos. Los ODS 3 (salud y bienestar), ODS 7 (energía asequible y no contaminante), ODS 14 (vida submarina) y ODS 15 (ecosistemas terrestres) tienen al menos la mitad de las metas en verde. En el otro extremo, el ODS 13 (acción por el clima) tiene dos metas y ambas están en rojo. A nivel agregado, solo el 32 % de las metas están en verde, mientras que el 46 % están en amarillo y el 22 % restante están en rojo.

#### Gráfico 1

##### Metas de los ODS y pronóstico de cumplimiento para 2030 en América Latina y el Caribe



- La meta se alcanzó o es probable que se alcance con la tendencia actual
- La tendencia es correcta, pero el avance es demasiado lento para alcanzar la meta
- La tendencia se aleja de la meta

**Nota:** Cada color (rojo, amarillo y verde) representa el nivel de cumplimiento de las metas.

**Fuente:** CEPAL (2022b).

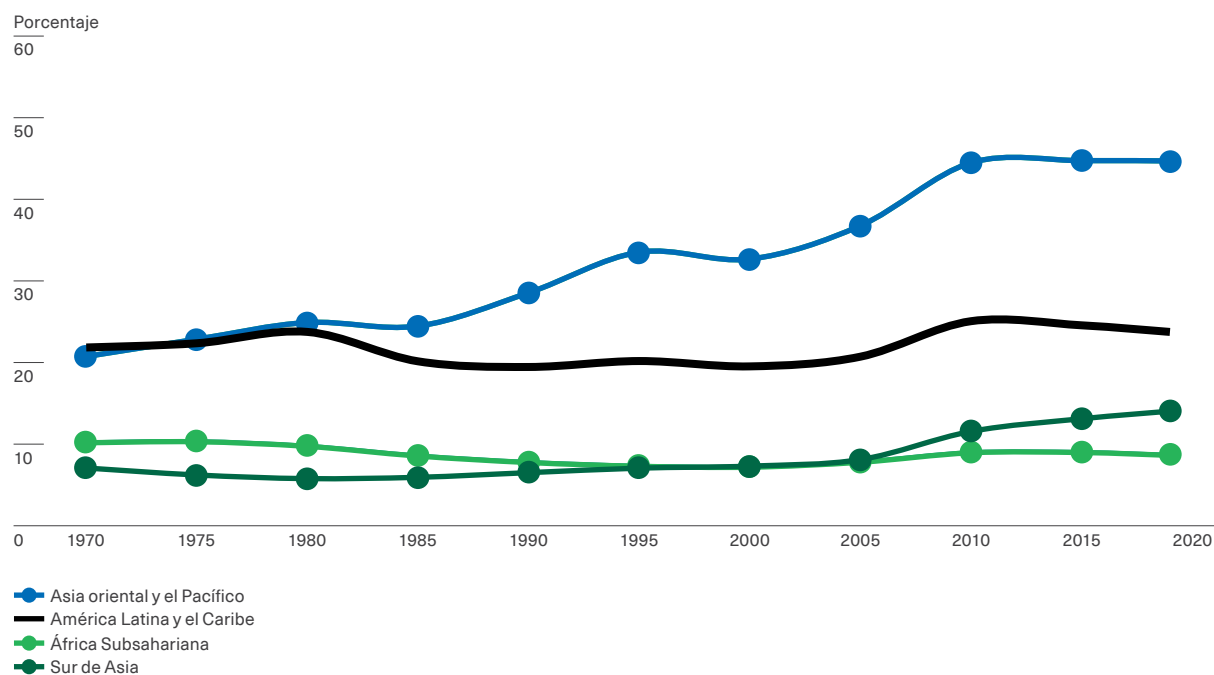


## La agenda pendiente: el magro crecimiento económico y la baja inclusión social

Durante los últimos sesenta años, el crecimiento económico en América Latina y el Caribe ha sido insuficiente para reducir la brecha de desarrollo con respecto a los países más ricos. Entre 1960 y 2021, la tasa de crecimiento del producto por habitante de la región fue, en promedio, del 1,6 % anual. Esta cifra es inferior al 1,9 % anual del mundo en su conjunto y al 2 % anual de Estados Unidos y está muy por debajo del 4 % anual registrado por los países del Asia Oriental y el Pacífico (Banco Mundial, 2023f)<sup>4</sup>.

Como consecuencia, el ingreso por habitante continúa rezagado con relación al mundo desarrollado. El gráfico 5.1 muestra la evolución del ingreso per cápita de distintas regiones del mundo como proporción del ingreso per cápita de Estados Unidos desde 1960 hasta el presente. Como se observa, el ingreso por habitante en América Latina y el Caribe se ha mantenido cercano al 20 % del estadounidense, mientras que algunas regiones con alto crecimiento, como Asia Oriental y el Pacífico, han logrado reducir esa brecha de manera notable.

**Gráfico 5.1**  
PIB per cápita relativo al de Estados Unidos



**Nota:** El gráfico reporta el PIB per cápita (ajustado a paridad de poder adquisitivo) como porcentaje del PIB per cápita de Estados Unidos. Los países de ALC considerados en el gráfico son los países pertenecientes a la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), excluyendo Cuba por falta de información. Los países que integran las demás regiones se pueden consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Cálculos propios a partir de datos de la Penn World Table 10.0 (Feenstra et al., 2015).

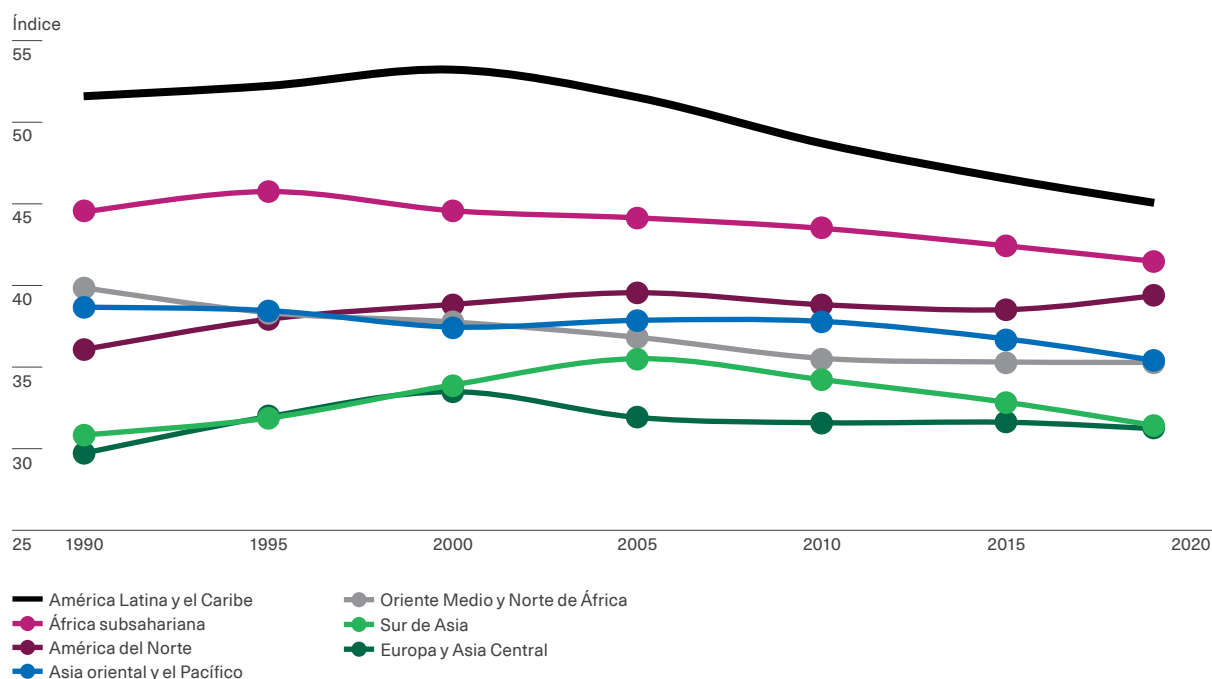
<sup>4</sup> Este bajo ritmo de crecimiento también se refleja en otros indicadores de desempeño económico, como la participación en el intercambio y en la producción a nivel global. En efecto, la región representa el 5,7 % del comercio mundial y el 6,4 % del producto mundial, cifras que prácticamente no han cambiado con respecto a las de cinco décadas atrás (OMC, 2023; Banco Mundial, 2023d).

La segunda dimensión del desarrollo en la que la región ha logrado escasos avances es la inclusión social. A modo de ejemplo, el 50 % más pobre de la población recibe solamente el 8 % de los ingresos totales y acumula apenas el 1 % de la riqueza total (WID, 2023)<sup>5</sup>. Esta alta desigualdad es, además, persistente en el tiempo. Como muestra el gráfico 5.2, según el coeficiente de Gini, un indicador de la desigualdad en la distribución del ingreso, la región lleva varias décadas como la más desigual del mundo, aun cuando esta desigualdad se ha reducido recientemente.

Otras dimensiones del bienestar, como la educación, la salud o las oportunidades laborales, también se distribuyen de manera desigual entre la población (Berniell et al., 2022; PNUD, 2019).

Tanto el bajo crecimiento económico como la poca inclusión social se reflejan en el alto nivel de pobreza que caracteriza a la región. Cerca del 30 % de los habitantes de América Latina y el Caribe tienen ingresos por debajo de la línea de pobreza de USD 6,85 por día en 2021 (Banco Mundial, 2023h).

**Gráfico 5.2**  
Evolución del índice de Gini de la distribución del ingreso



**Nota:** Cada línea representa un suavizado polinomial local del índice de Gini, que mide la desigualdad de ingresos promedio por región y año. Los países que integran ALC se pueden consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea. Los demás agregados se basan en la clasificación regional del Banco Mundial. El conjunto de países incluidos en los promedios regionales puede variar según la disponibilidad de datos para cada año.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (2023g).

<sup>5</sup> Estas cifras se refieren al promedio de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, México, Perú y Uruguay, que son los países de América Latina y el Caribe para los que se cuenta con información.



## Cerca del 30 % de los habitantes de América Latina y el Caribe tienen ingresos por debajo de la línea de pobreza de USD 6,85 por día en 2021

Ambos desafíos se asocian con algunas características estructurales de la región que pueden obstaculizar la implementación de la agenda de resiliencia climática y sostenibilidad: 1) una baja productividad

agregada que permea a todos los sectores de actividad (Álvarez et al., 2018); 2) los déficits de inversión en infraestructura tanto productiva como social, que merman la cantidad y calidad de los servicios de infraestructura (Cavallo et al., 2020; Cont et al., 2022; Sanguinetti et al., 2021), y 3) las bajas capacidades del Estado tanto para el diseño e implementación de políticas como para la provisión de bienes y servicios públicos en cantidad y calidad adecuadas (Fajardo et al., 2019; Sanguinetti et al., 2015)<sup>6</sup>.

## El tercer pilar del desarrollo: resiliencia climática y sostenibilidad ambiental

La resiliencia frente al cambio climático y la sostenibilidad ambiental integran la agenda de desarrollo sostenible, buscando tres grandes objetivos interrelacionados: adaptarse frente a los riesgos del cambio climático, contribuir a la reducción global de las emisiones y preservar el capital natural de la región.

En primer lugar, América Latina y el Caribe debe adaptarse para hacer frente a los riesgos asociados al cambio climático. La mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos y los cambios paulatinos en las condiciones del clima ponen en riesgo a poblaciones enteras y a sus medios de vida, así como a la riqueza de los ecosistemas y a la biodiversidad que caracterizan a la región. La urgencia de prevenir o minimizar los daños asociados al cambio climático justifica ubicar las inversiones para adaptación en el tope de las prioridades de la agenda de sostenibilidad.

Las prioridades de adaptación de los países suelen estar reflejadas en las metas de adaptación contenidas en sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) y, en algunos casos, en los planes nacionales de adaptación ante el cambio climático

(PNACC)<sup>7</sup>. El análisis de estos documentos elaborado en el capítulo 4 encuentra que, en general, estas metas no son lo suficientemente precisas y no siempre están vinculadas a proyectos concretos. En parte esto se debe a que las necesidades de adaptación varían según el contexto local en función de la exposición y la vulnerabilidad de territorios y poblaciones específicas ante diversas amenazas climáticas. Identificar con mayor precisión las necesidades de adaptación y las medidas concretas para atenderlas debe ser una tarea prioritaria en la agenda de los países. Esta tarea permitiría estimar con mayor precisión los costos de la adaptación y las necesidades de financiamiento<sup>8</sup>.



## Identificar con mayor precisión las necesidades de adaptación y las medidas concretas para atenderlas es una tarea prioritaria en la agenda de los países

<sup>6</sup> Estas características estructurales de la región tienen, a su vez, raíces profundas y complejas, cuyo análisis excede el alcance de este capítulo.

<sup>7</sup> Hasta febrero de 2023, solo 13 países de América Latina y el Caribe habían presentado un PNACC ante la CMNUCC: Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Granada, Guatemala, Haití, Paraguay, Perú, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Surinam y Uruguay.

<sup>8</sup> Hasta diciembre de 2022, solo 8 países de América Latina y el Caribe habían incluido una estimación de las necesidades de financiamiento asociadas específicamente a sus metas de adaptación en la versión más reciente de sus CDN: Belice, Colombia, El Salvador, Guyana, Haití, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves y Surinam.

Un segundo objetivo ineludible de la agenda de resiliencia y sostenibilidad ambiental de la región debe ser la mitigación climática. Como se muestra en el capítulo 4, el logro de las metas establecidas en el Acuerdo de París requiere que todas las regiones contribuyan con una reducción de las emisiones, incluso aquellas cuya contribución histórica a la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera es relativamente baja, como es el caso de América Latina y el Caribe. En línea con este esfuerzo colectivo, las metas de mitigación contenidas en las CDN de los países latinoamericanos y caribeños apuntan, en su conjunto, a una reducción del orden del 10 % en las emisiones de la región en 2030 con respecto al nivel de 2015. Estas metas probablemente se vuelvan más ambiciosas en las sucesivas revisiones quinquenales a las que se comprometieron los países, puesto que las metas actuales son insuficientes para el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo.

El tercer objetivo del componente de resiliencia y sostenibilidad ambiental de la región es la preservación de su vasta riqueza natural. Como se destaca en el capítulo 3, la naturaleza brinda beneficios a las personas, denominados servicios ecosistémicos, tales como la provisión de alimentos, energía, agua dulce, medicinas y materiales; la regulación del clima, los ciclos hidrológicos y la calidad del aire; y la provisión de oportunidades de recreación y otras utilidades culturales. Los servicios ecosistémicos facilitan la adaptación ante los efectos del cambio climático, además de ser vitales para la regulación del clima y valiosos para la actividad económica y el desarrollo humano de manera directa<sup>9</sup>.

América Latina y el Caribe es una región relativamente rica en capital natural, pero este se está perdiendo a un ritmo acelerado. Así se desprende de una iniciativa reciente para medir y monitorear la evolución del capital en todas sus formas: producido, humano y natural (Managi y Kumar, 2018)<sup>10</sup>. Como muestra el gráfico 5.3, entre 1990 y 2014, el capital natural por habitante se contrajo en la región en alrededor de un 40 %. La disminución de capital natural no es exclusiva de América Latina y el

Caribe (los países de la OCDE también vieron caer su riqueza natural durante este período), pero el ritmo de pérdida es mayor que el observado en otras partes del mundo. Asimismo, todos los componentes del capital natural de la región (recursos forestales, agropecuarios, pesqueros, fósiles y mineros) redujeron su valor durante ese período.



### Entre 1990 y 2014, el capital natural por habitante se contrajo en la región en alrededor de un 40 %

Como muestra el capítulo 3, los dos principales canales por los que la actividad humana degrada la naturaleza en América Latina y el Caribe son el cambio en el uso del suelo, en gran medida derivado de la expansión de la frontera agropecuaria, y la sobreexplotación de los recursos naturales. Estos resultados, a su vez, se explican por la concurrencia de fallas de mercado asociadas a la protección de los servicios que la naturaleza brinda a las personas (como externalidades, bienes públicos o problemas de información) y bajas capacidades del Estado para corregir las ineficiencias resultantes. Debido a que la degradación del capital natural de la región constituye un riesgo para la sostenibilidad de su propio proceso de desarrollo, diseñar políticas de conservación efectivas debe ser parte fundamental de la agenda de desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe.

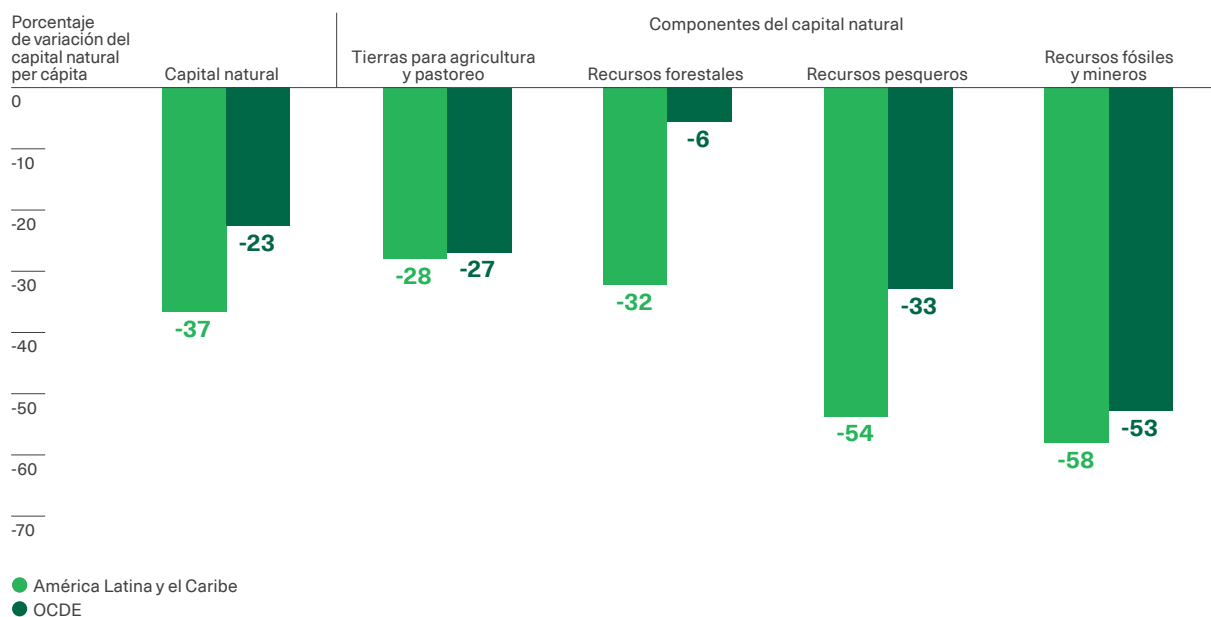
<sup>9</sup> La riqueza natural ha sido y sigue siendo una fuente de crecimiento económico en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe. A modo de ejemplo, en la década de 1960, los recursos naturales representaban, en promedio, más del 90 % de las exportaciones y casi el 6 % del PIB regional. Más de medio siglo después, en 2017, esas cifras se ubicaban en torno al 80 % y al 10 %, respectivamente (Meller, 2020).

<sup>10</sup> La preocupación por la capacidad de la naturaleza de continuar brindando servicios esenciales para el desarrollo humano ha llevado a elaborar metodologías para obtener medidas más inclusivas de la riqueza de las naciones, que incorporen el capital natural (Managi y Kumar, 2018; Banco Mundial, 2021).



### Gráfico 5.3

Porcentaje de cambio en el capital natural per cápita y sus componentes en 2014 con relación a 1990



**Nota:** Las tasas de cambio de los respectivos años se computan para cada país y luego se agregan mediante un promedio simple. Las variaciones en el capital natural per cápita se calculan utilizando dólares internacionales de 2005 (PPA). Los países que integran ALC se pueden consultar en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Managi y Kumar (2018).

Por último, vale la pena mencionar que los desafíos metodológicos asociados a la medición de la riqueza natural no son menores, por lo que estas estimaciones no están exentas de problemas. No obstante, constituyen un aporte valioso a la discusión de la sostenibilidad del proceso de desarrollo de los países<sup>11</sup>. Asimismo, la importancia de tener en consideración el capital natural en el proceso de toma de decisiones ha llevado a muchos países a poner en marcha iniciativas para incorporar mediciones de la riqueza natural en sus cuentas nacionales (ver el recuadro 5.2).

11 En un estudio elaborado especialmente para este reporte, Vial (2023) revisa las dificultades en la medición del capital natural, tomando como referencia las estimaciones del proyecto "La riqueza cambiante de las naciones", del Banco Mundial (2021). Uno de los principales desafíos que se presentan es la incorporación de aquellos servicios ecosistémicos que no tienen un valor de mercado. El trabajo resalta la necesidad de generar mayor conocimiento científico para entender todos los beneficios que aporta la naturaleza al ser humano y la compleja interrelación entre estos servicios, así como desarrollar metodologías de valuación de los beneficios para los que no existe un precio de mercado de referencia.

## Recuadro 5.2

### Iniciativas para la incorporación del capital natural en las cuentas nacionales

La incorporación de una medición del capital natural en las cuentas nacionales permitiría a los países valorar sus recursos naturales y diseñar políticas enfocadas al desarrollo sostenible que evalúen los usos contrapuestos de estos recursos. Esto tiene especial relevancia en países con economías basadas en la explotación de los recursos naturales (Banco Mundial, 2012).

En la última década han tenido lugar considerables avances en la contabilidad del capital natural. Las iniciativas de la región surgieron a partir del proyecto denominado Alianza Mundial de la Contabilidad de la Riqueza y Valoración de los Servicios de los Ecosistemas (WAVES, por sus siglas en inglés), que contó con el apoyo de las Naciones Unidas y el Banco Mundial. A su vez, se comenzó con la implementación del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE), el cual proporciona un acuerdo estándar internacional.

Hasta 2019, siete países de América Latina y el Caribe habían avanzado de manera sistemática en el desarrollo de cuentas ambientales, otros siete habían desarrollado cuentas de capital natural piloto y cinco mostraban interés en hacerlo (gráfico 1). Al analizar la implementación específica de cada país, se evidencia que el interés se ha centrado en contabilizar los recursos hídricos, los bosques y el uso y cobertura de la tierra. Asimismo, seis países habían avanzado en la implementación de cuentas experimentales de ecosistemas. Sin embargo, solo cinco (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y México) habían institucionalizado formalmente el desarrollo de cuentas ambientales y disponían de equipos estadísticos especializados estables, con un presupuesto y personal asignado (Carvajal, 2017; CEPAL, 2022a).

A pesar de estos avances, aún queda mucho trabajo por hacer para el desarrollo e implementación de cuentas ambientales en un gran número de países de la región, principalmente en el Caribe y Centroamérica. Asimismo, la principal limitación del proyecto en los países donde ya se han experimentado avances es que aún falta la incorporación de los resultados e indicadores de las cuentas naturales en los análisis económicos.

#### Gráfico 1

Niveles de implementación de cuentas ambientales en la región en 2019



**Nota:** No se presentan datos de Antigua y Barbuda, Barbados, Guyana y San Cristóbal y Nieves.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Carvajal (2017) y CEPAL (2022a).

## Consideraciones para la integración de las agendas en la ruta hacia el desarrollo sostenible

Desde el punto de vista de la toma de decisiones, la búsqueda del desarrollo sostenible requiere que las opciones de política procuren un balance entre las agendas del crecimiento económico, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental. En la consecución conjunta de estas agendas interconectadas pueden aparecer complementariedades y tensiones que es necesario manejar. Por ejemplo, si una planta que produce energía con combustibles fósiles además genera contaminantes locales, su reemplazo por energías renovables no solo permite reducir las emisiones, contribuyendo a la agenda de sostenibilidad, sino que también ayuda a mejorar la salud de las poblaciones cercanas, favoreciendo una mayor inclusión. Sin embargo, si los trabajadores de la planta que genera energía fósil no son fácilmente formados en nuevas capacidades para ocuparse en la nueva planta, aparecerán ganadores y perdedores, cuyo bienestar debe ser tenido en cuenta al evaluar la política. De la misma forma, si se deforesta una superficie de bosque para cultivar la tierra y producir alimentos, puede aparecer una tensión entre los servicios ecosistémicos de regulación y la conservación de la biodiversidad, por una parte, y la producción de alimentos, por otra. En el caso de la explotación minera, por ejemplo, pueden surgir tensiones entre el aprovechamiento de oportunidades económicas y los posibles impactos medioambientales y en las comunidades locales.

Asimismo, es importante tener presente que estas complementariedades o tensiones en la consecución de objetivos interconectados están moldeadas por el estado actual de la tecnología. Por ejemplo, el hecho de que la energía que se requiere para satisfacer las necesidades humanas asociadas al proceso de desarrollo económico provenga de la quema

de combustibles fósiles ha generado una tensión entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental. Esta tensión puede desaparecer, y, de hecho, todo indica que así ocurrirá en un horizonte no muy lejano, si los avances tecnológicos hacen que las fuentes limpias de generación de energía sean económicamente más rentables. El avance de estas tecnologías permitiría que la tensión entre crecimiento económico y emisiones sea menor (ver el recuadro 5.3).



**Un criterio importante para determinar el portafolio de políticas más adecuado es el análisis de los costos y beneficios. Las políticas también ser viables políticamente y considerar efectos distributivos**

En definitiva, la integración de la política climática en la agenda de desarrollo requiere tomar decisiones sobre el uso de recursos escasos para el logro de múltiples objetivos. Un criterio importante para determinar el portafolio de políticas más adecuado es el análisis de los costos y beneficios, pero no es el único. Las decisiones de política también deben tener suficiente apoyo social para ser políticamente viables y considerar sus impactos distributivos para garantizar que sean justas<sup>12</sup>.

12 Fabra y Reguant (2023) ofrecen una excelente discusión conceptual sobre los aspectos a considerar en la definición de un portafolio óptimo de políticas climáticas, aplicada al caso de la transición energética en Europa.



### Recuadro 5.3

#### La relación entre crecimiento económico y emisiones de GEI

La disociación entre la evolución de las emisiones de GEI y el desempeño económico (conocido como *de-coupling* en inglés) tiene lugar cuando las emisiones de un país o región tienen un incremento menor que su PIB, según la definición de Hubacek et al. (2021). Estos autores analizan 116 países en el período 2015-2018 y encuentran que en 32 de ellos las emisiones disminuyeron o se mantuvieron constantes, mientras que el PIB aumentó (disociación absoluta). A su vez, 41 tuvieron un incremento menor a su PIB (disociación relativa). Los países incluidos en alguna de estas dos categorías acumulan el 89 % de las emisiones globales. Por otro lado, 36 países no experimentaron ninguna disociación y otros 6 pasaron por recesiones económicas en el período analizado, por lo que fueron excluidos del análisis.

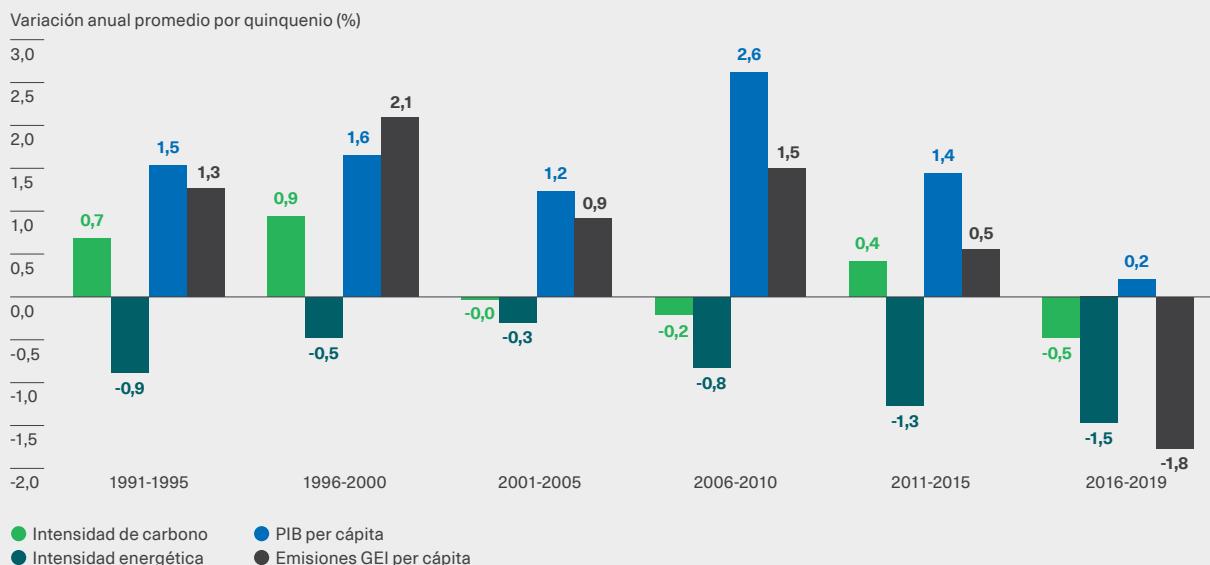
Una forma de acercarse a los motores del crecimiento de las emisiones es la identidad de Kaya (Kaya y Yokobori, 1997). Esta es una expresión matemática que descompone las emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> en tres componentes, de acuerdo con la ecuación 1.

$$\Delta \frac{\text{Emisiones}}{\text{Población}} = \Delta \underbrace{\frac{\text{Emisiones}}{\text{Consumo de energía}}}_{\text{Intensidad de carbono}} + \Delta \underbrace{\frac{\text{Consumo de energía}}{\text{PIB}}}_{\text{Intensidad energética}} + \Delta \underbrace{\frac{\text{PIB}}{\text{Población}}}_{\text{PIB per cápita}} \quad (1)$$

El gráfico 1 muestra que las emisiones per cápita de América Latina y el Caribe han disminuido en el período 2016-2019. En particular, se resalta que la intensidad de carbono y la intensidad energética han sido componentes que colaboraron en la disminución de las emisiones per cápita desde 2015. Sin embargo, esto ocurrió en un período en el cual el PIB per cápita de la región permaneció estancado.

### Gráfico 1

Variación anual promedio por quinquenio de los componentes de la identidad de Kaya para América Latina y el Caribe



**Nota:** El gráfico muestra la variación anual promedio por quinquenio de los componentes de la identidad de Kaya y la variación total de las emisiones per cápita. El PIB per cápita se encuentra en dólares constantes y ajustados por paridad de poder adquisitivo. La lista de países considerados en el gráfico puede consultarse en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de AIE (2021a), Banco Mundial (2023b) y Minx et al. (2021).

# Descarbonización de la economía global: avances, proyecciones e impactos

La economía mundial está experimentando un proceso de transición dirigido a descarbonizar la matriz energética y aumentar la eficiencia energética. Como podría esperarse, este proceso ha avanzado con mayor velocidad en los países desarrollados. Estos países son los responsables de la mayor cantidad de emisiones históricas de CO<sub>2</sub>, tienen una estructura de emisiones de GEI con mayor peso de los combustibles fósiles y cuentan con los mayores recursos para financiar las cuantiosas inversiones que esta transición requiere.

La transición energética mundial va a tener un impacto profundo en las economías de América Latina y el Caribe, tanto en el sector energético como en otros sectores de la economía. El avance de la descarbonización en el mundo desarrollado implica cambios en la demanda global de hidrocarburos y en los precios y la factibilidad tecnológica de las fuentes renovables de energía y de los bienes que funcionan a base de electricidad. Además, conlleva potenciales restricciones al comercio internacional. Asimismo, es de esperar que aumente la demanda de bienes y servicios necesarios para la transición energética, algunos de los cuales pueden ser de especial relevancia para la región (por ejemplo, los minerales críticos y los mercados de compensación de carbono).



## La transición energética mundial va a tener un impacto profundo en las economías de América Latina y el Caribe

A diferencia de las transiciones energéticas anteriores (por ejemplo, la sustitución del carbón por el petróleo como fuente de energía dominante), el origen de la transición actual no se explica por mejoras tecnológicas que impulsan a los hogares y empresas a utilizar una nueva fuente de energía más barata o conveniente. En cambio, esta transición comenzó como resultado de la necesidad de disminuir el uso de combustibles fósiles por su impacto en el cambio climático, en un contexto en el cual las fuentes de

energía emergentes, las renovables, no eran todavía una alternativa competitiva. Por lo tanto, la transición energética ha sido impulsada mediante políticas que han requerido de recursos fiscales sustanciales y la implementación de iniciativas para promover la adopción de las fuentes renovables. Estas políticas han repercutido en precios más altos de la energía, particularmente al inicio de la transición (ver el recuadro 5.4).

El impulso a la electrificación y al uso de fuentes renovables ha contribuido a la formación de un círculo virtuoso en el cual la adopción y desarrollo tecnológico se refuerzan mutuamente, gracias a las economías de aprendizaje y de escala. Como consecuencia, los costos y la factibilidad tecnológica de las principales fuentes de energía renovable y de los bienes que utilizan electricidad para funcionar y se han equiparado o se espera que lo hagan en los próximos años con los de las energías fósiles.

No obstante, el monto de las inversiones necesarias para lograr la transición energética en el mundo es todavía mayúsculo. La Agencia Internacional de la Energía (AIE) estima que la inversión anual en el sector energético requerida para lograr que el mundo alcance emisiones netas cero en 2050 se encuentra entre los USD 4500 billones y los USD 5000 billones (AIE, 2021c). Otros estudios sitúan este monto entre los USD 3000 billones y los USD 6000 billones anuales (BNEF, 2021; IRENA, 2022). En el periodo 2016-2020, en el cual ya se observa un aumento con respecto al pasado, la inversión anual en el sector energético en el mundo fue de alrededor de USD 2000 billones o el 2,5 % del PIB mundial (AIE, 2021c). Estos montos incluyen los costos de construcción de infraestructura nueva y de descarbonización de la infraestructura actual, pero no contemplan otros costos relevantes asociados a la transición energética, como los de los activos varados, las pérdidas de empleo en los sectores intensivos en carbono y los precios más altos de la energía para los consumidores.

## Recuadro 5.4

### Lecciones de la transición energética en Alemania

Alemania es un país pionero en la transición energética, con la implementación desde el año 2010 de una reforma, conocida como *Energiewende*, dirigida a transitar de un sistema energético basado en los combustibles fósiles y la energía nuclear a uno basado en fuentes de energía renovables. Para ello, la *Energiewende* se planteó el cierre progresivo de las centrales nucleares y la implementación de programas de incentivos económicos para aumentar al 50 % la participación de las fuentes de energía renovables en la matriz eléctrica para 2030 (recientemente actualizado al 80 %).

Como resultado de la reforma, Alemania se convirtió en un líder mundial en el desarrollo y adopción de tecnologías de energías renovables, las cuales pasaron de abastecer el 3 % de la demanda de electricidad en 1990 al 42 % en 2021 (Agora *Energiewende*, 2022). Sin embargo, la transición ha sido costosa. Las estimaciones del apoyo financiero requerido desde su implementación hasta 2030 (incluyendo energías renovables y costos de expansión de la red, entre otros) oscilan entre los EUR 600.000 millones y EUR 700.000 millones solo para el sector eléctrico (excluyendo de los cálculos el financiamiento necesario para la transformación de los sectores de edificios y transporte) (Unnerstall, 2017). Para financiar la transición, los hogares y empresas de Alemania pagan algunas de las tarifas eléctricas más altas de los países de la OCDE, lo cual ha contribuido a la creciente oposición de la sociedad alemana a la reforma. Además, el cierre de las centrales nucleares provocó eventualmente un aumento en el uso de combustibles fósiles.

La experiencia del *Energiewende* se suele utilizar como un ejemplo desalentador de la transición energética. Sin embargo, un estudio reciente estima que el 75 % de los costos incurridos se deben a dos particularidades de esta reforma que otros países pueden evitar (Unnerstall, 2017). Primero, el cierre de las centrales nucleares ejerció una gran presión sobre el sistema energético, lo que subraya la importancia de no disminuir la oferta de otras fuentes de energía antes de que las energías renovables tengan la capacidad instalada necesaria. Segundo, Alemania expandió masivamente las energías renovables cuando aún eran muy caras, pagando una factura alta por hacerlo, pero contribuyendo al avance tecnológico y la disminución de costos de estas fuentes de energía. En cierto modo, la *Energiewende* subvencionó la energía renovable a bajo costo para el resto del mundo.

## Electrificación y fuentes renovables de energía

La electrificación de la matriz energética en el mundo es un proceso en marcha. Como se reporta en el gráfico 5.4, la contribución de la electricidad al consumo mundial de energía aumentó del 9 % al 20 % entre 1971 y 2020. Este aumento se dio en un contexto de crecimiento de la demanda de energía, por lo que la cantidad de electricidad consumida se quintuplicó durante este periodo. A futuro, se espera que la electrificación continúe, aunque la velocidad con que lo haga dependerá mucho del curso de las políticas climáticas. Luego de presentar la evolución histórica del consumo energético en el panel A, el gráfico 5.4

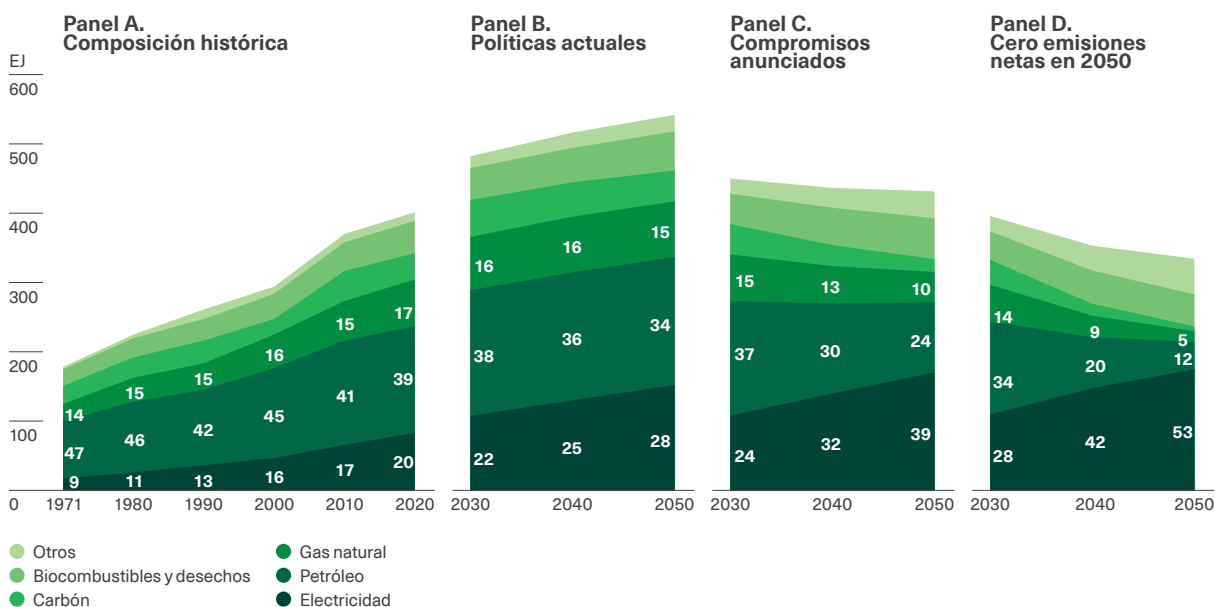
muestra tres proyecciones elaboradas por la AIE (2022d). En el escenario en el cual se mantienen las políticas climáticas actuales (panel B), el 28 % de la energía consumida en el año 2050 sería electricidad. En un escenario en el cual los países cumplen con las metas que han anunciado en términos de cambio climático y transición energética (panel C), la participación de la electricidad en el consumo energético en 2050 alcanzaría el 39 %. Finalmente, en un escenario de políticas compatibles con alcanzar el objetivo de emisiones cero en 2050, la participación de la electricidad debería ascender al 53 % (panel D). En todos los

casos, se espera un aumento significativo del consumo global de electricidad para el año 2050 (de entre el 84 % y el 115 % con respecto al de 2020), impulsado principalmente por el crecimiento económico en los países en desarrollo y moderado por mejoras esperadas en la eficiencia del consumo eléctrico.



**A futuro, se espera que la electrificación continúe, aunque la velocidad con que lo haga dependerá mucho del curso de las políticas climáticas**

**Gráfico 5.4**  
Consumo final de energía en el mundo



**Nota:** El escenario de políticas actuales (*stated policies scenario* o STEPS) muestra la trayectoria que dichas políticas implican. El escenario de compromisos anunciados (*announced pledges scenario* o APS) asume que todos los objetivos declarados por los gobiernos se cumplen por completo y en los plazos previstos, incluyendo sus objetivos de acceso a la energía y de cero emisiones a largo plazo. El escenario de cero emisiones netas en 2050 (*net zero emissions by 2050* o NZE) traza el camino a seguir para lograr la estabilización del aumento de la temperatura mundial en 1,5°C y el acceso universal a la electricidad y sistemas modernos de energía para 2030. Las etiquetas señalan la participación con relación al total en el año de cambio de década.

**Fuente:** Elaboración propia con base en AIE (2022d; 2022e).

La electricidad se produce principalmente a partir de combustibles fósiles y fuentes renovables. La descarbonización de la matriz eléctrica implica sustituir el uso de combustibles fósiles, sobre todo petróleo y carbón, por fuentes renovables de energía no contaminantes. En este proceso, hay avances claros. Como se puede observar en el gráfico 5.5, la cantidad de electricidad generada con fuentes renovables

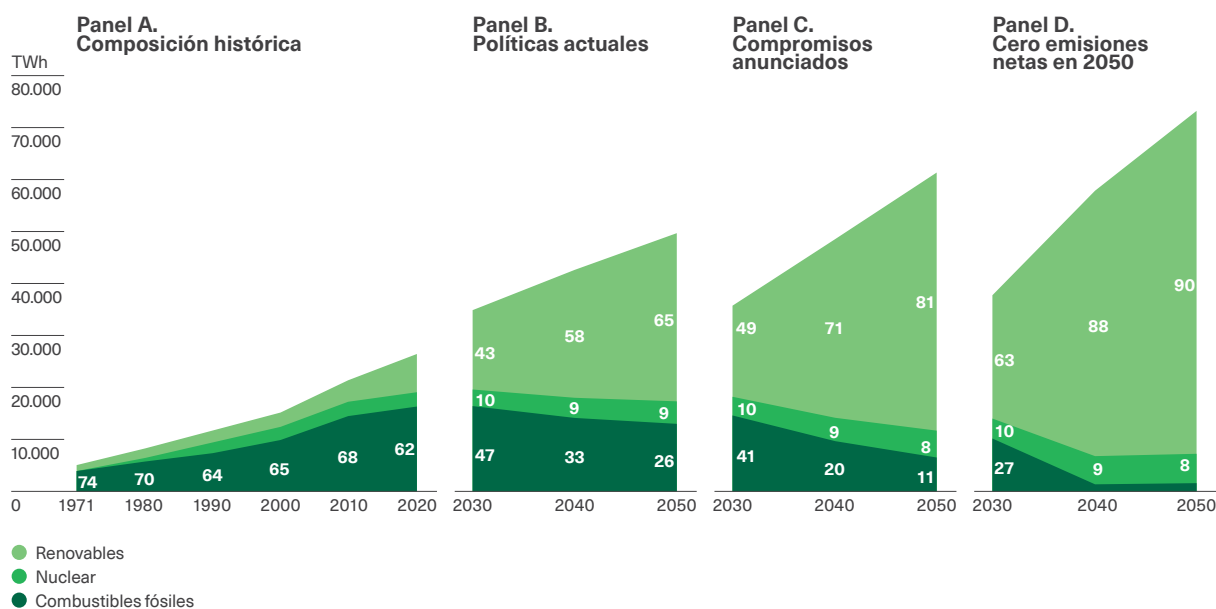
aumentó considerablemente (en un 503 %) entre 1971 y 2020. La expansión de las fuentes renovables se aceleró durante las últimas dos décadas, gracias al desarrollo de las energías solar y eólica (AIE, 2022b; 2022c). El gráfico muestra también las proyecciones de generación eléctrica de la AIE por fuente, usando los mismos escenarios que en el gráfico 5.4. En el escenario en el cual se mantienen las políticas

climáticas actuales, el 65 % de la electricidad generada en 2050 provendría de fuentes renovables de energía, un aumento de 37 puntos porcentuales con respecto a 2020. Si se cumplen las metas climáticas ya anunciadas por los países, la participación de las fuentes renovables de energía alcanzaría el 81 % en 2050 y en un escenario de políticas compatibles con el objetivo de emisiones cero en 2050 llegaría al 90 %. Si bien hay diferencias entre escenarios, en todos los casos se espera un crecimiento notable en la generación de electricidad por fuentes renovables, impulsado por la caída esperada en los costos de estas fuentes de energía.

La mayor reducción en los costos de las fuentes renovables se ha dado en la energía solar fotovoltaica,

cuyo costo unitario disminuyó en alrededor de un 85 % entre el año 2000 y 2018 (ver el capítulo 2). Para 2030, se espera que el costo unitario de la energía eólica disminuya entre un 20 % y un 25 % y el de la solar, entre un 40 % y un 55 %. Según las proyecciones, el costo de la energía eólica luego se estabilizaría, mientras que el de la solar continuaría bajando hasta alcanzar en 2050 un 75 % menos con respecto al de 2019, aunque hay mucha incertidumbre sobre estos escenarios (BP, 2022). Es importante notar, sin embargo, la importancia de los mayores costos de financiamiento existentes en los países en desarrollo. Algunas estimaciones indican que el costo del capital necesario para construir una planta solar fotovoltaica en un país en desarrollo es entre dos y tres veces más alto que en los países desarrollados (AIE, 2022d).

**Gráfico 5.5**  
Generación total de electricidad en el mundo



**Nota:** El escenario de políticas actuales (*stated policies scenario* o STEPS) muestra la trayectoria que dichas políticas implican. El escenario de compromisos anunciados (*announced pledges scenario* o APS) asume que todos los objetivos declarados por los gobiernos se cumplen por completo y en los plazos previstos, incluyendo sus objetivos de acceso a la energía y de cero emisiones a largo plazo. El escenario de cero emisiones netas en 2050 (*net zero emissions by 2050* o NZE) traza el camino a seguir para lograr la estabilización del aumento de la temperatura mundial en 1,5°C y el acceso universal a la electricidad y a sistemas modernos de energía para 2030. Las etiquetas señalan la participación con relación al total en el año de cambio de década.

**Fuente:** Elaboración propia con base en AIE (2022d; 2022e).



La expansión de las fuentes renovables de energía en el mundo enfrenta todavía desafíos importantes, principalmente en cuanto a transporte e intermitencia. El costo de transportar electricidad es considerablemente mayor que el de los hidrocarburos. Esto se debe a la menor capacidad de carga de energía de las líneas de transmisión eléctrica en comparación con el transporte de combustibles gaseosos y líquidos vía ductos. El costo de la transmisión eléctrica de un megavatio hora (MWh) de energía puede ser hasta 8 veces mayor que el costo de entregar la misma cantidad de energía vía hidrógeno transportado en ductos, 11 veces más que el transporte de gas natural y entre 20 y 25 veces mayor que el de los combustibles líquidos (DeSantis et al., 2021; Hausmann, 2021).

El transporte de electricidad requiere de la disponibilidad de redes de transmisión de alta tensión que vinculen los centros de generación con los sitios de consumo. Esto es relevante porque los lugares con mayor potencial para la generación de energía con fuentes renovables suelen estar alejados de los principales centros poblacionales. El problema es que la construcción de estas redes es costosa y suele encontrar oposición social, particularmente cuando hay zonas habitadas en las cercanías, como lo muestra la experiencia de los países desarrollados. Por ejemplo, en Estados Unidos se han pospuesto o cancelado 53 proyectos de construcción de centros de generación de energías renovables desde el año 2008 debido a la oposición de grupos locales (Susskind et al., 2022). Si bien las causas varían, las preocupaciones de la población por los potenciales efectos negativos en la salud y en el precio de las propiedades parecen ser predominantes (Komendantova y Battaglini, 2016; Cain y Nelson, 2013; Cotton y Devine-Wright, 2013).



## La expansión de las fuentes renovables de energía en el mundo enfrenta todavía desafíos importantes, principalmente en cuanto a transporte e intermitencia

Los problemas de intermitencia de las fuentes renovables de energía, como la eólica y la solar, se deben a que su disponibilidad varía según las condiciones climáticas y no según la demanda. La intermitencia es costosa porque aumenta la probabilidad de no utilizar electricidad generada durante los picos de oferta y obliga a los sistemas eléctricos a invertir en una mayor capacidad de respaldo e interconexión para gestionar los picos de demanda. El reto de la intermitencia es mayor debido a la ausencia actual de tecnologías de almacenamiento de electricidad a gran escala con viabilidad técnica y económica.

La importancia de estos dos factores se manifiesta en un estudio reciente que evalúa una de las principales políticas implementadas en Estados Unidos —llamada Estándares de Portafolios Renovables— para la promoción de las energías renovables (Greenstone y Nath, 2020). Esta política, gestionada a nivel estatal, obliga a las compañías eléctricas a que una proporción de la electricidad que generan provenga de fuentes renovables. Los autores encuentran un aumento promedio del 11 % en los precios de la electricidad tras siete años de implementación de la política, debido principalmente a los mayores costos de transmisión e intermitencia. Por el lado positivo, observan una disminución de entre el 10 % y el 25 % en las emisiones de carbono.

## Demanda de hidrocarburos en el largo plazo

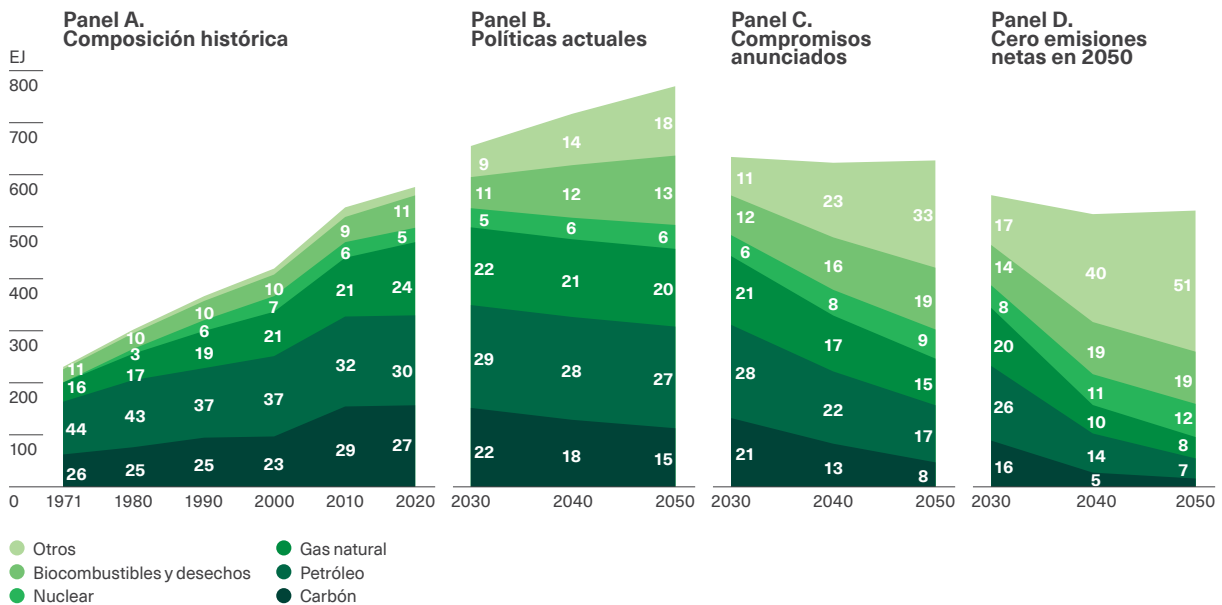
La transición energética implica el abandono progresivo de los combustibles fósiles como una fuente de energía significativa a nivel global, con el carbón y el petróleo en primera instancia, dado el menor nivel de emisiones del gas natural. Esto marca un contraste con respecto a la transición energética previa, en la cual el petróleo desplazó al carbón como la fuente dominante, pero sin que disminuyera el uso de este último, que, por el contrario, aumentó debido a la creciente demanda de energía a nivel mundial (Bhutada, 2022).

Para analizar la evolución en el uso de hidrocarburos es conveniente observar la matriz energética desagregada de acuerdo a las fuentes primarias de energía, ya que una parte de los hidrocarburos y sus derivados se usa directamente, mientras que otra se utiliza para generar electricidad. Como se reporta en el gráfico 5.6, el uso de hidrocarburos en el mundo aumentó el 135 % durante los últimos 50 años; el uso del gas aumentó el 274 %, el del carbón el 162 % y el del petróleo el 69 %. Durante ese periodo, la contribución

del gas a la oferta mundial de energía aumentó del 16 % al 24 %, la del carbón se mantuvo relativamente estable (pasó del 26 % al 27 %) y la del petróleo disminuyó del 44 % al 30 % (como resultado de su menor crecimiento con respecto a otras fuentes de energía). A futuro, los tres escenarios analizados por la AIE contemplan una reducción en la contribución del petróleo, el carbón y el gas natural a la oferta mundial de energía entre 2020 y 2050, pero no necesariamente de su uso en términos absolutos. El escenario de continuación de las políticas actuales prevé un crecimiento en el uso del petróleo y del gas (el 14 % y el 7 %, respectivamente) y una caída sustancial en el del carbón (del 28 %). El cumplimiento de los escenarios de compromisos anunciados y de emisiones netas cero en 2050 requiere de la disminución en el uso de estos tres hidrocarburos, con descensos más pronunciados en el segundo escenario.

¿Cuál podría ser la evolución del precio del petróleo en el largo plazo? La respuesta depende del escenario esperado. Por ejemplo, en el escenario de continuidad ya mencionado, el precio proyectado del barril de petróleo para 2050 llegaría a USD 95 en términos reales (como referencia, el precio en 2021 fue de USD 69 y en 2010 de USD 96). En cambio, en el escenario de cumplimiento de las metas anunciadas, el precio del barril de petróleo sería de USD 60 en 2050 y en el de emisiones netas cero en 2050, de USD 24 (y de USD 35 tan pronto como 2030) (AIE, 2022e). Estas dos últimas proyecciones de la AIE asumen la existencia de una disminución en la oferta de petróleo aparejada con un crecimiento de magnitud similar en la oferta de renovables. De no darse lo segundo, se podría presentar un escenario de precios altos y una menor oferta de petróleo (debido a impuestos al carbono y restricciones a la oferta) por un periodo sostenido.

**Gráfico 5.6**  
Oferta total de energía en el mundo



**Nota:** El escenario de políticas actuales (*stated policies scenario* o STEPS) muestra la trayectoria que dichas políticas implican. El escenario de compromisos anunciados (*announced pledges scenario* o APS) asume que todos los objetivos declarados por los gobiernos se cumplen por completo y en los plazos previstos, incluyendo sus objetivos de acceso a la energía y de cero emisiones a largo plazo. El escenario de cero emisiones netas en 2050 (*net zero emissions by 2050* o NZE) traza el camino a seguir para lograr la estabilización del aumento de la temperatura mundial en 1,5°C y el acceso universal a la electricidad y sistemas modernos de energía para 2030. Las etiquetas señalan la participación con relación al total en el año de cambio de década.

**Fuente:** Elaboración propia con base en AIE (2021e; 2022d).



## Efectos en otros sectores de la economía

El desfase en el avance de la transición energética entre el mundo desarrollado y otras regiones podría generar tensiones en el comercio internacional (ver el capítulo 4). Los países con precios al carbono más altos pueden introducir aranceles o restricciones a las importaciones para contrarrestar las consecuencias de esas diferencias de precios en la competitividad de sus empresas (Blanchard et al., 2022). Bajo el argumento de reducir las emisiones a nivel global, la Unión Europea (UE) aprobó en mayo de 2023 la implementación del Mecanismo de Ajuste en la Frontera de Carbono (CBAM, por sus siglas en inglés), el cual estipula el pago de un monto por la importación de bienes a la UE equivalente al que tendría que haberse pagado por emisiones de GEI si esos bienes se hubiesen producido en sus países miembro. Esta no es la única instancia en la cual las políticas medioambientales de los países desarrollados pueden influir en el comercio internacional. A principios de 2023, la UE aprobó una regulación, llamada *Deforestation-Free Products*, que busca prohibir la importación de productos agropecuarios y forestales que provengan de áreas deforestadas. Los productos afectados serían el aceite de palma, el ganado, la soja, el café, el cacao, la madera, el caucho y los derivados de esos productos (Comisión Europea, 2022a).

Además, la transición energética en el mundo implica aumentos en la demanda de bienes y servicios afectados por este proceso. Entre estos, se destacan, por su importancia para la región, los minerales críticos y los créditos para la compensación de emisiones de carbono.

Los minerales críticos son necesarios para la generación de electricidad baja en emisiones, la construcción de redes eléctricas y la elaboración de baterías de litio que almacenan energía. Los cinco materiales clave para la elaboración de esas baterías son el litio, el níquel, el cobalto, el grafito y el manganeso. El litio es el metal más importante para los vehículos eléctricos y no tiene en la actualidad un

sustituto comercial viable. En un escenario consistente con el cumplimiento de las metas del Acuerdo de París, la demanda de litio se multiplicaría por 40 para 2040, mientras que la de níquel, cobalto y grafito aumentaría entre 20 y 25 veces (AIE, 2021d). Por su parte, el cobre y el aluminio constituyen insumos críticos para las redes eléctricas (son el principal material para la elaboración de cables y alambres). Además, el primero se utiliza ampliamente en los sistemas de generación de energías renovables (por ser un conductor altamente eficiente). Cumplir con las metas del Acuerdo de París llevaría a un aumento de alrededor del 160 % de la demanda de cobre para 2040 (AIE, 2023).



### **La transición energética en el mundo implica aumentos en la demanda de bienes y servicios afectados por este proceso, como los minerales críticos y los créditos para la compensación de emisiones de carbono**

Los precios de carbono elevados y la decisión de las empresas de adoptar políticas corporativas en favor del medio ambiente pueden contribuir al desarrollo de la demanda de créditos para la compensación de emisiones de GEI (capítulo 4). La formación de mercados internacionales de carbono permitiría a las empresas en países desarrollados con costos altos de mitigación adquirir créditos de compensación en países en desarrollo, mediante el financiamiento de proyectos que generalmente involucran la adopción de fuentes renovables de energía y la preservación y regeneración de bosques (García y García, 2023). La evolución de estos mercados requiere construir una gobernanza robusta que garantice la integridad, transparencia y adicionalidad de los proyectos que se emprendan en este ámbito.

# Retos y oportunidades para América Latina y el Caribe frente a la crisis climática

La adaptación a los riesgos del cambio climático, la reducción de las emisiones de GEI y la preservación del capital natural de la región plantean importantes

retos para las economías de la región y la asignación prioritaria de sus recursos, aunque también pueden abrir y acelerar valiosas oportunidades.

## Acelerar la adaptación frente al cambio climático

La alta exposición y vulnerabilidad frente a las amenazas climáticas en América Latina y el Caribe ubica a las políticas de adaptación en el tope de las prioridades. Los riesgos del cambio climático para la población y los ecosistemas son numerosos y de muy variada naturaleza. Como muestra el capítulo 1, más de 7 millones de personas se ven afectadas cada año por eventos extremos relacionados con el clima, como ciclones tropicales, inundaciones, sequías y olas de calor.

Las inundaciones y las sequías prolongadas tienen altos costos para las economías y los ecosistemas. En el caso de las ciudades, la deficiente infraestructura urbana en muchos casos no evita que las lluvias abundantes y el desborde de los ríos causen daños considerables. Un caso extremo de vulnerabilidad en las ciudades son los asentamientos informales —donde vive la cuarta parte de la población urbana de la región—, generalmente ubicados en terrenos inundables o proclives a deslaves.

Por otro lado, cerca de 45 millones de personas (el 7 % de la población de la región) residen en zonas de baja elevación y están expuestas a inundaciones por marejadas y tormentas severas. La población que vive en zonas de baja elevación ronda el 12 % del total en el Caribe y llega al extremo del 90 % en Bahamas, Guyana y Surinam. En el Caribe, los ciclones tropicales suelen ser catastróficos, afectando poblaciones enteras y dejando secuelas en la infraestructura, los medios de producción y las cuentas públicas durante muchos años.

El calor extremo es cada vez más frecuente e intenso (en la última década, seis de cada diez ciudades de la región tuvieron olas de calor y cerca de la mitad de estas fueron severas), poniendo en riesgo la vida de los grupos más vulnerables, como los ancianos, los niños y las personas con enfermedades crónicas, y afectando la productividad laboral en sectores como la agricultura y la construcción.



**En el Caribe, los ciclones tropicales suelen ser catastróficos, afectando poblaciones enteras y dejando secuelas en la infraestructura, los medios de producción y las cuentas públicas durante muchos años**

Las mayores temperaturas, los cambios en los patrones de precipitación y el aumento de la aridez del suelo reducen la productividad del sector agrícola, que en gran medida depende del agua de lluvia para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos. Este panorama, por un lado, constituye una amenaza para el potencial de crecimiento de la región, que es el mayor exportador neto de alimentos del mundo; por otro, pone en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional de la población, especialmente en zonas rurales de Centroamérica y el Caribe donde predomina la agricultura familiar de autoconsumo. También pone en jaque a los recursos hídricos de la región, afectando a la agricultura, la generación hidroeléctrica y el consumo humano.

## Impactos desiguales del cambio climático

La urgencia de la adaptación se justifica aún más si se considera que el cambio climático puede exacerbar las inequidades existentes en una región de por sí muy desigual. Por un lado, la exposición a las amenazas climáticas puede ser consecuencia de privaciones socioeconómicas; este es el caso de los hogares que habitan terrenos inundables o desprovistos de servicios básicos por carecer de los recursos para afrontar los costos de moverse a lugares más seguros o con mejores infraestructuras (Baldauf et al., 2020).



### **La pobreza, la falta de acceso a servicios básicos, como agua y saneamiento, o a servicios de salud y otras carencias del desarrollo se asocian con menores capacidades para hacer frente a las amenazas climáticas y adaptarse a ellas**

Por otro lado, la pobreza, la falta de acceso a servicios básicos, como agua y saneamiento, o a servicios de salud y otras carencias del desarrollo se asocian con menores capacidades para hacer frente a las amenazas climáticas y adaptarse a ellas (Gu, 2019; Hallegatte et al., 2016). En otras palabras, la vulnerabilidad socioeconómica se traduce en vulnerabilidad climática, generando un círculo que puede convertirse en vicioso si no se rompe con las medidas de adaptación necesarias. La vulnerabilidad puede ser particularmente alta en algunos grupos socioeconómicos y demográficos, como las mujeres, los niños y los ancianos, las minorías étnicas y religiosas o las comunidades indígenas. El género es una de las dimensiones que ha recibido abundante atención en la literatura sobre los impactos del cambio climático y las políticas para hacerle frente (ver el recuadro 5.5).

Una estimación de cómo el cambio climático puede exacerbar las vulnerabilidades existentes viene dada por el estudio de Jafino et al. (2020). Estos autores encuentran que, en ausencia de medidas de adaptación, el cambio climático podría hacer que entre 2,4 millones y 5,8 millones de personas de América Latina y el Caribe caigan en la pobreza extrema para 2030. En este sentido, focalizar las políticas de adaptación en la población más vulnerable, que ha contribuido poco a generar el calentamiento global, es un componente de justicia climática.

## Radiografía de la adaptación y medición de su impacto

La medición del progreso y los impactos alcanzados en materia de adaptación se enfrenta con la dificultad de contar con información sistemática y comprehensiva de los proyectos de adaptación implementados. La multiplicidad de alternativas de adaptación, los contextos específicos en los que tiene lugar y la falta de consenso sobre lo que constituye una política de adaptación (y cómo se diferencia de las políticas que atienden vulnerabilidades socioeconómicas características de la falta de desarrollo) son algunos de los obstáculos para definir una métrica que permita valorar los avances en materia de adaptación.

Un esfuerzo valioso en esta dirección lo constituye la iniciativa global de cartografía de la adaptación al cambio climático (Global Adaptation Mapping Initiative) (Berrang-Ford et al., 2021). A partir de más de 48.000 artículos académicos publicados en el período 2013-2019 referidos a iniciativas climáticas, se seleccionaron 1682 estudios que cumplían con el requisito de referirse a acciones de adaptación que efectivamente se implementaron.

## **Recuadro 5.5**

### **Impactos diferenciales del cambio climático sobre las mujeres y política climática con enfoque de género**

Existe una amplia literatura que muestra que el cambio climático afecta desproporcionadamente a las mujeres (Casas Varez, 2017; Chitiga-Mabugu et al., 2023; Schipper et al., 2022). En ausencia de políticas de adaptación con enfoque de género, el cambio climático podría exacerbar las brechas de género existentes.

La mayor vulnerabilidad de las mujeres deriva en parte de su sobrerrepresentación dentro de la población en situación de pobreza y del hecho de que la pobreza es uno de los determinantes principales de la exposición y vulnerabilidad frente a las amenazas del clima. También se asocia con normas culturales que determinan roles de género en la sociedad que son afectados de diferente manera por el cambio climático. Por ejemplo, un caso de estudio en comunidades rurales de Bolivia muestra que las inundaciones y sequías, al afectar los suministros de agua potable, menoscaban la productividad y la salud de las mujeres, que son las encargadas de su recolección (al aumentar el tiempo y el esfuerzo físico requerido) (Ashwill et al., 2011). Otro estudio para países del Caribe muestra que los desplazamientos por eventos meteorológicos extremos y la migración por motivos climáticos afectan desproporcionadamente a las mujeres y las niñas, debido a que en estas situaciones se refuerzan y perpetúan los roles de género preexistentes (Bleeker et al., 2021).

Los roles de género también pueden limitar las estrategias de adaptación al alcance de las mujeres. Un estudio para Perú muestra que las mujeres (al igual que las personas de habla quechua y migrantes) están subrepresentadas en las comisiones de irrigación de las comunidades, que es dónde se define la estrategia de adaptación comunitaria ante la menor disponibilidad de agua resultante del retroceso de los glaciares (Erwin et al., 2021).

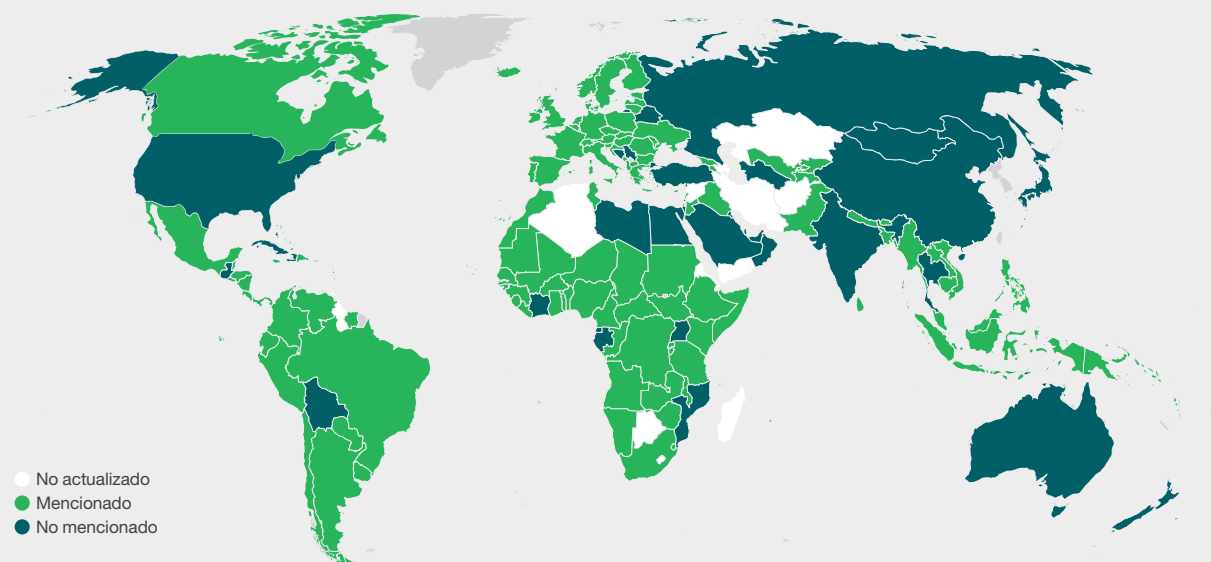
Esos efectos diferenciales sobre las mujeres justifican la inclusión del enfoque de género en las políticas climáticas. Un primer paso en esta dirección es la consideración de la dimensión de género en las CDN. América Latina y el Caribe es una de las regiones líderes en este proceso, como se muestra en el gráfico 1.

Recientemente, la consideración del género en las CDN ha evolucionado desde la caracterización de las mujeres como grupo vulnerable a su inclusión como agentes de cambio (UICN, 2021). Dos hitos importantes en este sentido fueron la aprobación del Primer Plan de Acción de Género (2017) y el Segundo Plan de Acción de Género (2019) en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Además de la consideración del género en las CDN, algunos países de América Latina y el Caribe han comenzado a desarrollar acciones normativas ambientales con enfoque de género. Entre ellas destacan la incorporación de aspectos referidos al cambio climático en los Planes de Igualdad de Género, la elaboración de Planes de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC) de índole nacional y subnacional, y la inclusión de consideraciones de género y cambio climático en las políticas, planes, estrategias y comunicaciones (Aguilar Revelo, 2022).

## Gráfico 1

### Inclusión del enfoque de género en las CDN



**Nota:** El gráfico indica si los respectivos países mencionan cuestiones de género en sus CDN más recientes. La etiqueta "no actualizado" identifica a los países que no han actualizado sus CDN en los últimos cinco años. En ALC los únicos países que no han actualizado sus CDN en los últimos cinco años son Guayana, San Vicente y las Granadinas, y Trinidad y Tobago.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Climate Watch (2023) y WEDO (2023).

El gráfico 5.7 muestra la distribución de estas iniciativas por región y sector de actividad<sup>13</sup>. Como se observa, los países de América Central y del Sur apenas representan el 5 % del total de respuestas de adaptación analizadas, mientras que los pequeños estados insulares, entre los que se encuentran las islas del Caribe, representan el 6 %. Ambos porcentajes parecen bajos si se comparan con los correspondientes a otras regiones, como Asia (33 %) y África (33 %). Por lo tanto, un primer resultado a destacar es que, según esta medida de avance de

la adaptación, los países de la región están relativamente subrepresentados en las respuestas documentadas.

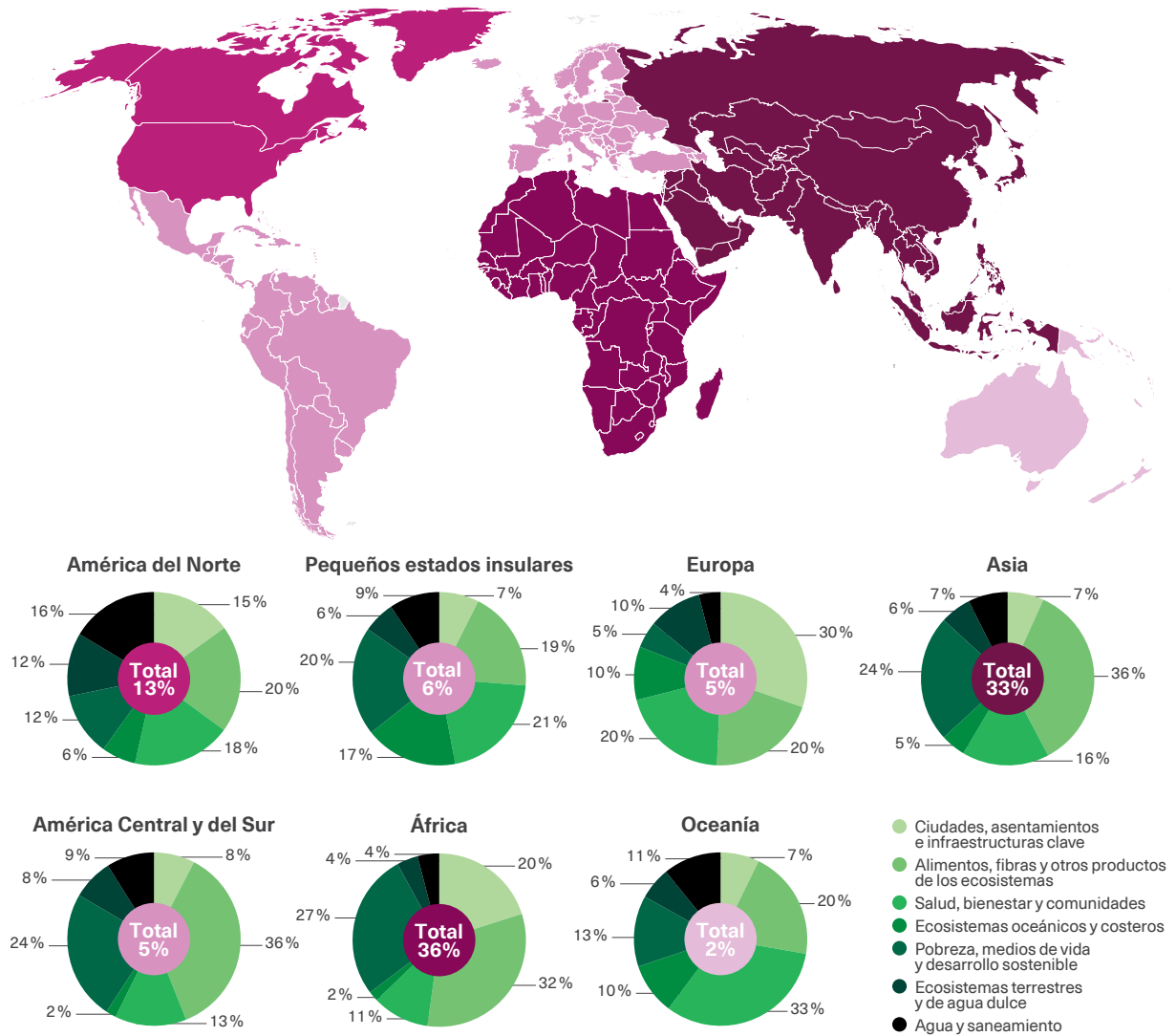
Las categorías que concentran la mayor parte de las respuestas de adaptación en América Central y del Sur son las de alimentos, fibras y otros productos de los ecosistemas (36 %), pobreza, medios de vida y desarrollo sostenible (24 %), y salud y bienestar de las comunidades (13 %). Esta composición sectorial de la adaptación es relativamente similar a la que se

<sup>13</sup> Los porcentajes que muestra el gráfico 5.7 y se comentan en el texto se calculan con respecto al total de combinaciones de regiones y sectores de actividad cubiertos por las iniciativas relevadas, que es distinto al total de artículos incluidos en el estudio. Por ejemplo, un artículo que se refiera a la construcción de un sistema de alerta temprana para riesgos de ciclones tropicales por parte de actores correspondientes a países del Caribe y de América Central se cuenta tanto en la región de estados insulares como de América Central y del Sur. Asimismo, un artículo sobre un sistema de almacenamiento de agua dulce tanto para consumo humano como para uso agrícola se cuenta en los sectores de ciudades y alimentario. Por simplicidad, a lo largo de la discusión se habla del total de artículos en lugar de combinaciones de sectores y regiones.

observa en otras regiones en desarrollo, como África y Asia, y contrasta más con la de Europa y Norteamérica, donde reciben más atención las iniciativas para enfrentar los impactos del cambio climático en

ciudades (por ejemplo, las vinculadas con la resiliencia de la infraestructura para el abastecimiento de agua potable o para el tratamiento de aguas residuales).

**Gráfico 5.7**  
Iniciativas de adaptación al cambio climático por región y sector



**Notas:** El gráfico muestra la distribución de las iniciativas de adaptación implementadas en cada región (porcentaje en el centro de cada gráfico de anillos) y, dentro de estas, la distribución sectorial (porcentajes de los gráficos de anillos). Una iniciativa es una combinación sector-región cubierta por los estudios relevados. El total de iniciativas es de 3478.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Berrang-Ford et al. (2021).

La mayor parte de las iniciativas implementadas en América Central y del Sur buscan dar respuesta a los riesgos de sequías y variabilidad de las precipitaciones. Un ejemplo de las iniciativas de adaptación en el sector de alimentos en la región es la introducción de prácticas y tecnologías de agricultura climáticamente inteligente para pequeños agricultores en el corredor seco de Guatemala (Sain et al., 2017). Dentro de estas, las más adoptadas son la labranza de conservación (que incluye la siembra directa), la agrosilvicultura, la rotación de cultivos y la adopción de cultivos resistentes al estrés hídrico, a las altas temperaturas y a las plagas. Un resultado importante es que estas prácticas tienen un valor presente neto positivo.



### **La mayor parte de las iniciativas implementadas en América Central y del Sur buscan dar respuesta a los riesgos de sequías y variabilidad de las precipitaciones**

En el caso de los países andinos, se han implementado acciones para enfrentar la menor disponibilidad de agua dulce resultante de la reducción de la criósfera. Entre esas iniciativas están la construcción de infraestructura de almacenamiento y manejo eficiente del agua en Chile, Ecuador y Perú; el cambio en los patrones de cultivo en Bolivia; la generación de capacidades de supervisión del recurso y la integración de una red mundial de monitoreo de glaciares por parte de Colombia, Ecuador y Perú; el uso del riego por goteo en Chile; diversas políticas para promover el uso eficiente del agua en Chile y Ecuador; y la regulación de las actividades turísticas ante el retroceso de los glaciares en Perú (Rasul et al., 2020). Una característica distintiva de muchas de estas iniciativas es la participación de actores de los sectores privado y público. Como es de esperar, los distintos niveles de gobierno, sobre todo los subnacionales, se han involucrado en medidas atinentes al emplazamiento de infraestructura y la imposición de regulaciones e instituciones, mientras que los individuos y comunidades locales son actores clave en políticas de cambios de prácticas en el consumo de agua (Berrang-Ford et al., 2021).

En los países del Caribe también sobresalen las iniciativas para atender los riesgos vinculados a los eventos meteorológicos extremos, entre los que se destacan las inundaciones provocadas por marejadas asociadas a ciclones y el aumento del nivel del mar. Entre ellas, figuran la construcción de infraestructura de protección (por ejemplo, malecones para prevenir la erosión del litoral a lo largo de la costa suroeste de Barbados y las inundaciones graves en Georgetown, Guyana), los sistemas de alerta temprana, la cartografía de riesgos y la zonificación del uso del suelo (Mycoo, 2018).

América del Sur y Central se destacan, junto con África, por su alto porcentaje de utilización de soluciones basadas en la naturaleza (SBN). Este tipo de estrategia de adaptación, también denominada adaptación basada en ecosistemas o infraestructura verde, incluye acciones tan variadas como la restauración y conservación de coberturas naturales (bosques, manglares, pastizales y humedales), la recuperación de ecosistemas ribereños y marino-costeros, las prácticas de agricultura sostenible y el desarrollo de espacios verdes urbanos (sobre el potencial de las SBN en el ámbito urbano ver el recuadro 5.6). Además de favorecer la adaptación frente a riesgos específicos, las SBN suelen tener múltiples beneficios, incluyendo la mitigación a través de la captura de carbono, el aumento de la productividad agrícola, la purificación del aire o del agua, la recuperación de los suelos y la conservación de la biodiversidad. Esto explica, en parte, que se trate de alternativas de adaptación con una alta costoefectividad.

## Recuadro 5.6

### La Red Biodiverciudades de América Latina y el Caribe

Las ciudades son el principal motor del desarrollo de los países. Allí se concentran los procesos productivos de más complejidad y valor agregado y la mayor cantidad de oportunidades económicas. Sin embargo, el crecimiento de las ciudades también genera costos de congestión, como mayores niveles de contaminación, que afectan la calidad de vida de sus habitantes y el medio ambiente (Daude et al., 2017). Además, el cambio climático presenta importantes retos para las ciudades en términos de adaptación a fenómenos climáticos extremos y contribución a la mitigación de los GEI (ver el capítulo 1).

Para las ciudades, las SBN son una herramienta que permite lograr un doble dividendo: mejorar la calidad de vida de sus habitantes (reduciendo, por ejemplo, los retos de adaptación al cambio climático) y disminuir el impacto que tienen sobre los ecosistemas en los que están insertas (ver el capítulo 3). En este marco, el término biodiverciudad hace referencia a una ciudad que promueve el desarrollo socioeconómico incorporando de forma efectiva e integral la biodiversidad local y regional en su planificación y gestión urbana (Mejía Pimienta y Amaya Espinel, 2022).

En febrero de 2021, CAF lanzó la iniciativa Red de Biodiverciudades, la cual tiene como objetivo la conformación de una red de gobiernos locales que promuevan un nuevo modelo de gestión urbana en armonía con la naturaleza. La iniciativa propone un enfoque medioambiental amplio en el cual las ciudades trabajan de forma armónica y equilibrada con el ecosistema del que forman parte, se benefician de los servicios y contribuciones que proporciona la naturaleza y, al mismo tiempo, devuelven elementos que la fortalecen. De esta forma, se debe integrar un enfoque que incluya la biodiversidad en los sistemas de transporte, vivienda, agua y electricidad de las ciudades.

Hasta julio de 2023, se habían sumado a esta red 141 gobiernos locales de 17 países de la región.

**Figura 1**  
Algunos ejemplos de proyectos que llevan adelante las Biodiverciudades



Fuente: Elaboración propia con base en Mejía Pimienta y Amaya Espinel (2022).



## Aprendizajes y desafíos pendientes en la agenda de adaptación

De los estudios e iniciativas emprendidas en materia de adaptación se pueden extraer lecciones importantes, que, al mismo tiempo, dejan ver algunos de los desafíos que aún enfrenta la región. Una conclusión a destacar que surge del estudio de Berrang-Ford et al. (2021) es que hay poca evidencia sobre la efectividad de los esfuerzos de adaptación: solo un 3,4 % de los documentos revisados por estos autores evaluaron los impactos en términos de reducción del riesgo y la vulnerabilidad de las políticas referenciadas. Entre las razones de este déficit predominan los desafíos metodológicos para evaluar la disminución de los riesgos y atribuir los impactos a las políticas implementadas. En cuanto a los resultados, apenas la mitad de esas evaluaciones encontró que los riesgos disminuyeron.

Otra conclusión relevante es que, en la definición de iniciativas de adaptación, es clave la coordinación entre distintos actores para minimizar posibles tensiones y aumentar las sinergias. Por ejemplo, en el caso de los proyectos destinados a minimizar la variabilidad en los flujos de agua, las acciones que se tomen aguas arriba pueden afectar adversamente a comunidades aguas abajo (Rasul et al., 2020).

Por último, promover una mayor inversión en SBN en la región puede ser una manera eficiente de dar respuesta a los riesgos del cambio climático y, al mismo tiempo, avanzar en otras dimensiones del desarrollo

sostenible. Por ejemplo, los manglares, humedales y bancos de arena son barreras costeras naturales contra las marejadas. Su recuperación y conservación no solo permite reducir los riesgos de inundaciones y controlar la erosión, sino que también puede beneficiar a las comunidades locales generando empleos, aumentando los recursos pesqueros o promoviendo el turismo (Browder et al., 2019)



**Hay poca evidencia sobre la efectividad de los esfuerzos de adaptación: solo un 3,4 % de los estudios evaluaron los impactos en términos de reducción del riesgo y la vulnerabilidad de las políticas referenciadas**

Una estrategia de adaptación relacionada con la anterior son las inversiones en infraestructura tradicional (o gris), como los diques para el almacenamiento de agua o los espigones para la protección costera. Esto también incluye las inversiones para aumentar la resiliencia de infraestructuras existentes, que no fueron construidas para soportar los embates del cambio climático, como ocurre en el sector energético de gran parte de la región. Cuando es posible, la inversión en infraestructura gris puede integrarse con SBN (o infraestructura verde) para lograr servicios más resilientes, menos costosos y de mayor calidad (Browder et al., 2019).

## Detener la deforestación y consolidar un sector agropecuario sustentable

Un segundo componente de la agenda de sostenibilidad ambiental es reducir las emisiones de GEI. Esto requiere principalmente reducir la deforestación, que, junto con las prácticas agropecuarias, son la principal fuente de emisiones en la región (58 % de estas). La deforestación en América Latina y el Caribe es provocada principalmente por el cambio en el uso de suelo para dedicar superficies antes cubiertas por bosque al sector agropecuario.

La actividad agropecuaria es clave para la seguridad alimentaria local y global y es una fuente

importante de generación de divisas en diversos países de la región. Sin embargo, la deforestación provoca al mismo tiempo la pérdida de servicios ecosistémicos de gran valor para la adaptación al cambio climático y para la actividad económica y el bienestar humano en general. Este proceso incluso afecta al resto de la producción agropecuaria, pues disminuye, por ejemplo, el flujo de servicios, como el control de plagas y los polinizadores naturales, la prevención de la erosión del suelo y la regulación del ciclo hídrico.



## La deforestación en América Latina y el Caribe es provocada principalmente por el cambio en el uso de suelo para dedicar superficies antes cubiertas por bosque al sector agropecuario

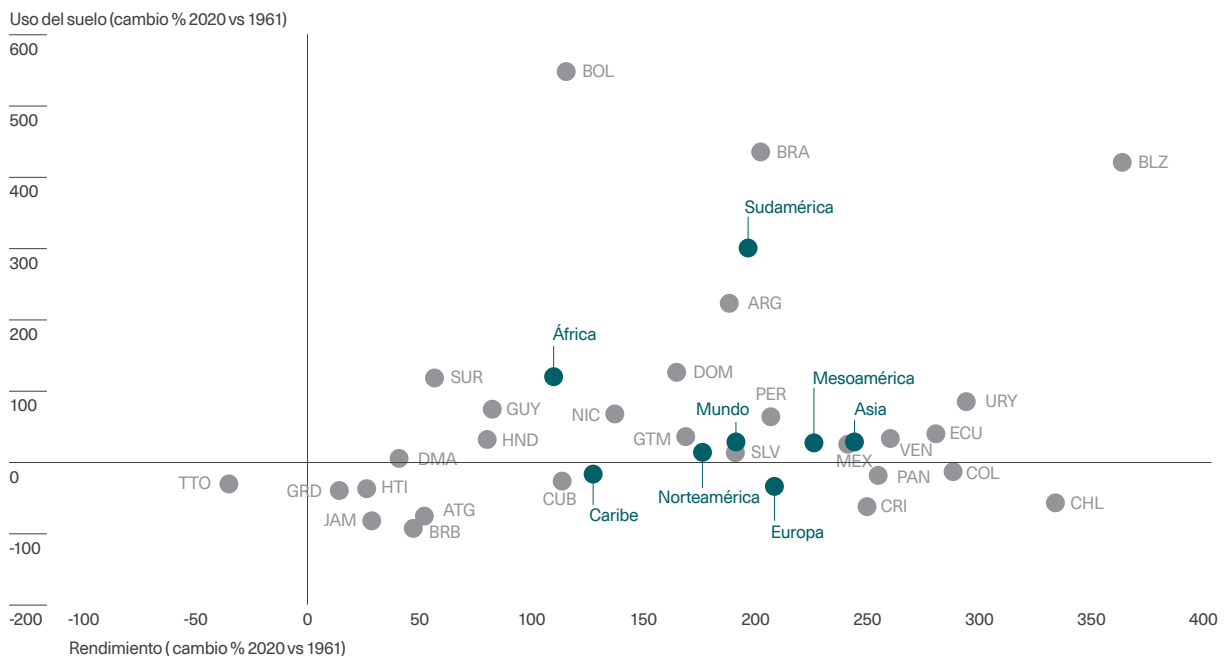
En la actualidad, la deforestación se concentra en los bosques tropicales, entre los que destacan los del Amazonas. Este patrón es particularmente ineficiente. Los suelos de los bosques tropicales tienden a degradarse con rapidez tras la pérdida de las coberturas naturales, lo que disminuye la productividad agrícola. Además, estos bosques destacan por su biodiversidad y capacidad de captura y almacenamiento de

carbono. A nivel internacional la preocupación por el efecto del consumo de productos agropecuarios en la deforestación ha llevado a la imposición de barreras al comercio, como las contempladas en la nueva legislación sobre *deforestation-free products* de la UE.

El reto de detener la deforestación está asociado, entonces, con el de fortalecer la sostenibilidad del sector agropecuario de la región y, por consiguiente, con las agendas de crecimiento e inclusión. Dos márgenes de acción sobresalen al respecto. Por un lado, un compromiso creíble con detener el crecimiento de la frontera agropecuaria. Por el otro, el aumento de la productividad agropecuaria y el uso de prácticas sostenibles en este sector.

### Gráfico 5.8

Cambio en el rendimiento y uso de la tierra para la producción de cereales y soja



**Nota:** El gráfico muestra el cambio porcentual en el rendimiento (medido como toneladas por hectárea) y el uso del suelo en el año 2020 en relación con 1961 para los países de América Latina y el Caribe con información disponible y regiones seleccionadas. Los cereales incluyen avena, centeno, mijo y sorgo. Se utiliza la definición de regiones de la FAO.

**Fuente:** FAO (2023; 2022b).

La mayoría de los países de América Latina —y en menor medida los del Caribe— han logrado avances importantes en materia de productividad agrícola. Las mejoras en la productividad son necesarias para construir un sector sostenible que brinde alimentos a la región y al mundo (un desafío cada vez mayor debido al propio cambio climático), pero no son suficientes para detener la deforestación. Como se puede observar en el gráfico 5.8, el crecimiento de la productividad estuvo acompañado por un aumento considerable en la superficie dedicada a la producción agrícola, sobre todo en Sudamérica.

Detener la deforestación es difícil porque desde el punto de vista privado es una actividad económicamente rentable. Para los propietarios de terrenos con cobertura forestal, su conservación suele ser menos rentable que el uso del suelo para la producción agropecuaria, caso que se acentúa entre quienes deforestan y ocupan terrenos de propiedad pública. La debilidad del Estado de derecho y de las instituciones responsables de monitorear y hacer cumplir las regulaciones ambientales tiene un rol clave en este proceso.

La mayoría de los gobiernos de la región han aprobado legislación que restringe severamente la deforestación tanto en terrenos de propiedad pública como privada. Por lo tanto, la mayor parte de la deforestación que ocurre en la actualidad es ilegal (Ferreira, 2023). Estas medidas contrastan con políticas de desarrollo económico prevalentes a partir de la mitad del siglo pasado, que incentivaron la deforestación a partir de la construcción de proyectos de infraestructura, el otorgamiento de créditos y el debilitamiento de los derechos de propiedad en terrenos públicos y de comunidades indígenas (favoreciendo su invasión y puesta en uso por productores privados).

En el capítulo 2 se analizaron una serie de técnicas agropecuarias sostenibles que prometen un triple dividendo: aumento de la productividad, reducción de las emisiones y adaptación ante el cambio climático. Resolver los retos de información y acceso al crédito que limitan su implementación debería ser prioritario. Asimismo, la reforma de subsidios a la producción (usualmente energéticos, pero también de otros insumos, como los fertilizantes) es necesaria para remover las distorsiones que estos mecanismos ocasionan en los sectores agropecuario y pesquero, al incentivar la sobreexplotación de recursos naturales. Sin embargo, algunos de estos subsidios pueden tener una cobertura importante entre la población de menores ingresos, por lo que su eliminación podría tener efectos negativos en la pobreza. Una alternativa es el desacoplamiento entre subsidios y ayuda social, mediante la sustitución de subsidios condicionados a la producción por transferencias directas a hogares de bajos ingresos. Otros subsidios están dirigidos a resolver fallas de mercado que inhiben el crecimiento (por ejemplo, mercados incompletos de crédito). En estos casos, una opción es condicionar el acceso a los subsidios al cumplimiento de salvaguardas ambientales.

La lucha contra la deforestación debe formar parte de una estrategia más amplia contra la degradación de los ecosistemas y la biodiversidad de América Latina y el Caribe. La ruta hacia el desarrollo sostenible y el bienestar de las generaciones futuras requiere de la protección del capital natural. Además de su efecto negativo en el crecimiento económico de largo plazo, su pérdida también afecta a la inclusión social. Las comunidades con menores ingresos, como las rurales e indígenas, suelen ser las que dependen de manera más directa de los servicios que brinda la naturaleza en su entorno.

## Retos de la transición energética en América Latina y el Caribe

Alrededor del 40 % de las emisiones de GEI de la región proviene de los sectores vinculados a la producción y consumo de energía fósil (generación eléctrica, transporte, industria y edificaciones). Por lo tanto, la región también debe avanzar en el proceso de transición energética. Actualmente un 55 % de la matriz energética de la región utiliza combustibles fósiles.

Como prioridad, deberá buscarse la reducción en el consumo de carbón y petróleo, que todavía representan un 30 % de la matriz energética de América Latina y el Caribe. Si bien el gas natural es un combustible fósil, sus emisiones de CO<sub>2</sub> son mucho menores que las generadas por otras fuentes fósiles de energía.



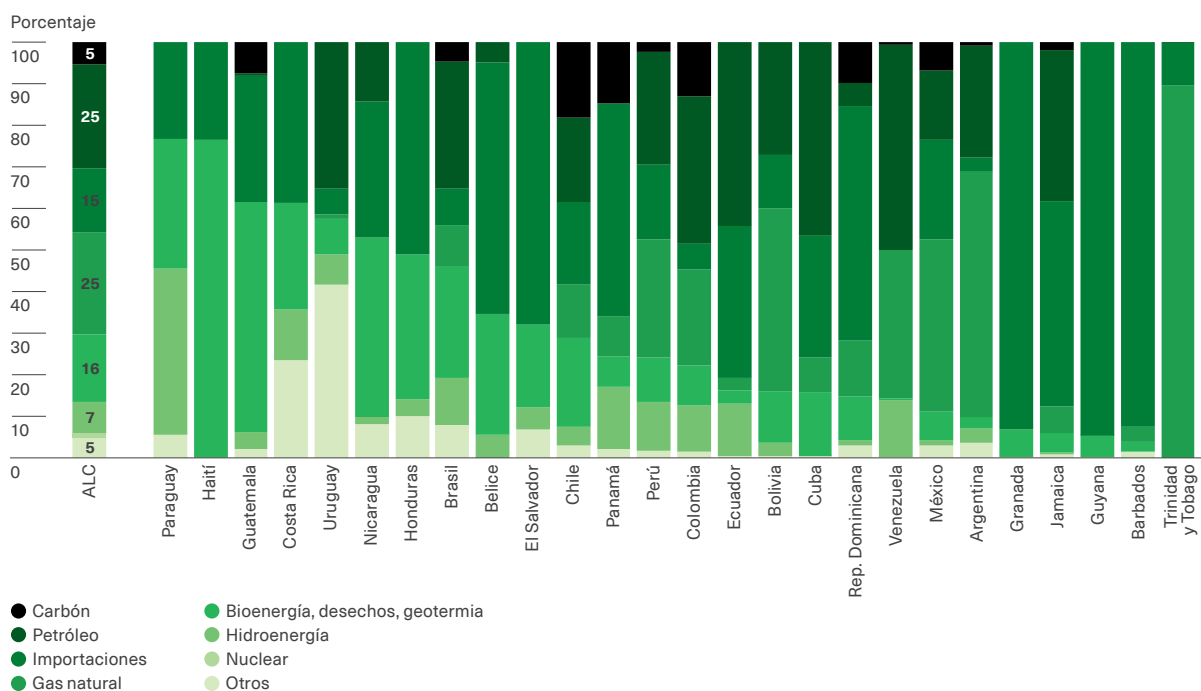
La reducción del uso de carbón y petróleo supondrá importantes desafíos para la producción, la inversión, el empleo, los ingresos fiscales, las cuentas externas y los stocks de riqueza de las economías de la región. Estos retos no estarán distribuidos uniformemente entre las distintas economías, ya que existe disparidad en la matriz energética de cada país. Como muestra el gráfico 5.9, el petróleo y la importación de derivados del petróleo representan la principal proporción de la oferta energética en la mayoría de los países de la región, siendo Argentina, Paraguay, Uruguay y algunos países centroamericanos (Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua) las principales excepciones. También puede observarse que Chile, Colombia, Panamá y República Dominicana

todavía utilizan carbón para una proporción relevante de su matriz energética.

● ●  
**La reducción del uso de carbón y petróleo supondrá importantes desafíos para la producción, la inversión, el empleo, los ingresos fiscales, las cuentas externas y los stocks de riqueza de las economías de la región**

**Gráfico 5.9**

Composición relativa de la oferta de energía primaria por fuente y por país en 2020



**Nota:** El gráfico muestra la oferta total de energía primaria (producción + importación - exportación + variación de inventarios - no aprovechado) más importaciones netas de energía secundaria (electricidad, gas licuado de petróleo, gasolina/alcohol, queroseno/gasolina para aviación, gasóleo, fuel, coque, carbón vegetal, gases, otras fuentes de energía secundaria) según la fuente y el país. La componente importaciones de energía secundaria en general consiste en derivados del petróleo que ya han sufrido un proceso de transformación. Bioenergía y desechos hace referencia a las categorías "leña, caña de azúcar y derivados". La categoría "otros" incluye biogás, residuos vegetales, solar y eólica. ALC hace referencia al promedio simple de los países incluidos en el gráfico. Los países se encuentran ordenados de manera creciente según la participación del gas natural, importaciones, petróleo y carbón.

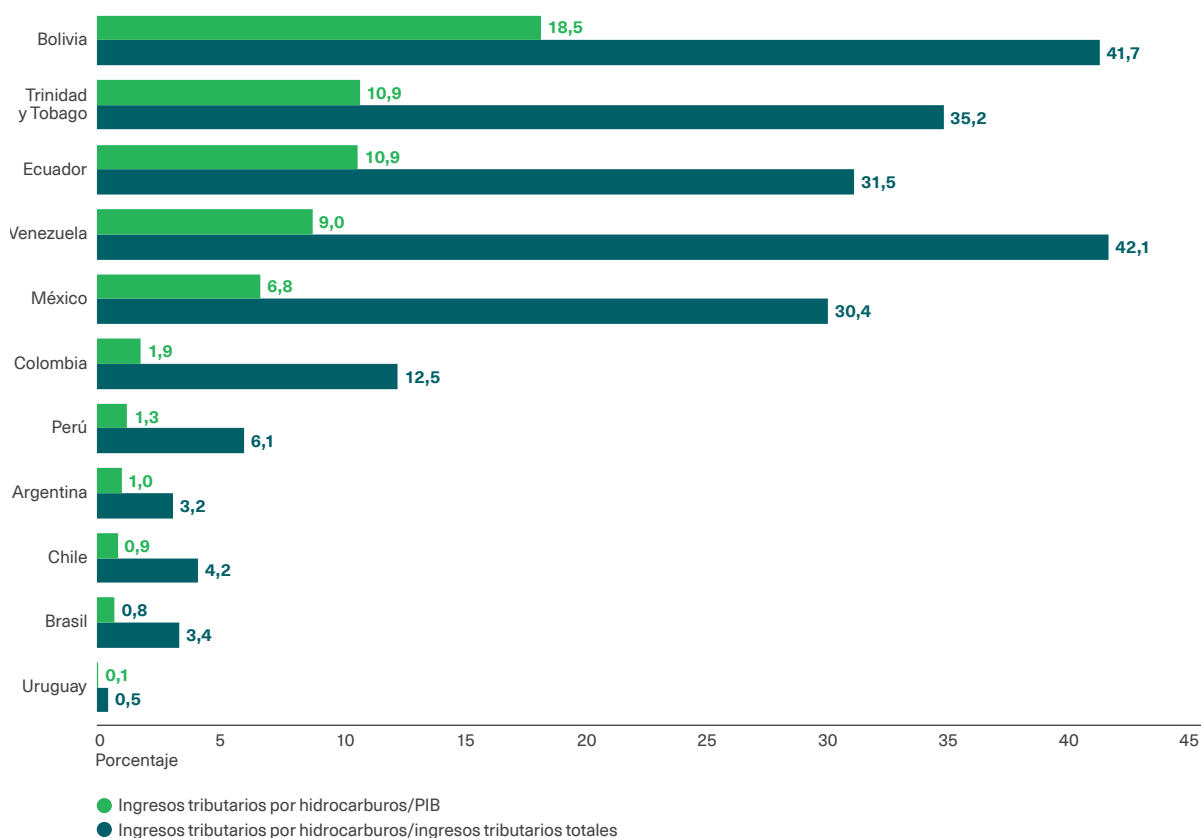
**Fuente:** Cont et al. (2022).

Tanto el proceso de transición energética dentro de cada país como la caída de la demanda global de hidrocarburos impactarán los ingresos fiscales de los países productores. A través de distintos mecanismos, que incluyen la propiedad pública, regalías, impuestos y cánones de concesiones, los gobiernos de los países productores de hidrocarburos suelen percibir una porción relevante de la renta petrolera. El gráfico 5.10 muestra que Bolivia, Trinidad y Tobago, Ecuador, Venezuela y México reciben importantes ingresos fiscales (entre 7 y 18 puntos porcentuales del PIB) de la producción de petróleo y gas. También en Colombia y Perú estos ingresos son muy significativos

como proporción de los ingresos fiscales totales. La disminución de estos ingresos implicará, en general, que deberá reducirse el gasto público. Esta reducción puede ser atenuada por el aumento de ingresos fiscales que aportarían nuevas fuentes renovables de generación energética (o por nuevos impuestos sobre otros sectores). Sin embargo, típicamente, los ingresos fiscales sobre estas fuentes renovables son menores tanto por la utilización inicial de subsidios o desgravaciones como por el hecho de que no descansan en la explotación de un recurso natural, como un yacimiento, que en América Latina y el Caribe son generalmente de propiedad estatal.

### Gráfico 5.10

Importancia de los ingresos fiscales por hidrocarburos para las cuentas públicas



**Nota:** El gráfico representa la exposición económica y fiscal existente en los países, medida por el porcentaje promedio para el periodo 2005-2019 que representan los recursos tributarios provenientes de los hidrocarburos respecto al PIB y los ingresos totales.

**Fuente:** Cont et al. (2022).

Una forma de contrarrestar estos impactos fiscales negativos es reducir o eliminar los subsidios energéticos que existen frecuentemente en América Latina y el Caribe, como ya mostró el capítulo 2. Estos subsidios pueden tomar distintas formas, incluyendo reducciones al costo de los combustibles para el transporte, a las tarifas aplicadas a modalidades de transporte con altas emisiones, a los precios de la electricidad o el gas o, directamente, a empresas públicas productoras de combustibles fósiles (por ejemplo, carbón). En algunos casos, el monto de estos subsidios es tan significativo que su financiamiento tiene impactos macroeconómicos. Al reducir directa o indirectamente el precio final a los consumidores, estos subsidios aumentan el consumo, justo lo contrario del efecto deseable para mitigar las emisiones de carbono. Su reducción podría permitir la disminución simultánea de gastos fiscales y de emisiones de carbono.

Sin embargo, la disminución de subsidios energéticos puede tener impactos redistributivos importantes. De hecho, en muchos países de la región la persistencia de los subsidios se explica principalmente porque los intentos de reducirlos han sido extremadamente conflictivos en términos sociales, como ha ocurrido en Chile, Colombia y Ecuador. Al igual que en el caso de los subsidios a la producción, se deberían eliminar al menos los subsidios implementados vía reducciones de precios —que inducen aumentos del consumo y sufren habitualmente de un direccionamiento impreciso, pues también se benefician grupos que no los necesitan— y sustituirlos por transferencias de suma fija a hogares de menores ingresos, buscando un desacoplamiento entre los incentivos distorsivos y la ayuda social.

La transición energética también puede tener un impacto importante sobre las cuentas externas. Como muestra el gráfico 5.11, varios países de la región, como Bolivia, Colombia, Ecuador, México, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela, son exportadores netos de energía. Con la excepción de Paraguay, que exporta energía eléctrica excedente de sus represas binacionales, el resto de los países exporta principalmente hidrocarburos. La reducción de estas exportaciones tendrá un impacto directo sobre su disponibilidad de divisas, ya que las exportaciones

de combustibles representan en varios países de la región una significativa proporción de las exportaciones de bienes totales (Banco Mundial, 2023c).

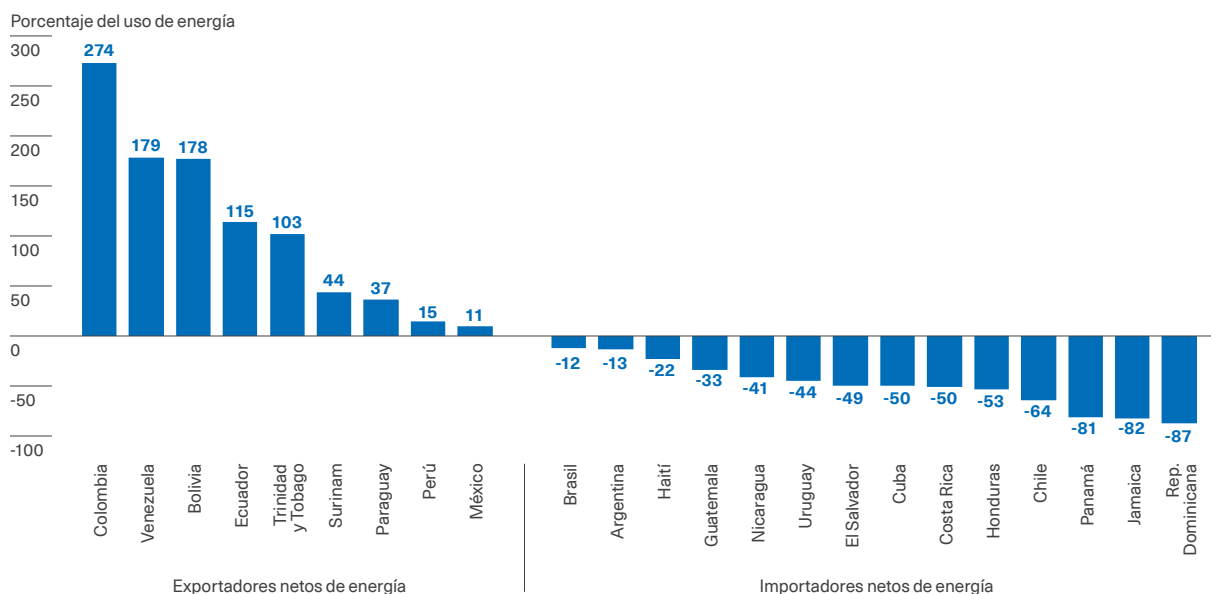
Como también muestra el gráfico 5.11, otros países de la región, como Chile, Uruguay y algunos centroamericanos y caribeños (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá y República Dominicana), son, en cambio, importadores netos de energía. Dado que, como se mencionó antes, este proceso de transición energética no está guiado por fuerzas de mercado que incorporen tecnologías energéticas con menores costos, sino por el objetivo de reducir emisiones, al menos en el corto plazo, aquellos países que busquen limpiar su matriz energética deberán gastar más recursos en reemplazar las importaciones de hidrocarburos por alternativas con mayores costos<sup>14</sup>. Una migración en la utilización de energía desde la importación de hidrocarburos a la producción o importación de energías renovables también exigirá que los países actualmente importadores realicen importantes inversiones en infraestructura.

Además de estos efectos directos sobre las exportaciones e importaciones de combustibles fósiles, la imposición de aranceles u otras restricciones al comercio internacional en países desarrollados basados en el contenido de carbono (como el CBAM, explicado anteriormente) puede afectar las exportaciones de otros productos desde la región. Si bien Conte Grand et al. (2023) encuentran que la utilización del CBAM tendría inicialmente un efecto moderado sobre las exportaciones de América Latina y el Caribe, ya que actualmente sólo se está considerando la imposición de aranceles sobre un conjunto reducido de productos industriales (ver el capítulo 4), una caída de las exportaciones por estos motivos directos o indirectos requerirá probables correcciones del tipo de cambio real y del nivel de importaciones.

14 Los efectos de la transición energética mundial podrían ser ambiguos para países importadores de hidrocarburos que decidan seguir haciéndolo, pues podrían beneficiarse de seguir importando un producto cuyo precio relativo podría caer si la demanda mundial se reduce más que la oferta.

## Gráfico 5.11

### Exportaciones netas de energía en 2014



**Nota:** Las exportaciones netas de energía se calculan como la producción menos el uso de energía, ambas medidas en equivalentes de petróleo. Un valor positivo indica que el país es exportador neto, mientras que uno negativo implica que el país es un importador neto. El uso de energía se refiere al consumo de energía primaria antes de la transformación en otros combustibles finales, lo que equivale a la producción nacional más las importaciones y las variaciones de existencias, menos las exportaciones y los combustibles suministrados a barcos y aviones afectados al transporte internacional. Los datos de Venezuela son de 2013.

**Fuente:** Banco Mundial (2023e).

## La imposición de aranceles u otras restricciones al comercio internacional en países desarrollados basados en el contenido de carbono puede afectar las exportaciones de otros productos desde la región

La transición energética también podría generar, en el mundo y en la región, una carrera generalizada para acelerar la explotación de reservas y la amortización de activos de forma que no se conviertan en activos varados. La dimensión temporal es clave. Por un lado, porque existe un proceso continuo de abaratamiento de las fuentes alternativas de energía. Este proceso puede eventualmente volver obsoletos a los combustibles fósiles simplemente por tener mayores costos

de producción. Pero estos recursos también pueden volverse obsoletos por restricciones a su uso, aunque sean económicamente rentables. La caída esperada en la demanda futura puede generar incentivos a una explotación acelerada de yacimientos de hidrocarburos (y otros activos específicos, como gasoductos, oleoductos y refinerías) para evitar que esa riqueza quede desaprovechada en forma permanente. Sin embargo, esa explotación acelerada generará, a su vez, más emisiones en el corto plazo. El menor horizonte temporal también puede inducir, por supuesto, menores niveles de inversión y de mantenimiento en esos activos.

Este proceso de obsolescencia acelerada también afectará a trabajadores con un capital humano especializado en el sector de hidrocarburos, que verán la reducción y cierre de sus actividades. Por supuesto



que habrá, a su vez, otros sectores en expansión en la producción de energías renovables, pero seguramente este proceso tendrá efectos redistributivos sobre el capital humano específico. Como ilustran Blanchard et al. (2022) las habilidades de un minero no se trasladan fácilmente a las de un técnico en molinos eólicos. El mercado laboral puede experimentar costosas y heterogéneas transformaciones debido al desplazamiento de trabajadores de los sectores de altas emisiones, la dificultad de su reubicación en sectores verdes que requieran otras habilidades y la diferente ubicación geográfica de los recursos (CEPAL et al., 2022).

Adicionalmente, la utilización de impuestos y permisos de emisión de carbono o la implementación de mayores regulaciones y prohibiciones para proteger

el medio ambiente y la biodiversidad pueden exacerbar los incentivos a la informalidad que ya existen en la región. Uno de los rasgos característicos del subdesarrollo en América Latina y el Caribe son sus altos niveles de informalidad. La introducción de impuestos y regulaciones, que implican costos y controles cuyo cumplimiento siempre es mayor en el sector formal que en el informal, no sólo puede ser inefectiva, sino que puede proveer, en forma contraproducente, un incentivo económico para migrar a la informalidad o permanecer en ella<sup>15</sup>.



## La transición energética tendrá efectos distributivos entre localidades, sectores económicos y empleados

### Desafíos del financiamiento

La adaptación y la mitigación frente al cambio climático (incluyendo la transición energética) implicarán necesidades de inversión adicionales a las ya existentes. Aunque las estimaciones realizadas hasta ahora están sujetas a un alto grado de incertidumbre, todas coinciden en que el esfuerzo de inversión requerido será enorme. Rozenberg y Fay (2019) calculan que América Latina y el Caribe necesitará realizar inversiones suplementarias equivalentes a un 4,3 % del PIB por año para desarrollar y mantener nueva infraestructura en los sectores de energía, protección contra inundaciones, riego, transporte y abastecimiento de agua y saneamiento que le permita alcanzar los ODS e intentar limitar el aumento de las temperaturas en 2°C. El gráfico 5.12 presenta para cada país las brechas en necesidades de infraestructura, contrastando los niveles de inversión actual y el esfuerzo de inversión anual estimado para el cumplimiento de los ODS relacionados con los servicios de infraestructura. A esta brecha se deberían sumar necesidades adicionales, porque parte de la infraestructura existente no es resiliente

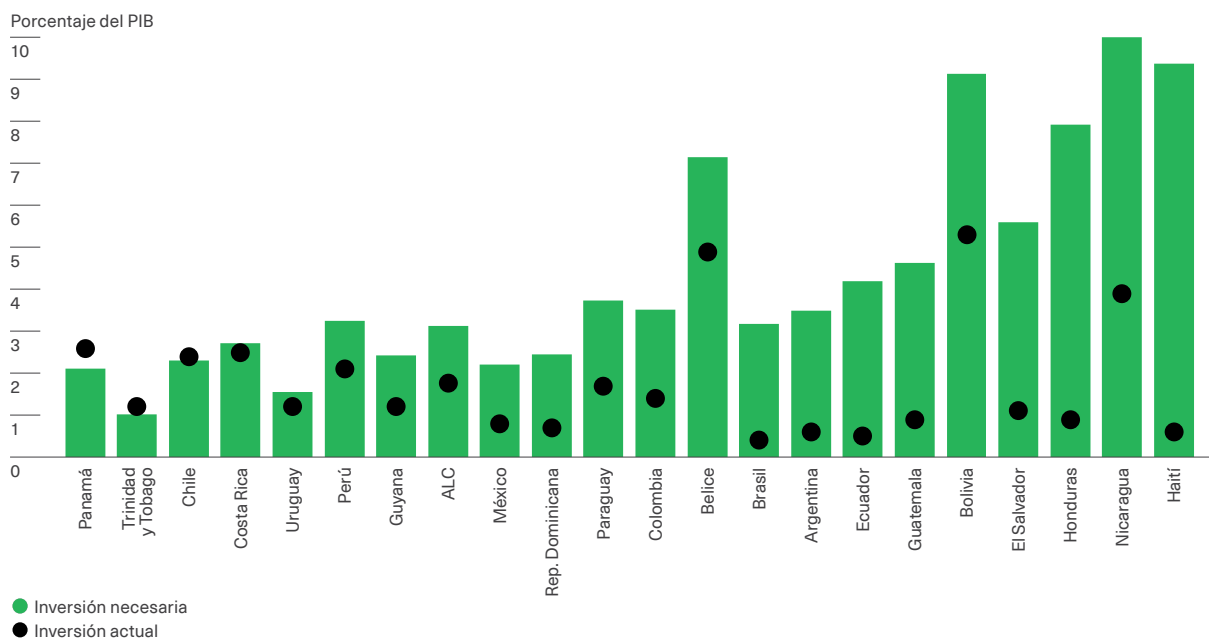
a los efectos del cambio climático. Estas brechas indican fuertes necesidades de inversión futuras.

Las necesidades de inversión adicionales son todavía mayores si, en vez de ser estimadas para alcanzar los ODS, el objetivo es el cumplimiento de las CDN. Para América Latina y el Caribe, el capítulo 4 mostró las necesidades de financiamiento declaradas por algunos países para cumplir con las CDN, desagregando, cuando la información está disponible, metas de inversión en mitigación y adaptación. Estas necesidades de financiamiento adicionales alcanzan 7 puntos del PIB en promedio para los países considerados, de los cuales más del 75 % corresponde a financiamiento para mitigación. El gráfico 5.13 muestra rangos estimados de inversión anual de alrededor del 9 % del PIB para que los países más grandes de la región (excepto México) cumplan sus CDN.

15 Levy (2009) muestra cómo los niveles de informalidad responden a los incentivos. Mayores impuestos y regulaciones, típicamente controlables sólo en el sector formal, pueden terminar induciendo una mayor informalidad.

## Gráfico 5.12

Brecha entre inversión en infraestructura actual y necesaria para cumplir con los ODS en el periodo 2019-2030



**Nota:** Los datos hacen referencia al esfuerzo de inversión anual como porcentaje del PIB de cada país requerido para avanzar hacia el cumplimiento de los ODS. El estudio toma en consideración únicamente los ODS 6, 7, 9 y 11, por lo que no incluye inversiones complementarias requeridas para alcanzar la totalidad de los ODS vinculados al cambio climático. Las necesidades de infraestructura se calculan cómo la inversión total sobre el PIB del periodo 2019-2030 en millones de dólares constantes. Las inversiones requeridas consideran nueva infraestructura y mantenimiento y reposición de activos. Los sectores incluidos son electricidad, agua y saneamiento, telecomunicaciones y transporte. La inversión actual es el promedio de la inversión en infraestructura pública y privada entre 2008 y 2019. Se ordenan los países según el tamaño de su brecha.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Brichetti et al. (2021).

Más allá de la incertidumbre sobre estas estimaciones, estas necesidades adicionales representarán sin duda un inmenso desafío en una región donde las tasas de ahorro e inversión son tradicionalmente bajas y donde ya existen déficits importantes de infraestructura. Dado que la mayoría de los países no estarán en condiciones de sumar estos costos adicionales a sus otras necesidades, el financiamiento externo —proveniente de organismos multilaterales, del sector privado y de otros gobiernos— será esencial. A su vez, el bajo nivel de emisiones históricas de América Latina y el Caribe justifica que este esfuerzo de financiamiento sea compartido con las economías desarrolladas.

Además, una parte significativa de este financiamiento debería ser concesional. Los países de América

Latina y el Caribe deben encarar el esfuerzo de mitigación actuando en forma colectiva y buscando en foros internacionales una justa distribución del costo de estos esfuerzos. Por otro lado, dado que en general cada país internaliza la mayoría de los beneficios de sus inversiones en adaptación, los países en desarrollo deberían priorizar sus recursos en este tipo de inversiones.



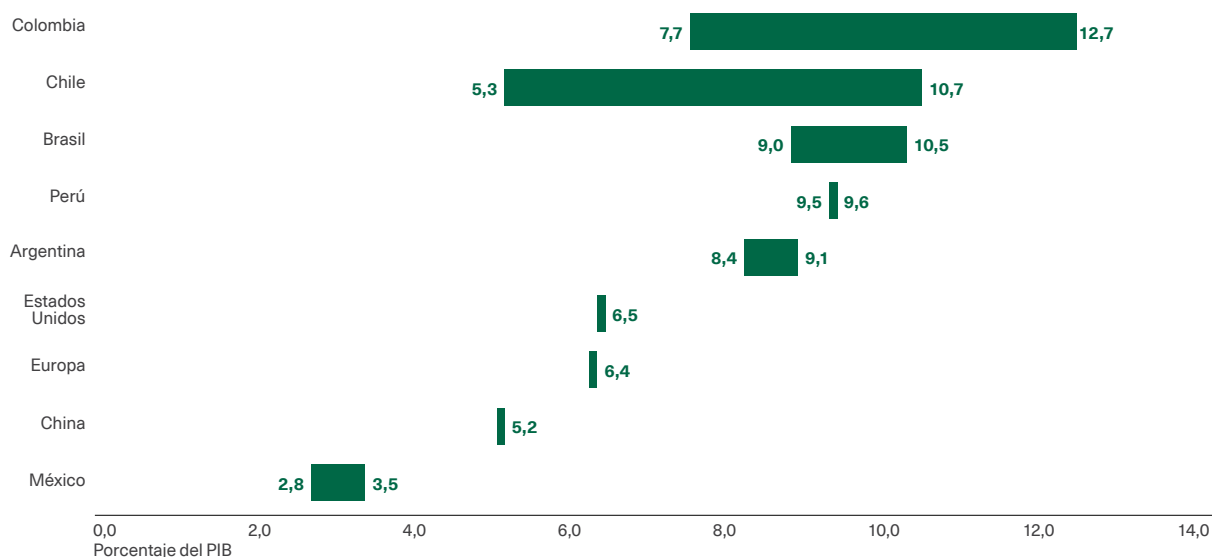
**En América Latina, una persona promedio del 10 % más rico de la población emite cada año casi nueve veces más que una persona del 50 % más pobre**

La discusión sobre justicia climática no solamente es pertinente en términos internacionales; también lo es en el ámbito nacional. Los hogares más pobres son los que menos contribuyen al calentamiento global. En América Latina, una persona promedio del 10 % más rico de la población emite cada año casi nueve veces más que una persona del 50 % más pobre (Chancel et al., 2022). Como los hogares más pobres suelen dedicar una mayor parte de sus ingresos al gasto en energía (Blanchard et al., 2022), un aumento en su precio como resultado de la transición energética puede reforzar inequidades

existentes y disminuir el apoyo social a este proceso. Por lo tanto, es importante contemplar mecanismos de compensación que permitan avanzar en la mitigación de las emisiones sin agravar las desigualdades existentes. Además, los hogares más pobres, sobre todo debido a su localización, suelen estar más afectados por los riesgos climáticos. La asignación de inversiones debería, por tanto, considerar la justicia climática en términos distributivos dentro de cada país, tomando en cuenta cuáles son los sectores laborales y sociales y las localizaciones más afectados por estos fenómenos.

### Gráfico 5.13

Gasto anual necesario para lograr las metas de las contribuciones determinadas a nivel nacional



**Notas:** Las barras del gráfico representan rangos estimados de inversión anual para cada país o región correspondiente al período 2020-2050.

**Fuente:** Cárdenas y Orozco (2022) sobre la base de los modelos REMIND-MAGPIE y MESSAGEix-GLOBIOM, utilizando los costos de reducción de emisiones calculados por McKinsey & Company (Krishnan et al., 2022).

## Oportunidades de la transición energética y la respuesta al cambio climático

Como se ha explicado, la transición energética y la protección del medio ambiente implicarán muy fuertes desafíos para América Latina y el Caribe. Sin embargo, este mismo proceso puede abrir

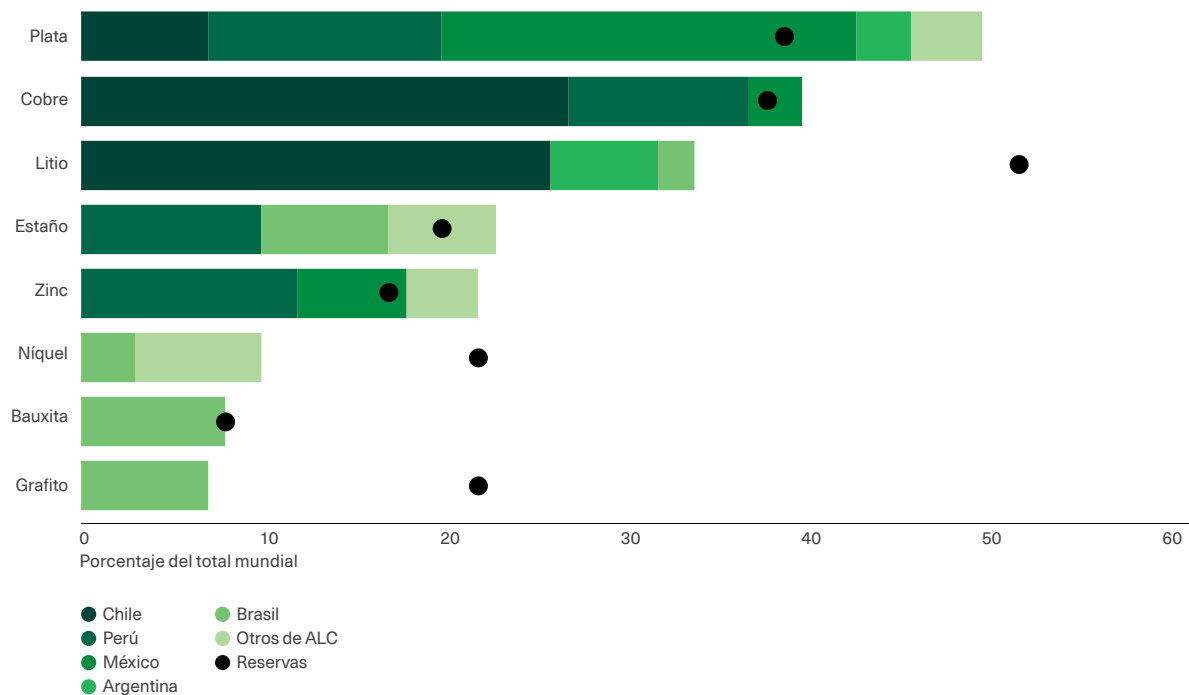
oportunidades que permitirán explotar recursos y ventajas competitivas de la región.

En primer lugar, el proceso de electrificación implicará un aumento masivo en la demanda de minerales críticos para la transición energética en los que la región es muy rica. El aumento de la demanda de estos productos ya ha comenzado, como lo muestran el aumento de sus precios internacionales. Por ejemplo, el precio del cobre aumentó más del 50 % y el del litio más del 250 % desde finales de 2019.

El gráfico 5.14 muestra que la región tiene una participación muy importante en la producción y reservas mundiales de plata, cobre, litio y otros minerales críticos. Otras estimaciones alternativas muestran que Chile y Perú son dos de los tres países del mundo con mayores reservas probadas de cobre, mientras que Argentina, Bolivia y Chile exhiben un muy fuerte potencial para la producción de litio (USGS, 2023).

### Gráfico 5.14

Participación de América Latina en la producción y reservas de minerales seleccionados en 2021



**Nota:** El gráfico hace referencia a la producción (en barras) y reservas (puntos) de los diferentes minerales en los países de la región. No se incluye a Bolivia en el gráfico, dado que cuenta con recursos de litio, pero no reservas. Los recursos son la estimación total de la cantidad de un bien geológico. Las reservas son el subgrupo de un recurso que se ha descubierto, tiene un tamaño conocido y se puede extraer con una ganancia.

**Fuente:** AIE (2023).

La explotación de estos minerales puede representar una gran contribución de la región al proceso mundial de transición energética, a la vez que una importante fuente de recursos. Para ello, sin embargo, debe lograrse un adecuado equilibrio de manera que la explotación minera se lleve a cabo

bajo regulaciones y estándares que protejan el medio ambiente y garanticen que las comunidades locales sean las principales beneficiarias, evitando la degradación ambiental, el deterioro de las condiciones de vida de las comunidades y el surgimiento de conflictos que detengan las inversiones. Estos

recursos minerales también pueden proveer valiosas oportunidades para la generación de empleos calificados y para la localización en la región de procesos industriales de la cadena de valor del litio y del cobre, más allá de la extracción.



### **La explotación de estos minerales puede representar una gran contribución de la región al proceso mundial de transición energética, a la vez que una importante fuente de recursos**

Una segunda oportunidad radica en la explotación del gas natural como combustible de transición<sup>16</sup>. Como mostró el capítulo 2, América Latina y el Caribe es una región rica en gas, en particular gracias a los importantes yacimientos en Argentina, Brasil, Perú, Trinidad y Tobago y, sobre todo, Venezuela. La sustitución de carbón por gas natural reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 50 % en la generación de electricidad y en un 33 % en la producción de calor (AIE, 2019). En cuanto al diésel o el fueloil, el porcentaje de reducción es de aproximadamente un 30 % en ambos casos (EIA, 2022)<sup>17</sup>. El gas también es menos contaminante que la leña cuando se usa para calefacción y cocción<sup>18</sup> y que el diésel en el caso del transporte (menores emisiones de NOx y SOx), lo cual puede reducir la contaminación aérea en densos centros urbanos. También es menos contaminante que los petróleos pesados en los procesos industriales (menores emisiones de SO<sub>2</sub>), incluyendo la producción de fertilizantes (Schmidt-Hebbel et al., 2020; OLADE 2023).

Dada su abundancia en la región, así como sus menores emisiones en términos relativos, el gas natural puede proveer un valioso “puente” durante el proceso de transición energética, proporcionando los recursos fiscales de su explotación y evitando que se pierdan como activos varados. Esto puede ser particularmente importante en un contexto en el que se espera que aumente la demanda global de energía, sin que las energías renovables estén lo suficientemente maduras para cerrar esa brecha. En ese caso, el gas natural puede permitir acompañar el crecimiento de la demanda sin que aumente el uso de carbón y petróleo.



### **Las abundantes reservas de gas natural de la región pueden servir como puente durante la transición energética**

En el corto plazo, el gas natural podría facilitar la descarbonización de algunos sectores de la región que son más difíciles de descarbonizar, como el del transporte, particularmente en aquellos países en los que la utilización del gas natural comprimido como combustible vehicular está más extendida (por ejemplo, Argentina, Brasil, Colombia y Perú) (González et al., 2023). Un caso de éxito en la región es el reemplazo de autobuses a diésel por unidades impulsadas a gas natural comprimido en el sistema de transporte rápido por autobús de Bogotá, que, además de reducir las emisiones de GEI, disminuyó considerablemente la exposición de los viajeros a la contaminación del aire (ver el recuadro 5.7).

16 En 2022, el gas natural fue incluido dentro de la taxonomía de energías verdes por la Comisión Europea (2022b) y Fabra y Reguant (2023).

17 Sin embargo, el gas natural es fuente de emisiones de metano si no se controlan los venteos y pérdidas de gas en su producción y transporte. Mientras que en algunos países de la región, como Argentina y Colombia, se ha controlado la quema y venteo de gas natural, Venezuela es el mayor emisor de metano de origen energético en la región y uno de los mayores del mundo (Cont et al., 2022).

18 El desarrollo de la red de gas natural para consumo doméstico (cocción y calefacción) puede tener algunos beneficios adicionales para los sectores populares, incluyendo la reducción de costos y riesgos a la salud respecto de otras alternativas, como el uso actual de combustibles fósiles, leña o garrafas de gas.

## Recuadro 5.7

### El gas natural como combustible en el transporte de pasajeros y la contaminación del aire: el caso del TransMilenio de Bogotá

La contaminación del aire es una de las principales causas de muerte prematura y de una amplia gama de enfermedades respiratorias, oncológicas, cardíacas y cerebrovasculares. Uno de los contaminantes atmosféricos con mayores impactos negativos sobre la salud es el material particulado fino (PM 2,5). El 40 % de las ciudades de América Latina y el Caribe tienen una concentración media de PM 2,5 que supera el límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud (Gouveia et al., 2019).

El transporte a combustión es uno de los principales responsables de la mala calidad del aire en las ciudades, por lo que las políticas que promueven la utilización de vehículos y combustibles de bajas emisiones, además de contribuir a la reducción de emisiones de GEI, pueden tener beneficios para la salud de la población.

Una política de este tipo fue la renovación de la flota del TransMilenio de Bogotá entre 2019 y 2020, con el reemplazo de más de mil autobuses a diésel por unidades impulsadas a gas natural comprimido y con filtros de emisiones.

Según un estudio de Morales Betancourt et al. (2022), la renovación de la flota del TransMilenio permitió reducir considerablemente la exposición de los usuarios a la contaminación del aire en el interior de los autobuses y en las estaciones de pasajeros: la concentración de PM 2,5 en el aire disminuyó en un 78 % y la de hollín (otro material particulado altamente perjudicial para la salud) en un 80 %. Esta política benefició proporcionalmente más a la población de menores recursos de Bogotá, que es la que más utiliza el transporte público y cuyos tiempos de viaje son mayores (Guzman et al., 2023).

Una tercera oportunidad para América Latina y el Caribe proviene de sus condiciones para la adopción de fuentes de energía renovables. Por un lado, si bien el potencial hidráulico de la región ya abastece la mitad de sus necesidades eléctricas, se estima que solo se ha desarrollado entre el 20 % y el 25 %, aproximadamente, de su potencial total (Uribe, 2017). Además de su potencial hidroeléctrico, la geografía de la región brinda importantes ventajas competitivas para la producción de energía solar y eólica. El gráfico 5.15 muestra cómo casi todos los países de la región presentan un potencial mayor al promedio mundial para la generación de energía solar, mientras que aproximadamente un tercio de los países se encuentran por encima de la media global para la generación de energía eólica. Además, Argentina y Chile son dos de los pocos países del mundo con alto potencial en ambas energías simultáneamente. También cabe destacar el importante potencial de generación geotérmica en

Centroamérica y el Caribe (IRENA, 2022a). Aunque requieren importantes inversiones, el desarrollo de estas tecnologías podría permitir no solo descarbonizar la matriz energética de la región, sino también generar excedentes exportables.



**Además de su potencial hidroeléctrico, la geografía de la región brinda importantes ventajas competitivas para la producción de energía solar y eólica**



región a través de la explotación de minerales críticos, gas y fuentes de energía renovables. También es posible que la electrificación altere la ubicación geográfica de procesos productivos a escala mundial. Hoy existen formas relativamente económicas de transportar petróleo y derivados entre países y continentes. Sin embargo, como se explicó antes, el costo de transportar electricidad por unidad de energía es más de 10 veces mayor que el del gas natural y más de 20 veces mayor que el de los combustibles líquidos. Este mayor costo de transporte puede llevar a un mundo energéticamente menos “plano”, donde regiones con condiciones para la generación de energías limpias vean aumentar sus ventajas comparativas para atraer industrias intensivas en el uso de energía (por ejemplo, la de fertilizantes, siderurgia, aluminio, químicos y cemento) (Hausmann, 2021). Este menor costo de la energía, combinado con otras tendencias surgidas en la etapa post-COVID 19, de reubicación de la producción en regiones próximas y países afines (lo que inglés se conoce como *nearshoring* y *friendshoring*), podrían facilitar la localización de las inversiones y la producción en América Latina, en un proceso de descentralización hacia países que ofrecen energía limpia, barata y segura (*powershoring*). La abundante, aunque desigual, disponibilidad de agua en la región (ver el capítulo 1) puede combinarse con estas ventajas comparativas para la ubicación de ciertos procesos productivos.

Por último, el propio proceso de protección del medio ambiente y la biodiversidad a escala mundial puede abrir nuevas oportunidades económicas para la región. Una de estas oportunidades se deriva de la ventaja comparativa de la región para reducir las emisiones de carbono a un menor costo. Las principales

fuentes de emisión de la región, la agricultura y el cambio en el uso de la tierra, son, a su vez, los sectores con mayores oportunidades de mitigación a bajo costo a nivel global. Así, la generalización de impuestos al carbono, relevantes en los países desarrollados, combinados con mercados internacionales de créditos de carbono podría favorecer la exportación de servicios ambientales desde América Latina y el Caribe dada su ventaja comparativa en costos de mitigación. Los desafíos para materializar estas oportunidades no son menores, toda vez que la integración de las compensaciones forestales en los mercados de créditos de carbono voluntarios y regulados ha estado limitada en el pasado por las mayores dificultades de los proyectos forestales para demostrar la adicionalidad, asegurar la permanencia y evitar las fugas de carbono. De desarrollarse la estructura institucional internacional discutida en el capítulo 4, la región podría monetizar los servicios de captura de carbono y protección de la diversidad que provee al mundo. Una similar estructura institucional internacional también podría remunerar a la región por sus importantes servicios de preservación de la biodiversidad. Existen igualmente nuevas oportunidades relacionadas con el biocomercio, entendido como el conjunto de actividades productivas comprometidas con la conservación de la biodiversidad y la inclusión social, en los sectores de ecoturismo, alimentos, y productos cosméticos y farmacéuticos (Vignati y Gómez-García Palao, 2014).



**La región puede exportar servicios de captura de carbono y protección de la diversidad**

## Prioridades de política para la agenda de desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe

América Latina y el Caribe no ha superado todavía los desafíos del bajo crecimiento económico y la alta desigualdad. A esta agenda de desarrollo pendiente se suman los desafíos de mitigar las emisiones, adaptarse al cambio climático y preservar

la biodiversidad y el capital natural de la región. Como se discutió en detalle en el apartado anterior, existen tensiones entre estos nuevos y viejos retos, sea porque los escasos recursos deben repartirse entre crecientes necesidades o porque avances en



una dimensión implican retrocesos en otras. A su vez, algunas intervenciones pueden aprovechar sinergias que permitan avances simultáneos en estos distintos objetivos.

En este apartado final se resume una batería no exhaustiva de políticas públicas que tienen como

objetivos concretos la adaptación al cambio climático, la mitigación de las emisiones, la protección de los ecosistemas y la biodiversidad y el aprovechamiento de las oportunidades abiertas por estos procesos, considerando a su vez las interacciones con los desafíos pendientes del crecimiento económico y la inclusión social de la región.

## Priorizar las políticas de adaptación

Los costos para el bienestar de la población asociados a los impactos actuales y esperados del cambio climático en los países de la región justifican priorizar la asignación de recursos para fines de adaptación. Como se ha discutido a lo largo del capítulo, las necesidades de adaptación son de naturaleza variada y responden a contextos específicos. Una tarea de los países es identificar estas necesidades y diseñar las estrategias de respuesta más convenientes para cada caso. Parte de esta tarea está reflejada en las CDN y los PNACC, pero el análisis de estos documentos sugiere que es necesario profundizar en la generación de conocimiento que permita seleccionar la mejor cartera de proyectos y medidas específicas para atender las necesidades de adaptación. Esto es un requisito necesario, además, para definir con mayor precisión los costos de la adaptación y las necesidades de financiamiento resultantes.

La adaptación climática tiene sinergias positivas con los componentes de crecimiento económico e inclusión social de la agenda de desarrollo. Por un lado, las políticas de adaptación permiten evitar pérdidas; por ejemplo, una alerta temprana ante una ola de calor puede salvar vidas. Por otro, tienen beneficios económicos debido a la reducción de los riesgos —por ejemplo, construir infraestructura para prevenir inundaciones puede aumentar el valor de la tierra que se inundaba— o a la innovación tecnológica —por ejemplo, introducir el riego por goteo para enfrentar la escasez de agua a la vez mejora la productividad agrícola—. También pueden tener beneficios sociales y ambientales; por ejemplo, debido a la protección de recursos naturales que proveen valiosos servicios ecosistémicos (Global Commission on Adaptation, 2019).

### ●● La adaptación climática tiene un triple dividendo: evita futuras pérdidas; reduce riesgos e impulsa la innovación; y crea beneficios sociales y ambientales

La radiografía de las iniciativas de adaptación implementadas en América Latina y el Caribe, realizada a partir de estudios publicados en revistas académicas, muestra que la mayoría de las políticas se focalizan en los sectores de producción de alimentos y medios de vida y salud y surgen como respuestas ante los riesgos de sequías, inundaciones y otros eventos meteorológicos extremos (Berrang-Ford et al., 2021).

Se destacan cuatro grupos de políticas. Un primer grupo lo constituyen las **prácticas de agricultura sostenible**, que son alternativas costoefectivas ante el aumento de las temperaturas, la mayor aridez y el cambio en el patrón de las precipitaciones. Algunos desafíos para promover una mayor adopción de estas prácticas en la región son la escasez de financiamiento (algunas de estas prácticas tienen un período de repago corto, pero otras requieren más tiempo) y la falta de información sobre su rentabilidad (ver el capítulo 2).

Un segundo grupo son las **SBN** que, como se discutió, suelen ser estrategias costoefectivas. La región es, junto con África, la que tiene la mayor proporción de iniciativas de adaptación basadas en la naturaleza, aunque la evidencia indicaría que hay margen para incrementar su uso (Browder et al., 2019).

El tercer grupo de políticas son las **inversiones en infraestructura de adaptación**, incluyendo el aumento de la resiliencia de la infraestructura existente. Aquí se destaca la infraestructura para el manejo de los recursos hídricos, tanto con fines agrícolas como de consumo doméstico, y para la generación hidroeléctrica. Un aspecto importante en el diseño de estas intervenciones es la coordinación entre actores para evitar tensiones entre usos alternativos de los recursos.

El cuarto grupo lo constituyen las **políticas para el manejo de riesgo de desastres**, entre las que se encuentran los sistemas de alerta temprana y otros

mecanismos de provisión de información, una de las opciones de adaptación más costoefectivas (Global Commission on Adaptation, 2019).

Los principales desafíos para avanzar en la agenda de adaptación de la región son el financiamiento y la generación de más evidencia sobre la efectividad de las intervenciones, que no solo permitiría proporcionar aprendizajes para mejorar la gestión de los recursos, sino que es un elemento clave para movilizar una mayor cantidad de recursos financieros con estos fines. Un desafío adicional es el fortalecimiento de las capacidades del sector público para la elaboración de diagnósticos de riesgos y el diseño de políticas.

## Contribuir a la mitigación global

El mundo enfrenta el reto de disminuir las emisiones globales a niveles que permitan contener el aumento de la temperatura de acuerdo con las metas acordadas en el Acuerdo de París. Como parte de este esfuerzo global, América Latina y el Caribe se ha comprometido a reducir sus emisiones para 2030 en un 10 % con respecto al nivel de 2015, meta que probablemente se vuelva más ambiciosa en la próxima revisión de los compromisos.

La contribución de la región a la mitigación global incluye dos decisiones de política centrales: cómo distribuir los esfuerzos de mitigación entre sectores y en qué secuencia. La forma de hacerlo es crucial pues, como ya se ha discutido, la descarbonización de la economía tiene sinergias, pero también tensiones con el resto de los retos de la agenda de desarrollo de la región. La secuencia también es clave para evitar que importantes recursos se terminen perdiendo como activos varados. Los países deben avanzar a su propio ritmo, considerando un menú de alternativas de política que reduzcan emisiones, pero sin descuidar sus impactos sobre otros objetivos de desarrollo. El menú debe tener en cuenta la composición sectorial de las emisiones, la importancia socioeconómica de las actividades que generan estas emisiones, las ventajas comparativas de la región en tecnologías bajas en carbono y las tendencias globales que determinan la evolución de los costos de esas tecnologías.



### La contribución de la región a la mitigación global incluye dos decisiones de política centrales: cómo distribuir los esfuerzos de mitigación entre sectores y en qué secuencia

El 58 % de las emisiones de GEI de la región provienen del sector agropecuario, la silvicultura y otros usos de la tierra (ASOUT), lo que contrasta notablemente con los países desarrollados, en los que este sector genera apenas el 8 % de las emisiones. Esto significa que la estrategia de descarbonización de la región en su conjunto debe ser centralmente diferente a la del mundo desarrollado. Asimismo, dos terceras partes de las emisiones del sector ASOUT provienen fundamentalmente de la deforestación. Por lo tanto, **controlar la deforestación** debe ser una prioridad en la región. Además de usar tecnologías de monitoreo en tiempo real, aumentar las sanciones a los incumplidores y fortalecer el presupuesto y la capacidad de acción de los órganos de control, es importante introducir incentivos financieros, como los programas de PSE. La detención del avance de la frontera agrícola tendrá, por supuesto, un costo en términos de producción agropecuaria, pero este costo será menor si la deforestación está dirigida a actividades de baja productividad.

Más allá de la prioridad de controlar la deforestación, el **desarrollo a gran escala de fuentes de energía renovables** (hidráulica, solar, eólica, etc.) debe formar parte del menú a largo plazo del proceso de reducción de las emisiones y de transición energética. Como se discutió en el apartado anterior, la región tiene importantes ventajas geográficas para el desarrollo de estas energías renovables. Sin embargo, estos proyectos requieren grandes inversiones de capital y en las economías latinoamericanas y caribeñas el ahorro es bajo y los costos financieros elevados. Si bien estos desarrollos pueden atraer inversiones privadas y generar empleo, probablemente tengan un efecto de desplazamiento (*crowding-out*) de otras inversiones y requieran promociones fiscales.

En cambio, la **utilización de fuentes de energía solar y eólica a pequeña escala** puede ser una forma costoefectiva de alcanzar regiones aisladas en la extensa geografía de la región<sup>19</sup>. En lugar de desarrollar una amplia red eléctrica, de producir electricidad localmente con generadores a combustible o de utilizar leña para la cocción o la calefacción, el uso de paneles solares y molinos eólicos puede contribuir simultáneamente a la reducción de emisiones y a la inclusión social en zonas aisladas. Estos proyectos a pequeña escala no requieren grandes inversiones de capital, pero sufren de restricciones ligadas a su intermitencia, pues su disponibilidad varía según el horario y las condiciones climáticas, por lo que deben complementarse con baterías de acopio u otro respaldo alternativo.

El menú de políticas que buscan mitigar las emisiones sin interrumpir los procesos de crecimiento económico e inclusión social debe incluir estrategias de búsqueda de mayor eficiencia económica para que el proceso de *decoupling* permita reducir las emisiones atenuando el impacto sobre los niveles de actividad económica. Como se explicó en el recuadro 5.3, para reducir las emisiones per cápita aumentando a la vez el producto per cápita es necesario aminorar las emisiones por unidad de producto. Esto requiere la **adopción de equipos y procesos con mayor eficiencia**

**energética**, incluyendo un proceso de electrificación de la demanda de energía en los procesos productivos, en el transporte, en el funcionamiento de los edificios y los electrodomésticos en los hogares. La dificultad de esta adopción radica en que la instalación de equipos de menos consumo energético requerirá de importantes inversiones que, al menos en el corto plazo, competirán con otras necesidades de inversión.

Las estrategias de mitigación deberían incluir la **reducción o eliminación de los subsidios energéticos**, en particular sobre el consumo de combustibles fósiles. Estos subsidios frecuentemente operan a través de reducciones en el costo del transporte público o de las tarifas de servicios públicos. Al reducirse estos subsidios, aumenta el precio final y debería disminuir el consumo (o enlentecer su crecimiento), lo cual simultáneamente mitiga las emisiones y merma los costos fiscales. Sin embargo, la reducción (o eliminación) de estos subsidios puede tener efectos regresivos importantes sobre la inclusión social. El recorte de estos subsidios que elevan las emisiones al distorsionar el sistema de precios podría compensarse a través de transferencias monetarias vía los distintos programas de ayuda y seguridad social que existen en la mayoría de los países de la región<sup>20</sup>.

En la misma dirección que la eliminación de subsidios al costo de la energía, se puede considerar la **implementación de precios al carbono** (ya sea como un impuesto o mediante el desarrollo de un mercado de permisos de emisión). Este instrumento aumentará el precio relativo de los bienes y servicios intensivos en emisiones, disminuyendo su consumo (sobre todo en el largo plazo), a la vez que internalizará los costos de las externalidades negativas de las emisiones de carbono. Nuevamente, deberá considerarse que, al encarecer el costo de la energía fósil, los precios al carbono afectarán desproporcionadamente a los hogares más pobres que destinan una mayor fracción de su ingreso al consumo de energía.

19 Existe evidencia de que la energía renovable fuera de red, además de permitir la reducción en el consumo de electricidad y de las emisiones de forma costoefectiva, favorece una mayor seguridad energética y el desarrollo económico local en islas (IRENA, 2014) y zonas rurales aisladas (Kieffer et al., 2016).

20 Como señalan Missbach et al. (2022), en la implementación de este tipo de compensaciones debe tenerse en cuenta que los programas de transferencias monetarias existentes en la región se dirigen a hogares de bajos ingresos, a menudo de manera imperfecta, mientras que el impacto de la reducción de subsidios puede ser difuso entre grupos de ingresos.



## Preservar y regenerar los ecosistemas y la biodiversidad

América Latina y el Caribe tiene una riqueza extraordinaria de ecosistemas y biodiversidad, a pesar de la pérdida de capital natural evidenciada en las últimas décadas. La preservación y regeneración de esta riqueza debe ser una prioridad para el desarrollo sostenible de la región, no solo por su importancia para la adaptación y mitigación climática, sino también por su contribución al crecimiento económico y la inclusión social.



**La preservación y regeneración de su riqueza natural debe ser una prioridad para la región, no solo por su importancia para la adaptación y mitigación climática, sino también por su contribución al crecimiento económico y la inclusión social**

Diversas políticas pueden promover la preservación y regeneración del capital natural en la región. Por un lado, están las políticas de comando y control, que regulan la deforestación y las actividades con un impacto en los ecosistemas. Entre estas políticas se encuentran las **áreas protegidas**, que son una de las herramientas de mayor uso para fines de conservación. Sin embargo, las áreas protegidas pueden ser costosas, tanto por los recursos necesarios para que operen de manera efectiva como por las limitaciones que imponen a la actividad económica. La **coadministración** de recursos naturales de propiedad pública con comunidades locales y otros actores clave son una alternativa para aprovechar sinergias entre los objetivos de conservación y desarrollo local. Un ejemplo al respecto son las áreas protegidas de usos múltiples, que permiten tanto la realización de actividades productivas sustentables como los centros poblacionales de menor escala.

### Fortalecer la coordinación regional

La respuesta al cambio climático y la preservación de la biodiversidad son asuntos que requieren de la cooperación internacional porque enfrentan externalidades internacionales importantes, es decir, las

Entre las políticas basadas en mecanismos de mercado se destacan los **pagos por servicios ecosistémicos**, en los cuales la región es pionera. La evidencia muestra que este tipo de programas pueden ser efectivos siempre y cuando estén diseñados para garantizar el principio de adicionalidad. Los pagos por servicios ecosistémicos tienen una conexión cercana con los **mercados voluntarios de compensación de carbono**, que vinculan a empresas que buscan compensar sus emisiones con otros productores que, a través de acciones de preservación y regeneración, brindan servicios de captura de carbono.

Otra política para la preservación del capital natural son los **acuerdos de la industria**, en los cuales las empresas se comprometen a no comprar productos o servicios de proveedores que incumplen con salvaguardas ambientales. La moratoria de la soja en Brasil es un ejemplo exitoso de este tipo de iniciativas. Por su parte, las **ecocertificaciones** son una alternativa que busca brindar información a los consumidores sobre el impacto ambiental de determinados productos o servicios. La región es líder en la adopción de ecocertificaciones para productos como el plátano, el café y el cacao. Sin embargo, la evidencia acerca de su efectividad es aún limitada.

En la actualidad, la mayor parte de la deforestación que ocurre en la región es ilegal. Prohibir no es suficiente; se requieren instituciones con capacidades de monitoreo y sanción de las infracciones. También es preciso generar las condiciones para que los incentivos individuales y sociales para la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad estén alineados.

Por supuesto, además de las políticas dirigidas a la protección de los ecosistemas, la promoción de prácticas sostenibles en la producción y el consumo son indispensables para lograr un nuevo equilibrio entre la actividad humana y su impacto en la naturaleza.

acciones de cada país afectan a los demás. Esto se refleja en la formación y rol de la CMNUCC, el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Marco Global de Biodiversidad.

A pesar de la heterogeneidad existente en América Latina y el Caribe, los países de la región pueden beneficiarse considerablemente de **fortalecer la coordinación regional** para enfrentar las negociaciones internacionales en cambio climático y biodiversidad. Por ello, deberían adoptar una posición común que reconozca la superposición de ambas agendas y las necesidades y fortalezas de la región.



## Los países de la región pueden beneficiarse considerablemente de fortalecer la coordinación regional para enfrentar las negociaciones internacionales en cambio climático y biodiversidad

El **financiamiento climático** es central para alinear a las partes y encontrar un equilibrio entre la necesidad de un esfuerzo de mitigación mundial y las demandas de justicia climática. En este sentido, los flujos de financiamiento internacional deben tener un componente de compensación que vaya desde

los mayores hacia los menores emisores históricos. Un reto en las negociaciones es que los países industrializados priorizan el financiamiento para mitigación, mientras que la mayor necesidad de los países de la región es la adaptación.

La cooperación internacional para la conservación y regeneración de los ecosistemas ofrece sinergias importantes para el rol de la deforestación en la emisión de GEI y los servicios de alcance regional y global (incluida la regulación del clima) que proveen los ecosistemas de América Latina y el Caribe. Un mecanismo para esto son los **fondos de conservación**, que pueden ayudar a fortalecer la viabilidad financiera de políticas como las de áreas protegidas y los programas de pagos por servicios ecosistémicos. Los **mercados de compensación de carbono** (voluntarios o integrados a esquemas de precios de carbono) son también un canal para financiar la conservación y regeneración de los ecosistemas de la región, con un impacto en la respuesta al cambio climático y el bienestar de la población. Las experiencias de Colombia y México pueden brindar aprendizajes valiosos para el resto de la región (García y García, 2023).

## Aprovechar las oportunidades de la transición

La transición energética y la protección del medio ambiente implicarán fuertes desafíos para la producción, el empleo, la inversión, la recaudación fiscal y otras variables relevantes de las economías de América Latina y el Caribe. Sin embargo, no todos serán costos adicionales para estos países. Este mismo proceso puede abrir oportunidades para explotar la dotación de recursos y las ventajas competitivas de la región.

Por un lado, **el aprovechamiento de las grandes reservas de gas natural** de varios países de la región, antes de que se transformen en activos varados, permitiría reducir las emisiones con respecto al consumo actual de petróleo y carbón (los combustibles fósiles de mayor contaminación). Eventualmente, también se deberá reducir el uso de gas natural, pero su aprovechamiento puede brindar un valioso puente en el proceso de transición energética. Esta explotación del gas natural como combustible de la

transición energética tendrá efectos positivos en términos de reducción de las emisiones, pero también impactos positivos sobre los recursos fiscales y las exportaciones tanto de gas natural licuado como de electricidad generada con su utilización.

Adicionalmente, el aprovechamiento del potencial energético del gas y la explotación de fuentes de energía renovables, para las cuales la región tiene condiciones geográficas particularmente favorables, permitirían el desarrollo de ventajas comparativas para la **instalación de procesos industriales intensivos en energía**, facilitando la relocalización de las inversiones y la producción en América Latina y el Caribe.

Otra oportunidad relevante para la región surge de la **explotación de minerales críticos** que serán demandados por los procesos de transición energética y electrificación. La explotación de cobre,

litio y otros minerales críticos, abundantes en la región, para satisfacer el aumento de la demanda mundial, puede representar una importante fuente de recursos fiscales y divisas. Por supuesto, esta explotación minera debe desarrollarse bajo condiciones que protejan el medio ambiente y a las comunidades locales.

Finalmente, la abundancia relativa de bosques y otras coberturas naturales en la región haría posible **monetizar los esfuerzos de preservación de los recursos forestales**. La oferta de créditos de

compensación de emisiones a partir de proyectos forestales permitiría exportar servicios de captura de carbono a regiones en las que los costos de mitigación son relativamente elevados, constituyendo una fuente de recursos para la región y favoreciendo una mitigación más eficiente a nivel global. Para ello, es esencial construir una gobernanza robusta que garantice la adicionalidad de los proyectos, posibilitando un mayor uso de las compensaciones del sector forestal en los mercados internacionales de carbono.

## Desafíos globales, soluciones regionales

El cambio climático y la pérdida de biodiversidad son un fenómeno real, resultado de la acción humana, que amenaza el bienestar de la humanidad y la continuidad de todas las formas de vida del planeta. La revolución industrial permitió mejorar significativamente el bienestar de la población mundial, con un aumento sin parangón en la esperanza de vida y las condiciones materiales. Sin embargo, el crecimiento económico y poblacional asociado, la creciente demanda de alimentos, energía y materiales y la prevalencia de formas de producción con un impacto negativo en la naturaleza han provocado una crisis ambiental que incluye al cambio climático, pero lo excede. Esta crisis se manifiesta en grandes pérdidas de biodiversidad y degradación de ecosistemas, es decir en una pérdida del capital natural que compromete por sí misma la sostenibilidad del proceso de desarrollo económico y el bienestar de las generaciones futuras.

El cambio climático y la pérdida de biodiversidad son desafíos globales cuya solución requiere de la participación de todos los países. Por su historia e intereses comunes, los países de América Latina y el Caribe se pueden beneficiar considerablemente de una intensa coordinación regional para garantizar que sus voces y preocupaciones tengan eco en las negociaciones internacionales.

Este reporte hace énfasis en tres mensajes de relevancia para todos los países: la importancia de la adaptación, la necesidad de contribuir a la mitigación y la urgencia de preservar el capital natural para el desarrollo sostenible. Pero la respuesta a estos

desafíos puede variar entre regiones. A riesgo de simplificar, es posible distinguir entre cuatro grandes grupos de países según sus características y el tipo de respuesta.

Un primer grupo lo forman los países de América del Sur con altas emisiones provenientes del sector agropecuario (Argentina, Bolivia, Brasil, Guyana, Paraguay y Uruguay), tanto a partir del cambio en el uso del suelo (excepto Argentina y Uruguay) como por la actividad ganadera (excepto en Guyana, donde la principal actividad es el cultivo de arroz). Para estos países, las inundaciones y las sequías son las principales amenazas del cambio climático. Por otro lado, el control de la expansión de la frontera agropecuaria y la introducción de prácticas más sostenibles para el manejo del sector se encuentran entre las prioridades de política. Estas políticas, además, tienen sinergias con la conservación del capital natural. Estos países también pueden beneficiarse de oportunidades incipientes asociadas a la demanda creciente de minerales críticos para la transición (Argentina y Bolivia), de sus reservas de gas natural (Argentina, Brasil y Guyana) y de condiciones favorables para las energías renovables (Argentina).

Un segundo grupo se forma con el resto de los países de América del Sur (Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Surinam y Venezuela) más México, en los que el grueso de las emisiones proviene de los sectores energético e industrial. Estos países también se destacan por su mayor dependencia fiscal y del sector externo de los hidrocarburos (con la

excepción de Chile, que es importador neto de energía), por lo que se enfrentan con el desafío adicional de promover una mayor diversificación de sus estructuras productivas. Entre los principales riesgos se destacan las inundaciones y los problemas en la gestión del agua debido a la acelerada pérdida de los glaciares (sobre todo en los países andinos). En estos países la transición energética constituye un desafío más próximo, al tiempo que las oportunidades de la transición se presentarán en minerales críticos para Chile y Perú, en gas natural para Perú y Venezuela y en energía solar para Chile.



### **No existe una receta infalible y única: los países deben responder de forma distinta a los desafíos que impone la crisis climática y ambiental**

Un tercer grupo lo forman los países de Centroamérica, con emisiones relativamente bajas, como consecuencia de su menor desarrollo relativo y la preponderancia de fuentes limpias en la matriz energética. La agricultura representa aproximadamente una cuarta parte de las emisiones (excepto en Nicaragua, donde es el 60 %), mientras que los sectores industriales y de transporte explican el resto. La principal vulnerabilidad para estas economías proviene de los problemas de seguridad alimentaria y pobreza frente al cambio climático debido a la importancia de la agricultura familiar, por lo que la introducción de prácticas de agricultura sostenible resulta prioritaria.

El cuarto grupo se conforma con los países del Caribe que, al igual que los de Centroamérica, se caracterizan por sus bajas emisiones (con la excepción de Trinidad y Tobago, que tiene emisiones elevadas por la producción de petróleo y gas y la industria química). En cuanto a las fuentes de esas emisiones, hay que hablar de dos subgrupos: los países en islas grandes (Cuba, Haití y República Dominicana) emiten aproximadamente un tercio en agricultura, otro tercio en energía y una cantidad similar en procesos industriales, mientras que en las islas pequeñas las emisiones vienen fundamentalmente de la generación eléctrica, el transporte y los residuos. Los principales riesgos surgen de la interacción entre su alta

exposición a eventos meteorológicos extremos y al aumento del nivel del mar con factores de vulnerabilidad, como la baja diversificación de las economías (en algunos casos, muy dependientes del turismo) y la concentración de la población y las infraestructuras en poca superficie.

Dado el conocimiento científico todavía incompleto sobre los fenómenos del cambio climático y las heterogeneidades en los recursos y riesgos de cada país, la única seguridad es que no existe todavía una receta única. Cada país deberá asignar sus inversiones y esfuerzos en adaptación, mitigación y conservación tomando en cuenta las tensiones y las restricciones discutidas en este reporte. En la consecución del portafolio de políticas más adecuado, se deberán ponderar los costos y beneficios de las distintas alternativas, la viabilidad política de las acciones y los impactos sobre la equidad y el crecimiento.





Imagen de Cuenca (Ecuador), una de las ciudades en la red de biodiversidades. Para saber más sobre esta iniciativa visitar el vínculo.



# Referencias





Abreu, A. (2022, julio). A lavagem da boiada. *Folha de Sao Paulo*. <https://piaui.folha.uol.com.br/materia/lavagem-da-boiada/>

*Acuerdo General Sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT)* (1994). [https://www.wto.org/spanish/docs\\_s/legal\\_s/gatt47.pdf](https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/gatt47.pdf)

Adomatis, S. y Hoen, B. (2015). *Appraising into the sun: Six-state solar home paired-sales analysis* (LBNL-1002778). <https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-1002778.pdf>

Adomatis, S., Jackson, T., Graff-Zivin, J., Thayer, M., Klise, G., Wiser, R. y Hoen, B. (2015). *Selling into the sun: Price premium analysis of a multi-state dataset of solar homes* (LBNL--6942E, 1172644). <https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-6942e.pdf>

Agora Energiewende (2022). Q1 What is the German Energiewende? *Agora Energiewende*. <https://www.agora-energiewende.de/en/the-energiewende/the-german-energiewende/q1-what-is-the-german-energiewende/>

Aguilar Revelo, L. (2022). *La autonomía de las mujeres y la igualdad de género en el centro de la acción climática en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe y ONU Mujeres. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48071-la-autonomia-mujeres-la-igualdad-genero-centro-la-accion-climatica-america>

AIE (2019). *The role of gas in today's energy transitions*. París (Francia): IEA Publications.

AIE (2020a). *World energy outlook 2020*. París: Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

AIE (2020b). Iron and steel technology roadmap. *Energy Technology Perspectives Series*. París: Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>

AIE (2021a). World energy balances (Edition 2021). *IEA World Energy Statistics and Balances* [base de datos]. Consulta realizada el 11 de abril de 202 en <https://doi.org/10.1787/45be1845-en>

AIE (2021b). *Climate impacts on Latin American hydropower*. París: Agencia Internacional de la Energía. París. <https://www.iea.org/reports/climate-impacts-on-latin-american-hydropower>, Licencia: CC BY 4.0.

AIE (2021c). *Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector*. Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

AIE (2021d). *The role of critical minerals in clean energy transitions*. OECD Publishing. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>, License: CC BY 4.0

AIE (2021e). *Key world energy statistics 2021*. Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021>, Licencia: CC BY 4.0.

AIE (2022a). Global final energy use with and without energy efficiency, 2000-2017. *IEA* [base de datos]. Charts – Data & Statistics. Consulta realizada el 11 de abril de 2023 en <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-final-energy-use-with-and-without-energy-efficiency-2000-2017>

AIE (2022b). *Renewable electricity*. Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/reports/renewable-electricity>

AIE (2022c). *Renewables 2022*. Agencia Internacional de la Energía. <https://doi.org/10.1787/96bc279a-en>

AIE (2022d). *World energy outlook 2022*. Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022?language=es>

AIE (2022e). *World energy balances (Edition 2022)*. [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-world-energy-statistics-and-balances/world-energy-balances-edition-2022\\_b91ec53f-en](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-world-energy-statistics-and-balances/world-energy-balances-edition-2022_b91ec53f-en)

AIE (2023). *Latin America's opportunity in critical minerals for the clean energy transition*. Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/commentaries/latin-america-s-opportunity-in-critical-minerals-for-the-clean-energy-transition>

Airaudó, F., Pappa, E. y Seoane, H. (2022). *Greenflation: The cost of the green transition in small open economies*. CAF. <https://cafscioteqa.azurewebsites.net/handle/123456789/1994>

Alaniz, A. J., Carvajal, M. A., Marquet, P. A., Vergara, P. M., Meneses, L. y Moreira-Arce, D. (2022). Analyzing the spatiotemporal patterns of forests carbon sink and sources between 2000 and 2019. *Earth's Future*, 10(11), e2021EF002560.

Alcántara De Vasconcellos, E. A. (2019). *Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe: movilidad urbana sostenible*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44668-contribuciones-un-gran-impulso-ambiental-america-latina-caribe-movilidad-urbana>

Alexander, P., Rounsevell, M. D. A., Dislich, C., Dodson, J. R., Engström, K. y Moran, D. (2015). Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Global Environmental Change*, 35, 138-147. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.011>

Alix-García, J. M., de Janvry, A., Sadoulet, E. y Torres, J. M. (2005). *An assessment of Mexico's payment for environmental services program*. FAO report.

Alix-García, J. M., Shapiro, E. N. y Sims, K. R. E. (2012). Forest conservation and slippage: Evidence from Mexico's National Payments for Ecosystem Services Program. *Land Economics*, 88(4), 613-638. <https://doi.org/10.3368/le.88.4.613>

Alix-García, J. M., Sims, K. R. E., Orozco-Olvera, V. H., Costica, L. E., Fernández Medina, J. D. y Romo Monroy, S. (2018). Payments for environmental services supported social capital while increasing land management. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(27), 7016-7021. <https://doi.org/10.1073/pnas.1720873115>

Alix-García, J. M., Sims, K. R. E. y Yañez-Pagans, P. (2015). Only one tree from each seed? Environmental effectiveness and poverty alleviation in Mexico's payments for ecosystem services program. *American Economic Journal: Economic Policy*, 7(4), 1-40. <https://doi.org/10.1257/pol.20130139>

Alpízar, F., Carlsson, F., Lanza, G., Carney, B., Daniels, R. C., Jaime, M., Ho, T., Nie, Z., Salazar, C. y Tibesigwa, B. (2020). A framework for selecting and designing policies to reduce marine plastic pollution in developing countries. *Environmental Science & Policy*, 109, 25-35.

Alpízar, F., Madrigal, R., Alvarado, I., Brenes, E., Camhi, A., Maldonado, J., Marco, J., Martínez-Salinas, A., Pacay, E. y Watson, G. (2020). *Mainstreaming of natural capital and biodiversity into planning and decision-making*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Álvarez, F., Brassiolo, P., Toledo, M., Allub, L., Alves, G., De la Mata, D., Estrada, R. y Daude, C. (2020). *RED 2020: Los sistemas de pensiones y salud en América Latina. Los desafíos del envejecimiento, el cambio tecnológico y la informalidad*. CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1652>

Álvarez, F., Eslava, M., Sanguinetti, P., Toledo, M., Alves, G., Daude, C. y Allub, L. (2018). *RED 2018. Instituciones para la productividad: hacia un mejor entorno empresarial*. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1343>

Álvarez Malvido, M., Lázaro, C., De Lamo, X., Juffe-Bignoli, D., Cao, R., Bueno, P., Sofrony, C., Maretti, C. y Guerra, F. (2021). *Informe planeta protegido 2020: Latinoamérica y el Caribe*. Ciudad de México, México.

Andrews-Speed, P., y Ma, G. (2016). Household energy saving in China: The challenge of changing behaviour. En B. Su y E. Thomson (eds.), *China's energy efficiency and conservation., Springer Briefs in Environment, Security, Development and Peace* (vol. 31, pp. 23-39). Singapore: Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-0928-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-10-0928-0_3)

Ardeshiri, A., Ardeshiri, M., Radfar, M. y Hamidian Shormasty, O. (2016). The values and benefits of environmental elements on housing rents. *Habitat International*, 55, 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.02.004>

Asher, S., Garg, T. y Novosad, P. (2020). The ecological impact of transportation infrastructure. *The Economic Journal*, 130(629), 1173-1199. <https://doi.org/10.1093/ej/ueaa013>

Ashwill, M., Blomqvist, M., Salinas, S. y Ugaz-Simonsen, K. (2011). *Gender dynamics and climate change in rural Bolivia*. Banco Mundial.

Assunção, J. y Rocha, R. (2019). Getting greener by going black: The effect of blacklisting municipalities on Amazon deforestation. *Environment and Development Economics*. Cambridge University Press, vol. 24(2), pp. 115-137.

Assunção, J., Gandour, C. y Rocha, R. (2022). DETERRing deforestation in the Brazilian Amazon: Environmental monitoring and law enforcement. *American Economic Journal: Applied Economics*, vol. 15(2), pp. 125-156.

Assunção, J., Gandour, C. y Souza-Rodrigues, E. (2019). *The forest awakens: Amazon regeneration and policy spillover*. Documento de trabajo 2. Río de Janeiro: Climate Policy Initiative.

Assunção, J., McMillan, R., Murphy, J. y Souza-Rodrigues, E. (2019). *Optimal environmental targeting in the amazon rainforest*. National Bureau of Economic Research.

Audubon (2022). *Americas flyways initiative: Birds, game-changers for saving nature*. National Audubon Society. <https://www.audubon.org/news/americas-flyways-initiative-birds-game-changers-saving-nature>

Baccini, A., Goetz, S., Walker, W., Laporte, N., Sun, M., Sulla-Menashe, D., Hackler, J., Beck, P., Dubayah, R. y Friedl, M. (2012). Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature climate change*, 2(3), article 3.

BAD (2023). *Asian development outlook (ADO) April 2023*. Banco Asiático de Desarrollo <https://doi.org/10.22617/FLS230112-3>

Baldauf, M., Garlappi, L. y Yannelis, C. (2020). Does climate change affect real estate prices? Only if you believe in it. *The Review of Financial Studies*, 33(3), 1256-1295.

Baldi, G., Texeira, M., Martin, O. A., Grau, H. R. y Jobbágy, E. G. (2017). Opportunities drive the global distribution of protected areas. *PeerJ*, 5: e2989. <https://doi.org/10.7717/peerj.2989>

Banco Mundial (2012). *Contabilidad del capital natural*. Noticias. Artículo del 7 de mayo de 2012. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2012/05/07/natural-capital-accounting>

Banco Mundial (2021). *La riqueza cambiante de las naciones 2021: gestión de activos para el futuro*. Banco Mundial.

Banco Mundial (2022a). Área selvática (kilómetros cuadrados). *Datos abiertos del Banco Mundial*. Consulta realizada el 20 de abril de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.FRST.K2>

Banco Mundial (2022b). Empleos en agricultura (% del total de empleos). *Datos abiertos del Banco Mundial*. Consulta realizada el 14 de abril de 2023 en <https://data.worldbank.org>

Banco Mundial (2022c). Crecimiento del PIB (% anual). *Datos abiertos del Banco Mundial*. Consulta realizada el 20 de abril de 2023 en <https://data.worldbank.org>

Banco Mundial (2022d). Acceso a la electricidad (% de población). América Latina y el Caribe. *Indicadores del desarrollo mundial* [base de datos]. Tomados de la Base del Banco Mundial Energía Sostenible para Todos (SE4ALL). Consulta realizada el 14 de abril de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS>

Banco Mundial (2022e). *DataBank. Doing Business* [base de datos]. Banco Mundial. Consulta realizada el 6 de noviembre de 2022 en [https://databank.worldbank.org/id/dd1d6036?Report\\_Name=SAIDI-Index-WB#](https://databank.worldbank.org/id/dd1d6036?Report_Name=SAIDI-Index-WB#)

Banco Mundial (2023a). Población, total. *Indicadores del desarrollo mundial* [base de datos]. Tomados de División de Población de las Naciones Unidas. Perspectivas de la población mundial; Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (cuadros de Excel avanzados); Informes de censos y otras publicaciones de estadísticas de oficinas nacionales de estadística; Eurostat: Estadísticas Demográficas; Secretaría de la Comunidad del Pacífico: Programa de Estadísticas y Demografía, y Oficina de Censos de los Estados Unidos: Base Internacional de Datos. Consulta realizada el 8 de marzo de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>

Banco Mundial (2023b). PIB (US\$ a precios actuales). *Indicadores del desarrollo mundial* [base de datos]. Datos de las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE. Consulta realizada el 26 de enero de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD>

Banco Mundial (2023c). Exportaciones de combustible (% de exportaciones de mercaderías). *Indicadores del desarrollo mundial* [base de datos]. Estimaciones del Banco Mundial a partir de la base de datos Comtrade generada por la División de Estadísticas de las Naciones Unidas. Consulta realizada el 28 de abril de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/TX.VAL.FUEL.ZS.UN>

Banco Mundial (2023d). PIB (US\$ a precios constantes de 2010). *Indicadores del desarrollo mundial* [base de datos]. Datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE. Consulta realizada el 21 de abril de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD>

Banco Mundial (2023e). Importaciones de energía, valor neto (% del uso de energía). *Indicadores del desarrollo mundial* [base de datos]. Consulta realizada el 31 de mayo de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.IMP.CON.S.ZS>

Banco Mundial (2023f). Crecimiento del PIB per cápita (% anual). *Indicadores del desarrollo mundial* [base de datos]. Consulta realizada el 24 de mayo de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD.ZG>



Banco Mundial (2023g). Índice de Gini. Indicadores del desarrollo mundial [base de datos]. Consulta realizada el 24 de mayo de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI>

Banco Mundial (2023h). Tasa de incidencia de la pobreza, sobre la base de \$6,85 por día (2017 PPA) (% de la población). Indicadores del desarrollo mundial [base de datos]. Consulta realizada el 2 de mayo de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.DDAY>

Banco Mundial (2023i). PIB, PPA (\$ a precios internacionales constantes de 2011) . Indicadores del desarrollo mundial [base de datos]. Consulta realizada el 26 de julio de 2023 en <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.KD>

Banerjee, O., Cicowiez, M., Ríos, A. y De Lima, C. (2021). *Climate change impacts on agriculture in Latin America and the Caribbean: An application of the integrated economic-environmental modeling (IEEM) Platform*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0003794>

Barahona, N., Gallego, F. A. y Montero, J.-P. (2020). Vintage-specific driving restrictions. *The Review of Economic Studies*, 87(4), pp. 1646-1682. doi:10.1093/restud/rdz031

Barbero, J. A., Fiadone, R. y Millán Placci, M. F. (2020). *El transporte automotor de cargas en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/10424>

Barlow, J., Gardner, T. A., Araujo, I. S., Ávila-Pires, T. C., Bonaldo, A. B., Costa, J. E., Esposito, M. C., Ferreira, L. V., Hawes, J., Hernández, M. I. M., Hoogmoed, M. S., Leite, R. N., Lo-Man-Hung, N. F., Malcolm, J. R., Martins, M. B., Mestre, L. A. M., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, A. L., Overal, W. L., ... Peres, C. A. (2007). Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(47), 18555-18560. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703333104>

Basualdo, M., Cavigliasso, P., de Ávila, R. S., Aldea-Sánchez, P., Correa-Benítez, A., Harms, J. M., Ramos, A. K., Rojas-Bravo, V. y Salvarrey, S. (2022). Current status and economic value of insect-pollinated dependent crops in Latin America. *Ecological Economics*, 196, 107395. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107395>

Berniell, L., de la Mata, D., Alves, G. y Álvarez, F. (2022). *RED 2022. Desigualdades heredadas: el rol de las habilidades, el empleo y la riqueza en las oportunidades de las nuevas generaciones*. CAF. <https://www.caf.com/es/especiales/red/red-2022/>

Berrang-Ford, L., Siders, A. R., Lesnikowski, A., Fischer, A. P., Callaghan, M. W., Haddaway, N. R., Mach, K. J., Araos, M., Shah, M. A. R., Wannewitz, M., Doshi, D., Leiter, T., Matavel, C., Musah-Surugu, J. I., Wong-Parodi, G., Antwi-Agyei, P., Ajibade, I., Chauhan, N., Kakenmaster, W., ... Abu, T. Z. (2021). A systematic global stocktake of evidence on human adaptation to climate change. *Nature Climate Change*, 11(11), 989-1000. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01170-y>

Bhutada, G. (2022, abril 13). *The 200-year history of mankind's energy transitions*. Foro Económico Mundial. <https://www.weforum.org/agenda/2022/04/visualizing-the-history-of-energy-transitions/>

Big Room (2023). *Ecolabel Index* [sitio web]. Consulta realizada el 20 de enero de 2023 en <https://www.ecolabelindex.com/>

Bindoff, N. L., Cheung, W. W. L., Kairo, J. G., Arístegui, J., Guinder, V. A., Hallberg, R., Hilmi, N., Jiao, N., Karim, M. S., Levin, L., O'Donoghue, S., Purca Cuicapusa, S. R., Rinkevich, B., Suga, T., Tagliabue, A. y Williamson, P. (2019). Changing ocean, marine ecosystems, and dependent communities. En H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama y N. M. Weyer (eds.), *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate*. Cambridge (UK) y New York (EE. UU.): Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.007>.

BirdLife International (2023). *State of the world's birds—Species dashboard* [base de datos]. Consulta realizada el 1 de marzo de 2023 en <http://datazone.birdlife.org/species/dashboard>

Bishop, K., Ketcham, J. y Kuminoff, N. (2018). *Hazed and confused: The effect of air pollution on dementia*. Documento de trabajo 24970. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. doi: 10.3386/w24970.

Black, S., Parry, I. y Zhunussova, K. (2022). More countries are pricing carbon, but emissions are still too cheap. *IMF Blog*. Publicado el 21 de julio. <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2022/07/21/blog-more-countries-are-pricing-carbon-but-emissions-are-still-too-cheap>

Blackman, A. y Rivera, J. (2011). Producer-level benefits of sustainability certification: Benefits of sustainability certification. *Conservation Biology*, 25(6), 1176-1185. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01774.x>

Blackman, A., Epanchin-Niell, R., Siikamäki, J. y Vélez-López, D. (2014). *Biodiversity conservation in Latin America and the Caribbean: Prioritizing policies*. Routledge.

Blanchard, O., Gollier, C. y Tirole, J. (2022). *The portfolio of economic policies needed to fight climate change*. Peterson Institute for International Economics.

Blanco Blanco, A., Fretes Cibils, V., Mendive, C., Muñoz Miranda, A., Ortiz, J. P., Pérez, C. A., Reese, E. y Sandroni, P. (2016). *Expandiendo el uso de la valorización del suelo. La captura de plusvalías en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/expandiendo-el-uso-de-la-valorizacion-del-suelo-la-captura-de-plusvalias-en-america-latina-y-el>

Bleeker, A., Escribano, P., Gonzales, C., Liberati, C. y Mawby, B. (2021). *Advancing gender equality in environmental migration and disaster displacement in the Caribbean*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/en/publications/46737-advancing-gender-equality-environmental-migration-and-disaster-displacement>

BloombergNEF (2022). Electric vehicle outlook 2022. *turtl.co*. Consulta realizada el 11 de abril de 2023 en <https://bnef.turtl.co/story/evo-2022/>

BNEF (2021). *New energy outlook 2021—Executive summary*. BloombergNEF.

Bocci, C., Fortmann, L., Sohngen, B. y Milian, B. (2018). The impact of community forest concessions on income: An analysis of communities in the Maya Biosphere Reserve. *World Development*, 107, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.02.011>

Böhringer, C., Balistreri, E. J. y Rutherford, T. F. (2012). The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an energy modeling forum study (EMF 29). *Energy Economics*, 34, S97-S110. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.10.003>

Bond, W. J. (2016). Ancient grasslands at risk. *Science*, 351(6269), 120-122.

- Bond, W. J. y Parr, C. L. (2010). Beyond the forest edge: Ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. *Biological Conservation*, 143(10), 2395-2404.
- Borenstein, S. y Davis, L. W. (2016). The distributional effects of US clean energy tax credits. *Tax Policy and the Economy*, 30(1), 191-234. The University of Chicago Press. <https://doi.org/10.1086/685597>
- Bovarnick, A., Fernández-Baca, J., Galindo, J. y Negret, H. (2010). *Financial sustainability of protected areas in Latin America and the Caribbean: Investment policy guidance*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y The Nature Conservancy (TNC).
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M. y Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>
- BP (2022). *Energy outlook (Edition 2022)*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2022.pdf>
- Branger, F. y Quirion, P. (2014). Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. *Ecological Economics*, 99, 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.12.010>
- Brichetti, J. P., Mastronardi, L., Rivas, M. E., Serebrisky, T. y Solís, B. (2021). *The infrastructure gap in Latin America and the Caribbean: Investment needed through 2030 to meet the sustainable development goals*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0003759>
- Browder, G., Ozment, S., Rehberger Bescos, I., Gartner, T. y Lange, G. M. (2019). *Integrating green and gray: Creating next generation infrastructure*. Banco Mundial e Instituto de Recursos Mundiales.
- Brown, N. A., Díaz, D., Angarita, I., Boodram, N., Bunting, G., Cadiz-Hadeed, A., Fardin, F. y Wege, D. (2019). *Ecosystem profile: The Caribbean islands biodiversity hotspot*. Caribbean Natural Resources Institute (CANARI). <https://www.cepf.net/sites/default/files/cepf-caribbean-islands-ecosystem-profile-december-2020-english.pdf>
- Brundtland, G. H. (1987). What is sustainable development. *Our common future*, 8(9).
- Bunting, P., Rosenqvist, A., Hilarides, L., Lucas, R. M., Thomas, N., Tadono, T., Worthington, T. A., Spalding, M., Murray, N. J. y Rebelo, L.-M. (2022). Global mangrove extent change 1996-2020: Global mangrove watch version 3.0. *Remote Sensing*, 14(15), article 15.
- Burke, L., Reyntar, K., Spalding, M. y Perry, A. (2011). *Reefs at risk revisited* (p. 130) [base de datos]. Instituto de Recursos Mundiales. <http://www.wri.org/publication/reefs-risk-revisited>
- CAF (2014). *Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe*. CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/517>
- CAF (2022). *Propuesta de valor. Iniciativa latinoamericana y del Caribe para el desarrollo del mercado de carbono (ILACC)* [Reporte]. Vicepresidencia Sector Privado de CAF. <http://cafscioteca.azurewebsites.net/handle/123456789/1916>
- Cain, N. L. y Nelson, H. T. (2013). What drives opposition to high-voltage transmission lines? *Land use policy*, 33, 204-213.

- Calel, R., Colmer, J., Dechezleprêtre, A. y Glachant, M. (2021). Do carbon offsets offset carbon? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3950103>
- Cames, M., Harthan, R. O., Juerg Fuessler, Lazarus, M., Lee, C., Erickson, P. y Spalding-Fecher, R. (2016). *How additional is the clean development mechanism? Analysis of the application of current tools and proposed alternatives*. Estudio preparado para DG CLIMA. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23258.54728>
- Campbell, B. (2022). *Climate change impacts and adaptation options in the agrifood system*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.4060/cc0425>  
<https://doi.org/10.4060/cc0425en>
- Cao, S. y Kingston, D. G. I. (2009). Biodiversity conservation and drug discovery: Can they be combined? The Suriname and Madagascar experiences. *Pharmaceutical Biology*, 47(8), 809-823. <https://doi.org/10.1080/13880200902988629>
- Carbone, J. C. y Rivers, N. (2017). The impacts of unilateral climate policy on competitiveness: Evidence from computable general equilibrium models. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(1), 24-42. <https://doi.org/10.1093/reep/rew025>
- Carrero, G. C., Walker, R. T., Simmons, C. S. y Fearnside, P. M. (2022). Land grabbing in the Brazilian Amazon: Stealing public land with government approval. *Land Use Policy*, 120, 106133.
- Carty, T. y Kowalzig, J. (2022). *Climate finance short-changed: The real value of the \$100 billion commitment in 2019-2020*. Oxfam. <https://doi.org/10.21201/2022.9752>
- Carvajal, F. (2017). *Avances y desafíos de las cuentas económico-ambientales en América Latina y el Caribe*.
- Casas Varez, M. (2017). *La transversalización del enfoque de género en las políticas públicas frente al cambio climático en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Cavallo, E. A., Powell, A. y Serebrisky, T. (eds.). (2020). *From structures to services: The path to better infrastructure in Latin America and the Caribbean*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0002506>
- CCG-UC (2023). *Bases físicas e indicadores del cambio climático en América Latina y el Caribe*. Centro del Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica (UC) de Chile. CAF.
- CDB (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Central Park Conservancy (2015). *The Central Park effect: Assessing the value of Central Park's contribution to New York City's economy*. [https://assets.centralparknyc.org/pdfs/about/The\\_Central\\_Park\\_Effect.pdf](https://assets.centralparknyc.org/pdfs/about/The_Central_Park_Effect.pdf)
- CEPAL (2019). *Transporte de carretera en América Latina: evolución de la infraestructura y de sus impactos entre 2007 y 2015*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44440-transporte-carretera-america-latina-evolucion-la-infraestructura-sus-impactos>
- CEPAL (2022a). *Perspectivas de la SEEA EA en la región de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/211208\\_foro\\_capital\\_natural\\_presentacion\\_dic9\\_cepal.pdf](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/211208_foro_capital_natural_presentacion_dic9_cepal.pdf)
- CEPAL (2022b). *Una década de acción para un cambio de época*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47745-decada-accion-un-cambio-epoca-quinto-informe-progreso-desafios-regionales-la>

CEPAL (2023). *Perspectivas económicas de América Latina 2022: hacia una transición verde y justa*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48426-perspectivas-economicas-america-latina-2022-transicion-verde-justa>

CEPAL, OCDE, CAF y UE (2022). Latin American economic outlook 2022: Towards a green and just transition. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48426-perspectivas-economicas-america-latina-2022-transicion-verde-justa>

Cevik, S. y Jalles, J. T. (2020). *Feeling the heat: Climate shocks and credit ratings*. Documento de trabajo del FMI WP/20/286. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2020/12/18/Feeling-the-Heat-Climate-Shocks-and-Credit-Ratings-49945>. Available at SSRN 3772492.

Challenger, A. y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. *Capital Natural de México*, 1, 87-108.

Chancel, L., Piketty, T., Saez, E. y Zucman, G. (2022). *World inequality report 2022*. Harvard University Press.

Chen, M., Jia, W., Du, C., Shi, M., Henebry, G. M. y Wang, K. (2023). Carbon saving potential of urban parks due to heat mitigation in Yangtze River Economic Belt. *Journal of Cleaner Production*, 385, 135713. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135713>

Cheung, W. W., Lam, V. W., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R. E. G., Zeller, D. y Pauly, D. (2010). Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16(1), 24-35.

Chitiga-Mabugu, M., Henseler, M., Maisonnave, H. y Mabugu, R. (2023). Climate change and women — Impacts and adaptation. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 17(1), 99-152. <https://doi.org/10.1561/101.00000151>

CIESIN y CIDR (2021). *Low elevation coastal zone (LECZ) urban-rural population and land area estimates, version 3* [base de datos]. Center For International Earth Science Information Network, Columbia University, y CUNY Institute for Demographic Research, City University of New York. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <https://doi.org/10.7927/D1X1-D702>.

Cisneros-Montemayor, A. M., Sanjurjo, E., Munro, G. R., Hernández-Trejo, V. y Rashid Sumaila, U. (2016). Strategies and rationale for fishery subsidy reform. *Marine Policy*, 69, 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.10.001>

Climate Analytics y NewClimate Institute (2022a, octubre 6). Climate action tracker: Country summary. *Climate Action Tracker*. Consulta realizada el 6 de octubre de 2022. <https://climateactiontracker.org/countries>

Climate Analytics y NewClimate Institute (2022b). Climate action tracker: Global emissions time series. *Climate Action Tracker* [base de datos]. Consulta realizada el 10 de marzo de 2023. <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/>

Climate Watch (2022). Historical country greenhouse gas emissions data. *Climate Watch*. Washington, D. C.: Instituto de Recursos Mundiales. <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>

Climate Watch (2023). Data explorer. NDC content. *Climate Watch*. <https://www.climatewatchdata.org/data-explorer/ndc-content>

Cole, J. R. y McCoskey, S. (2013). Does global meat consumption follow an environmental Kuznets curve? *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 9(2), article 2. <https://doi.org/10.1080/15487733.2013.11908112>

Comisión Europea (2022a). *Pacto Verde: La UE aprueba legislación para luchar contra la deforestación y la degradación forestal a escala mundial impulsadas por la producción y el consumo de la UE* [Comunicado de prensa del 6 de diciembre]. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP\\_22\\_7444](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_22_7444)

Comisión Europea (2022b). Commission delegated regulation (EU) 2022/1214. *Diario Oficial de la Unión Europea L 188/1*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R1214&from=EN>

Conferencia de las Partes en el CDB (2022). Decisión 15/4. Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal. *Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. 15ª Reunión – Parte II, Montreal, Canadá. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-es.pdf>

Conferencia de las Partes en la CMNUCC (2010, marzo 30). Decisión 2/CP.15. Acuerdo de Copenhague. *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 15º periodo de sesiones, celebrado en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009*. <https://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/spa/11a01s.pdf#page=4>

Conferencia de las Partes en la CMNUCC (2016). Decisión 1/CP.21 Aprobación del Acuerdo de París. *Conferencia de París sobre el Cambio Climático, del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 2015*. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/10a01s.pdf>

Cont, W., Belfiori, E., Rodríguez Pardina, M., Rojas, D., Fernández, S., Bonifaz, J. L., Gibovich, G., Zamora, V., Castillo, E. y Vanoli, C. (2022). *Ideal 2022: Energía, agua y salud para un mejor medio ambiente*. Caracas: CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1980>

Conte Grand, M., Schulz-Antipa, P. y Rozenberg, J. (2023). Potential exposure and vulnerability to broader climate-related trade regulations: An illustration for LAC countries. *Environment, Development and Sustainability*, 1-26.

Contreras-Lisperguer, R. y de Cuba, K. (2008). *The potential impact of climate change on the energy sector in the Caribbean region*. Washington D. C.: Organización de Estados Americanos.

Córdoba-Tovar, L., Marrugo-Negrete, J., Barón, P. R. y Díez, S. (2022). Drivers of biomagnification of Hg, As and Se in aquatic food webs: A review. *Environmental Research*, 204, 112226. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112226>

Cosbey, A., Droege, S., Fischer, C. y Munnings, C. (2019). Developing guidance for implementing border carbon adjustments: Lessons, cautions, and research needs from the literature. *Review of Environmental Economics and Policy*, 13(1), 3-22. <https://doi.org/10.1093/reep/rey020>

Costello, M. J., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H. y Miloslavich, P. (2010). A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PLoS ONE*, 5(8), article 8.

Cotton, M. y Devine-Wright, P. (2013). Putting pylons into place: A UK case study of public perspectives on the impacts of high voltage overhead transmission lines. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(8), 1225-1245.

Craig, M. y Brancucci, C. (2021). Impact of variable renewable energy sources on bulk power system planning and operations. *Handbook of Energy Economics and Policy* (pp. 363-394). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814712-2.00009-9>

Crippa, M., Guizzardi, D., Banja, M., Solazzo, E., Muntean, M., Schaaf, E., Pagani, F., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J. G. J., Quadrelli, R., Risquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Grassi, G., Rossi, S., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J. y Vignati, E. (2022). *CO2 emissions of all world countries – JRC/IEA/PBL 2022 Report*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2760/07904, JRC130363.

Criscuolo, A. y Cuomo, F. (2018). *Market opportunities for green upgrading and innovation*. Washington, D. C.: Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/30481doi:10.1596/30481>

Cristini, M. (2023). Cambio climático, protección de medioambiente y biodiversidad: desafíos y oportunidades. Policy Paper n.º 20. Caracas: CAF <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2035>

Dafforn, K. A., Glasby, T. M., Airoldi, L., Rivero, N. K., Mayer-Pinto, M. y Johnston, E. L. (2015). Marine urbanization: An ecological framework for designing multifunctional artificial structures. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(2), 82-90.

Danza, F. y Lee, E. (2022). *Illegal migration and weather shocks: Evidence from rural Mexico*. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1993>

Dasgupta, P. (2021). *The economics of biodiversity: The Dasgupta review* (Actualizado el 18 de febrero de 2021). HM Treasury.

Dass, P., Houlton, B. Z., Wang, Y. y Warlind, D. (2018). Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environmental Research Letters*, 13(7), 074027. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aacb39>

Daude, C., Fajardo, G., Brassiolo, P., Estrada, R., Goytia, C., Sanguinetti, P., Álvarez, F. y Vargas, J. (2017). *RED 2017. Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*. CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1090>

Davies, A. B. y Asner, G. P. (2014). Advances in animal ecology from 3D-LiDAR ecosystem mapping. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(12), 681-691. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.10.005>

Davis, L. W. y Kahn, M. E. (2010). International trade in used vehicles: The environmental consequences of NAFTA. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2(4), 58-82. <https://doi.org/10.1257/pol.2.4.58>

De Oliveira Filho, A. B. (2020). *Impact of environmental law enforcement on de-forestation, land use and natural regeneration in the Brazilian Amazon* [PhD Tesis Geography]. Cambridge University.

De Oliveira Leis, M., Barragán-Paladines, M. J., Saldaña, A., Bishop, D., Jin, J. H., Kereži, V., Agapito, M. y Chuenpagdee, R. (2019). Overview of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean: Challenges and prospects. En S. Salas, M. J. Barragán-Paladines, y R. Chuenpagdee (eds.), *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean*, vol. 19, pp. 15-47. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0_2)

De Silva, T. y Tenreyro, S. (2021). Presidential address 2021 climate-change pledges, actions, and outcomes. *Journal of the European Economic Association*, 19(6), 2958-2991. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvab046>

Dechezleprêtre, A. y Sato, M. (2017). The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(2), 183-206. <https://doi.org/10.1093/reep/rex013>

*Declaración de París sobre los precios del carbono en las Américas.* (2017, diciembre 12). Cumbre Un Planeta. París, Francia. [https://www.ieta.org/resources/News/Press\\_Releases/2017/Declaration%20on%20Carbon%20Pricing\\_FINAL.pdf](https://www.ieta.org/resources/News/Press_Releases/2017/Declaration%20on%20Carbon%20Pricing_FINAL.pdf)

Declerck, S. A., Winter, C., Shurin, J. B., Suttle, C. A. y Matthews, B. (2013). Effects of patch connectivity and heterogeneity on metacommunity structure of planktonic bacteria and viruses. *The ISME journal*, 7(3), article 3.

Den Elzen, M. G. J., Dafnomilis, I., Forsell, N., Fragkos, P., Fragkiadakis, K., Höhne, N., Kuramochi, T., Nascimento, L., Roelfsema, M., van Soest, H. y Sperling, F. (2022). Updated nationally determined contributions collectively raise ambition levels but need strengthening further to keep Paris goals within reach. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 27(5), 33. <https://doi.org/10.1007/s11027-022-10008-7>

Deng, Y. Y., Haigh, M., Pouwels, W., Ramaekers, L., Brandsma, R., Schimschar, S., Grözinger, J. y de Jager, D. (2015). Quantifying a realistic, worldwide wind and solar electricity supply. *Global Environmental Change*, vol. 31, pp. 239-252. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.005>

DeSantis, D., James, B. D., Houchins, C., Saur, G. y Lyubovsky, M. (2021). Cost of long-distance energy transmission by different carriers. *IScience*, 24(12), 103495.

Desbureaux, S. y Rodella, A.-S. (2019). Drought in the city: The economic impact of water scarcity in Latin American metropolitan areas. *World Development*, 114, 13-27.

Deschênes, O. (2014). Temperature, human health, and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*, 46, 606-619.

Deschênes, O. y Greenstone, M. (2011). Climate change, mortality, and adaptation: Evidence from annual fluctuations in weather in the US. *American Economic Journal: Applied Economics*, 3(4), 152-185.

Desmet, K., Kopp, R. E., Kulp, S. A., Nagy, D. K., Oppenheimer, M., Rossi-Hansberg, E. y Strauss, B. H. (2021). Evaluating the economic cost of coastal flooding. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(2), 444-486. <https://doi.org/10.1257/mac.20180366>

Deutz, A., Heal, G. M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Zhu, L., Delmar, A., Meghji, A., Sethi, S. A. y Tobin-de la Puente, J. (2020). *Financing nature: Closing the global biodiversity financing gap*. The Paulson Institute, The Nature Conservancy y Cornell Atkinson Center for Sustainability. <https://www.paulsoninstitute.org/conservation/financing-nature-report/>

Dhokal, S., Minx, J. C., Toth, F., Abdel-Aziz, A., Figueroa, M., Jonckheere, I., Yong-Gun Kim, Nemet, G.F., Pachauri, S., Tan, X.C. y Wiedmann, T. (2022). Emissions trends and drivers. En IPCC, *Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (UK) y New York (EE. UU.): Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781009157926.004

Di, Q., Wang, Yan, Zanobetti, A., Wang, Yun, Koutrakis, P., Choirat, C., Dominici, F. y Schwartz, J. D. (2017). Air pollution and mortality in the medicare population. *New England Journal of Medicine*, 376(26), 2513-2522. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1702747>

Di Sbroiavacca, N., Dubrovsky, H., Nadal, G. y Contreras Lisperguer, R. (2019). *Rol y perspectivas del gas natural en la transformación energética de América Latina: aportes a la implementación del Observatorio Regional sobre Energías Sostenibles*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44596-rol-perspectivas-gas-natural-la-transformacion-energetica-america-latina-aportes>



Dias, M., Rocha, R. y Soares, R. R. (2023). Down the river: Glyphosate use in agriculture and birth outcomes of surrounding populations. *The Review of Economic Studies*, rdad011. <https://doi.org/10.1093/restud/rdad011>

Diaz, R. J. y Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321(5891), 926-929.

Díaz, S. y Malhi, Y. (2022). Biodiversity: Concepts, patterns, trends, and perspectives. *Annual Review of Environment and Resources*, 47(1), 31-63. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120120-054300>

Díaz-Sieffer, P., Olmos-Moya, N., Fontúrbel, F. E., Lavandero, B., Pozo, R. A. y Celis-Diez, J. L. (2022). Bird-mediated effects of pest control services on crop productivity: A global synthesis. *Journal of Pest Science*, 95(2), 567-576. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01438-4>

Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., Wikramanayake, E., Hahn, N., Palminteri, S., Hedao, P., Noss, R., Hansen, M., Locke, H., Ellis, E. C., Jones, B., Barber, C. V., Hayes, R., Kormos, C., Martin, V., Crist, E., ..., Saleem, M. (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience*, 67(6), article 6. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix014>

Do, H., Luedeling, E. y Whitney, C. (2020). Decision analysis of agroforestry options reveals adoption risks for resource-poor farmers. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(3), 20. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00624-5>

Donato, D., Kauffman, J.B., Murdiyarto, D., Kurnianto, S., Stidham, M. y Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293-297.

Dowling, P. (2013). The impact of climate change on the European energy system. *Energy Policy*, 60, 406-417. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.093>

Dröes, M. I. y Koster, H. R. A. (2021). Wind turbines, solar farms, and house prices. *Energy Policy*, 155, 112327. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112327>

DTU (2023). Densidad de potencia media ( $W/m^2$ ), percentil 90. *Global Wind Atlas 3.0* [aplicación web gratuita desarrollada, operada y propiedad de Technical University of Denmark (DTU); divulgada en cooperación con el Grupo Banco Mundial, usando datos proporcionados por Vortex t con financiación del Programa de asistencia para la gestión del sector de la energía (ESMAP)]. <https://globalwindatlas.info/en>

Dudley, N. (ed.). (2013). *Guidelines for applying protected area management categories including IUCN WCPA best practice guidance on recognising protected areas and assigning management categories and governance types*. UICN.

Dulac, John. (2013). *Global land transport infrastructure requirements*. París: Agencia Internacional de la Energía. <https://www.iea.org/reports/global-land-transport-infrastructure-requirements>

Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schloemer, S. y von Stechow, C. (eds.) (2011). *Renewable energy sources and climate change mitigation*. — IPCC (p 1075). Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (EE. UU.): Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/>

EIA (2022). How much carbon dioxide is produced when different fuels are burned? Frequently asked questions (FAQS). *U.S. Energy Information Administration*. <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=73&t=11>

Elmqvist, T., Folke, C., Nyström, M., Peterson, G., Bengtsson, J., Walker, B. y Norberg, J. (2003). Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(9), 488-494.

EMDAT (2022). *Georeferenced Emergency Events Database* [base de datos]. <https://public.emdat.be/>

Engel, S. (2016). The devil in the detail: A practical guide on designing payments for environmental services. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 9(1-2), 131-177.

EPA (2023). Text version of the electric vehicle label. *EPA. United States Environmental Protection Agency* [sitio web]. Consulta realizada el 11 de abril de 2023 en <https://www.epa.gov/fueleconomy/text-version-electric-vehicle-label>

Eriksson, M. (2020). Afforestation and avoided deforestation in a multi-regional integrated assessment model. *Ecological Economics*, DOI: 169. 10.1016/j.ecolecon.2019.106452. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921800918315933>

Erwin, A., Ma, Z., Popovici, R., Salas O'Brien, E. P., Zanotti, L., Zeballos Zeballos, E., Bauchet, J., Ramirez Calderón, N. y Arce Larrea, G. R. (2021). Intersectionality shapes adaptation to social-ecological change. *World Development*, 138, 105282. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105282>

Escorza, M. A., Rodríguez Garabot, E., Alata Ninapaytan, M. P., Nogales Fernández-Blanco, L., Quispe Mogrovejo, S. H., Velarde Herz, F. y de la Cruz Chaupiz, L. (2023). *Guía de Intervenciones en espacios públicos. Herramientas municipales para la creación de espacios públicos de calidad en América Latina*. CAF.

ESMAP (2020). *Global photovoltaic power potential by country*. Banco Mundial.

Estupiñán, N., Scordia, H., Navas, C., Zegras, C., Rodríguez, D., Vergel-Tovar, E., Gakenheimer, R. Azán Otero, S. y Vasconcellos, E. (2018). *Transporte y desarrollo en América Latina*, vol, 1(1). Caracas: CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1186>

Fabra, N. y Reguant, M. (2023). *The energy transition: A balancing act*. <https://drive.google.com/file/d/1PQEEWVnc8m-loiTOg0pkE6egEbjINifE/view?pli=1>

Fajardo, G., Sanguinetti, P., Vargas, J., Brassiolo, P., Estrada, R., Berniell, L. y de la Mata, D. (2019). *RED 2019: Integridad en las políticas públicas. Claves para prevenir la corrupción*. CAF.

Fankhauser, S., Sahni, A., Savvas, A. y Ward, J. (2016). Where are the gaps in climate finance? *Climate and Development*, 8(3), 203-206. <https://doi.org/10.1080/17565529.2015.1064811>

FAO (2016). *The state of world fisheries and aquaculture: 2016. Contributing to food security and nutrition for all*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i5555e/i5555e.pdf>

FAO (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/global-perspectives-studies/resources/detail/es/c/1169816/>

FAO (2020). *Global forest resources assessment 2020*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>

FAO (2021). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Sistemas al límite*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.4060/cb7654esdoi:10.4060/cb7654es>

FAO (2022a). *El estado de los bosques del mundo 2022. Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.4060/cb9360es>

FAO (2022b). Cultivos y productos de ganadería. *FAOSTAT* [base de datos]. Consulta realizada el 29 de mayo de 2023 en <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

FAO (2022c). Indicadores macro. *FAOSTAT* [base de datos]. Consulta realizada el 29 de mayo de 2023 en <https://www.fao.org/faostat/es/#data/MK>

FAO (2022d). Valor de la producción agrícola. *FAOSTAT* [base de datos]. Consulta realizada el 29 de mayo de 2023 en <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV>

FAO (2022e). Datos de seguridad alimentaria. *FAOSTAT* [base de datos]. Consulta realizada el 29 de mayo de 2023 en <https://www.fao.org/faostat/es/#data/FS>

FAO (2022f). Indicadores de empleo: agricultura. *FAOSTAT* [base de datos]. Consulta realizada el 29 de mayo de 2023 en <https://www.fao.org/faostat/es/#data/OEA>

FAO (2022g). Emissions totals. *FAOSTAT* [base de datos]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/GT>

FAO (2023). Uso de la tierra. *FAOSTAT* [base de datos]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consulta realizada el 26 de junio de 2023. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/RL>

FAO, FIDA, UNICEF, OPS y PMA (2023). *Regional overview of food security and nutrition – Latin America and the Caribbean 2022*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Organización Panamericana de la Salud, Programa Mundial de Alimentos. <https://doi.org/10.4060/cc3859en>

FAO, PNUMA y PNUD (2021). *A multi-billion-dollar opportunity: repurposing agricultural support to transform food systems*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <http://www.unep.org/resources/repurposing-agricultural-support-transform-food-systems>

Feenstra, R. C., Inklaar, R. y Timmer, M. P. (2015). The next generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182.

Fefer, R. F. (2021). *What's in the new U.S.-EU steel and aluminum deal?* (N.º IN11799; CRS INSIGHT). Congressional Research Service.

Felipe-Lucia, M. R., Soliveres, S., Penone, C., Fischer, M., Ammer, C., Boch, S., Boeddinghaus, R. S., Bonkowski, M., Buscot, F. y Fiore-Donno, A. M. (2020). Land-use intensity alters networks between biodiversity, ecosystem functions, and services. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(45), 28140-28149.

Ferrario, F., Beck, M. W., Storlazzi, C. D., Micheli, F., Shepard, C. C. y Airoidi, L. (2014). The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nature Communications*, 5(1), 3794. <https://doi.org/10.1038/ncomms4794>

Ferreira, A. (2023). Amazon deforestation: Drivers, damages, and policies. Políticas para la respuesta al cambio climático y preservación de la biodiversidad; 22. Caracas: CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2056>

Flanders Marine Institute (2019). *Maritime Boundaries Geodatabase: Maritime Boundaries and Exclusive Economic Zones (200NM)*, [serie de datos]. VLIZ. <https://doi.org/10.14284/386>

Flesch, A. D., Epps, C. W., Cain III, J. W., Clark, M., Krausman, P. R. y Morgart, J. R. (2010). Potential effects of the United States-Mexico border fence on wildlife. *Conservation Biology*, 24(1), 171-181. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01277.x>

Florczyk, A. J., Corbane, C., Ehrlich, D., Freire, S., Kemper, T., Maffenini, L., Melchiorri, M., Pesaresi, M., Politis, P., Schiavina, M., Sabo, F. y Zanchetta, L. (2019). *GHSL data package 2019*. JRC Technical Report. Luxembourg, EUR, 29788. <https://doi.org/10.2760/290498DOI:10.2760/290498>

FMI (2019). Building resilience in developing countries vulnerable to large natural disasters. *Documento de Políticas n.º 2019/020*. Fondo Monetario Internacional. ISBN 9781498321020/2663-3493.

FMI (2022a). *The IMF and climate change. Fossil fuel subsidies*. Fondo Monetario Internacional. <https://www.imf.org/en/Topics/climate-change/energy-subsidies>

FMI (2022b). PIB datos a precios constantes en moneda local con año base en 2017. *World Economic Outlook Database (WEO Data)* [base de datos]. Edición de octubre 2022. PIB datos a precios constantes en moneda local con año base en 2017. Fondo Monetario Internacional. Consulta realizada el 21 de marzo de 2023 en <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/October>

Foley, A. M., Moncada, S., Mycoo, M., Nunn, P., Tandrayen-Ragoobur, V. y Evans, C. (2022). Small island developing states in a post-pandemic world: Challenges and opportunities for climate action. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 13(3), e769.

Ford, S. A., Jepsen, M. R., Kingston, N., Lewis, E., Brooks, T. M., MacSharry, B. y Mertz, O. (2020). Deforestation leakage undermines conservation value of tropical and subtropical forest protected areas. *Global Ecology and Biogeography*, 29(11), 2014-2024. <https://doi.org/10.1111/geb.13172>

Friedlingstein, P., Jones, M. W., O'Sullivan, M., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J., Le Quéré, C., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Anthoni, P., Bates, N. R., Becker, M., Bellouin, N., ... Zeng, J. (2022). Global carbon budget 2021. *Earth System Science Data*, 14(4), 1917-2005. <https://doi.org/10.5194/essd-14-1917-2022>.

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quéré, C., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S., Aragão, L. E. O. C., Arneeth, A., Arora, V., Bates, N. R., ... Zaehle, S. (2020). Global carbon budget 2020. *Earth System Science Data*, 12(4), 3269-3340. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>.

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., Le Quéré, C., Luijkx, I. T., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Alkama, R., ... Zheng, B. (2022). Global carbon budget 2022. *Earth System Science Data*, 14(11), 4811-4900. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>.

Fuller, C., Ondei, S., Brook, B. W. y Buettel, J. C. (2019). First, do no harm: A systematic review of deforestation spillovers from protected areas. *Global Ecology and Conservation*, 18, e00591. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00591>

FVC (2022). *GCF Open Data Library* [base de datos]. Fondo Verde para el Clima. Consulta realizada el 3 de febrero de 2023 en <https://data.greenclimate.fund/public>

- G7 (2022). *G7 Statement on Climate Club*. <https://www.g7germany.de/resource/blob/974430/2057926/43099dc0d5bba6a5cdefca66c9114ec6/2022-06-28-g7-climate-club-data.pdf?download=1>
- Galdón-Sánchez, J. E., Gil, R., Holub, F. y Uriz-Uharte, G. (2022). Social benefits and private costs of driving restriction policies: The impact of Madrid central on congestion, pollution, and consumer spending. *Journal of the European Economic Association*, jvac064. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvac064doi:10.1093/jeea/jvac064>
- García, B. G. y Giambiagi, D. (2022). *Guía para ciudades más saludables*. Caracas: CAF. <https://cafscioteca.azurewebsites.net/handle/123456789/1971>
- García, J. H. y García, M. (2023). *Integración de compensaciones y captura de carbono a mercados de emisiones en América Latina y el Caribe (ALC)*. CAF.
- Gasser, T., Crepin, L., Quilcaille, Y., Houghton, R. A., Ciais, P. y Obersteiner, M. (2020). Historical CO2 emissions from land use and land cover change and their uncertainty. *Biogeosciences*, 17(15), 4075-4101.
- Gatti, L. V., Basso, L. S., Miller, J. B., Gloor, M., Gatti Domingues, L., Cassol, H. L., Tejada, G., Aragão, L. E., Nobre, C. y Peters, W. (2021). Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature*, 595(7867), 388-393.
- Gaur, V. y Lang, C. (2020). *Property value impacts of commercial-scale solar energy in Massachusetts and Rhode Island*. University of Rhode Island Cooperative Extension.
- Gauthier, N., Ellis, E. C. y Klein Goldewijk, K. (2021). *Anthromes 12K DGG (V1) Full Dataset* [Serie de datos]. Harvard Dataverse. Consulta realizada el 19 de diciembre de 2022 y el 14 y 20 de abril de 2023 en <https://doi.org/10.7910/DVN/E3H3AK>
- GEF (2022). *Projects Database* [base de datos]. Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Consulta realizada el 27 de enero de 2023 en <https://www.thegef.org/projects-operations/database?f%5B0%5D=countries%3A13&total=18>
- GEF (s. f.). *GEF funding overview*. Fondo para el Medio Ambiente Mundial. <https://www.thegef.org/who-we-are/funding>
- General Services Administration (2011). *The benefits and challenges of green roofs on public and commercial buildings* [Reporte]. [https://www.gsa.gov/cdnstatic/The\\_Benefits\\_and\\_Challenges\\_of\\_Green\\_Roofs\\_on\\_Public\\_and\\_Commercial\\_Buildings.pdf](https://www.gsa.gov/cdnstatic/The_Benefits_and_Challenges_of_Green_Roofs_on_Public_and_Commercial_Buildings.pdf)
- Geyer, R., Jambeck, J. R. y Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782doi:10.1126/sciadv.1700782>
- Gillingham, K. y Stock, J. H. (2018). The cost of reducing greenhouse gas emissions. *Journal of Economic Perspectives*, 32(4), 53-72.
- Gippet, J. M. W. y Bertelsmeier, C. (2021). Invasiveness is linked to greater commercial success in the global pet trade. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(14), e2016337118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2016337118>
- Giudice, R., Börner, J., Wunder, S. y Cisneros, E. (2019). Selection biases and spillovers from collective conservation incentives in the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters*, 14(4), 045004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aafc83>

Global Administrative Areas (2012). *GADM database of Global Administrative Areas, version 4.1* [Datos geoespaciales digitales]. University of California, Berkely. <http://www.gadm.org/>

Global Carbon Project (2022). *Carbon budget and trends 2022* [base de datos]. Consulta realizada el 6 de febrero de 2023 en [www.globalcarbonproject.org/carbonbudget](http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget)

Global Commission on Adaptation. (2019). *Adapt now: A global call for leadership on climate resilience*. Instituto de Recursos Mundiales. [https://files.wri.org/s3fs-public/uploads/GlobalCommission\\_Report\\_FINAL.pdf](https://files.wri.org/s3fs-public/uploads/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf)

Global Forest Watch (2022). *Global Forest Watch Database* [base de datos]. Consulta realizada el 25 de enero de 2023. <https://www.globalforestwatch.org>.

Gobbi, J. A. (2011). Pago por servicios ambientales: ¿Qué son y cómo funcionan? En P. Laterra, E. Jobbágy y J. Paruelo, *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*, pp. 293-314. Buenos Aires: Ediciones INTA.

Gobierno de Bolivia (2022). *Contribución nacionalmente determinada (CND) del Estado Plurinacional de Bolivia. Actualización de las CND para el periodo 2021-2030 en el marco del Acuerdo de París*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra. Secretaría de la CMNUCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/CND%20Bolivia%202021-2030.pdf>

Gobierno de Colombia (2020). *Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC)*. Secretaría de la CMNUCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>

Gobierno de Costa Rica (2020). *Contribución nacionalmente determinada de Costa Rica 2020*. Ministerio de Ambiente y Energía. Dirección de Cambio Climático. Secretaría de la CMNUCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Contribucion%CC%81n%20Nacionalmente%20Determinada%20de%20Costa%20Rica%202020%20-%20Versio%CC%81n%20Completa.pdf>

Gobierno de Ecuador (2019). *Primera contribución determinada a nivel nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. República de Ecuador. Secretaría de la CMNUCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Primera%20NDC%20Ecuador.pdf>

Gobierno de la Confederación Suiza y Gobierno de Dominica (2021). Implementing agreement to the Paris Agreement between the Swiss Confederation and the Commonwealth of Dominica. En *Bilateral climate agreements, Federal Office for the Environment, Swiss Confederation* [sitio web]. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/climate/info-specialists/climate--international-affairs/staatsvertraege-umsetzung-klimauebereinkommen-von-paris-artikel6.html>

Gobierno de la República Bolivariana de Venezuela (2021). *Actualización de la contribución nacionalmente determinada de la República Bolivariana de Venezuela para la lucha contra el cambio climático y sus efectos*. Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo. Secretaría de la CMNUCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Actualizacion%20NDC%20Venezuela.pdf>

Gobierno de la República del Perú y Gobierno de la Confederación Suiza (2020). *Acuerdo entre la Confederación Suiza y la República del Perú para la implementación del Acuerdo de París*. Ministerio de Relaciones Exteriores de Perú, Dirección General de Tratados. [https://apps.rree.gob.pe/portal/webtratados.nsf/Tratados\\_Bilateral.xsp?action=openDocument&documentId=2CE26](https://apps.rree.gob.pe/portal/webtratados.nsf/Tratados_Bilateral.xsp?action=openDocument&documentId=2CE26)

Gobierno de México (2022). *Contribución determinada a nivel nacional de México. Actualización 2022*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Secretaría de la CMNUCC. [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico\\_NDC\\_UNFCCC\\_update2022\\_FINAL.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf)

Gobierno de Paraguay (2021). *Actualización de la NDC de la República del Paraguay*. Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dirección Nacional de Cambio Climático. Secretaría de la CMNUCC.

Gobierno de Uruguay (2022). *Segunda contribución determinada a nivel nacional al Acuerdo de París*. República Oriental del Uruguay. Secretaría de la CMNUCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-12/Uruguay%20Segunda%20CDN.pdf>

Goldstein, A., Turner, W. R., Spawn, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscom, B., Hewson, J. H. y Howard, J. F. (2020). Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change*, 10(4), article 4.

González, M., Ferragut, P. y Koutoudjian, G. (2023). *Natural gas in the transition to low-carbon economies: The case of Latin America and the Caribbean*. IGU, ARPEL y OLADE. <https://www.olade.org/wp-content/uploads/2023/04/Gas-White-Paper-IGU-Olade-Arpel-1.pdf>

Gopal, B., Junk, W. J. y Davis, J. A. (eds.) (2000). *Biodiversity in wetlands: Assessment, function and conservation*. Vol. 1. Leiden: Backhuys Publishers.

Goudie, A. y Seely, M. (2011). *World heritage desert landscapes: Potential priorities for the recognition of desert landscapes and geomorphological sites on the World Heritage List*. Gland: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Gouveia, N., Hernández, A., Cortínez O'Ryan, A., Rodríguez, D., Texcalac, J., Tapia Granados, J., Ballester, L., McClure, L., Morales, R. y Wang, X. (2019). Ambient PM<sub>2.5</sub> in Latin American cities: Population exposure, trends, associated urban factors, and effects on mortality. *Environmental Epidemiology*, 3, 139. <https://doi.org/10.1097/01.EE9.0000607280.86151.6c>

Grantham, H. S., Duncan, A., Evans, T. D., Jones, K. R., Beyer, H. L., Schuster, R., Walston, J., Ray, J. C., Robinson, J. G., Callow, M., Clements, T., Costa, H. M., DeGemmis, A., Elsen, P. R., Ervin, J., Franco, P., Goldman, E., Goetz, S., Hansen, A., ... Watson, J. E. M. (2020). Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining forests have high ecosystem integrity. *Nature Communications*, 11(1), article 1. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19493-3>.

Grassi, G., House, J., Kurz, W. A., Cescatti, A., Houghton, R. A., Peters, G. P., Sanz, M. J., Viñas, R. A., Alkama, R. y Arneeth, A. (2018). Reconciling global-model estimates and country reporting of anthropogenic forest CO<sub>2</sub> sinks. *Nature Climate Change*, 8(10), 914-920.

Greenstone, M. y Nath, I. (2020). Do renewable portfolio standards deliver cost-effective carbon abatement? *University of Chicago, Becker Friedman Institute for Economics Working Paper (2019-62)*.

Grinspun, P. A., Galvao, M. B. A., García Echeverri, F., Sena Siaw-Boateng, H., Lambour Peñalongo, J., Hadi, A., Dosso, A., Chiedu Onowu, O., Gauto, R., Gutiérrez Reinol, G. A., de Pierrefeu Midence, V., Rozian Abd Ghani, D. A., Aliaga, X., Vilaseca Chumacero, V. D., Hautala, H., Weber, M., García Pérez, I., Séjourné, S., Keller, S., Lamberts, P., ... Hansen, C. (2022, noviembre 28). *Joint letter. European Union proposal for a regulation on deforestation-free products. [G/AG/GEN/213]*. Organización Mundial del Comercio. <https://docs.wto.org/dol2fe/Pages/SS/directdoc.aspx?filename=q:/G/AG/GEN213.pdf&Open=TrueC>

Grossman, G. M. y Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement*. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.

Grupo de expertos de PMA (2022). *National Adaptation Plans 2021. Progress in the formulation and implementation of NAPs*. Secretaría de la CMNUCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC-NAP2021-Progress-report.pdf>

Grupo de expertos de PMA (2023a). *Historia del proceso del PNACC*. NAP Central y Secretaría de la CMNUCC. Consulta realizada el 28 de febrero de 2023 en <https://napcentral.org/about-naps>

Grupo de expertos de PMA (2023b). *Submitted NAPs*. NAP Central y Secretaría de la CMNUCC. Consulta realizada el 28 de febrero de 2023 en <https://napcentral.org/submitted-naps>

Gu, D. (2019). Exposure and vulnerability to natural disasters for world's cities | Population Division. *Documento técnico n.º 2019/4*. División de Población de Naciones Unidas. <https://www.un.org/development/desa/pd/content/exposure-and-vulnerability-natural-disasters-worlds-cities>

Guayasamin, J. M., Ribas, C. C., Carnaval, A. C., Carrillo, J. D., Hoorn, C., Lohmann, L. G., Riff, D., Ulloa Ulloa, C. y Albert, J. S. (2021). Chapter 2: Evolution of Amazonian biodiversity. En C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, F. H. Roca Alcázar, M. Bustamante, C. Mena, M. Peña-Claros, G. Poveda, J. P. Rodríguez, S. Saleska, S. E. Trumbore, A. Val, L. Villa Nova, R. Abramovay, A. Alencar, A. C. Rodríguez Alza, D. Armenteras, P. Artaxo, S. Athayde, ... G. Zapata-Ríos (eds.), *Amazon Assessment Report 2021* (1.ª ed.). United Nations Sustainable Development Solutions Network (SDSN). <https://doi.org/10.55161/CZWN4679>

Guizar-Coutiño, A., Jones, J. P. G., Balmford, A., Carmenta, R. y Coomes, D. A. (2022). A global evaluation of the effectiveness of voluntary REDD+ projects at reducing deforestation and degradation in the moist tropics. *Conservation Biology*, 36(6). <https://doi.org/10.1111/cobi.13970>

Gullestad, P., Sundby, S. y Kjesbu, O. S. (2020). Management of transboundary and straddling fish stocks in the Northeast Atlantic in view of climate-induced shifts in spatial distribution. *Fish and Fisheries*, 21(5), 1008-1026. <https://doi.org/10.1111/faf.12485>

Guzmán, L. A., Beltrán, C., Morales, R. y Sarmiento, O. L. (2023). Inequality in personal exposure to air pollution in transport microenvironments for commuters in Bogotá. *Case Studies on Transport Policy*, 11, 100963. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.100963>

Hagen, I., Huggel, C., Ramajo, L., Chacón, N., Ometto, J. P., Postigo, J. C. y Castellanos, E. J. (2022). Climate change-related risks and adaptation potential in Central and South America during the 21st century. *Environmental Research Letters*, 17(3), 033002. doi:10.1088/1748-9326/ac5271

Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D. y Vogt-Schilb, A. (2016). *Shock waves: Managing the impacts of climate change on poverty*. Banco Mundial. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0673-5>

Halley, J. M., Sgardeli, V. y Triantis, K. A. (2014). Extinction debt and the species-area relationship: A neutral perspective. *Global Ecology and Biogeography*, 23(1), 113-123. <https://doi.org/10.1111/geb.12098>

Hancevic, P. I., Núñez, H. M. y Rosellón, J. (2023). *El sector energético en América Latina y el Caribe: oportunidades y desafíos del cambio climático*. Policy paper n.º 18. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2032>



- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J. y Loveland, T. R. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342(6160), 850-853.
- Hansis, E., Davis, S. J. y Pongratz, J. (2015). Relevance of methodological choices for accounting of land use change carbon fluxes. *Global Biogeochemical Cycles*, 29(8), 1230-1246.
- Harris, N. L., Gibbs, D. A., Baccini, A., Birdsey, R. A., De Bruin, S., Farina, M., Fatoyinbo, L., Hansen, M. C., Herold, M. y Houghton, R. A. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*, 11(3), 234-240.
- Haushofer, J. y Shapiro, J. (2016). The short-term impact of unconditional cash transfers to the poor: Experimental evidence from Kenya. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(4), 1973-2042. <https://doi.org/10.1093/qje/qjw025>
- Hausmann, R. (2021). *Green growth at the end of the flat world*. <https://www.project-syndicate.org/commentary/green-growth-and-end-of-flat-energy-world-by-ricardo-hausmann-2021-12/spanish>
- Heery, E. C., Hoeksema, B. W., Browne, N. K., Reimer, J. D., Ang, P. O., Huang, D., Friess, D. A., Chou, L. M., Loke, L. H. y Saksena-Taylor, P. (2018). Urban coral reefs: Degradation and resilience of hard coral assemblages in coastal cities of East and Southeast Asia. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 654-681.
- Helo Sarmiento, J., Pirelo-Ríos, A. y Muñoz-Mora, J. C. (2023). *The unintended environmental effect of a climate change adaptation strategy: Evidence from the Colombian coffee sector*. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2004>
- Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M. C., Thornton, P. K., Blümmel, M., Weiss, F., Grace, D. y Obersteiner, M. (2013). Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20888-20893. <https://doi.org/10.1073/pnas.130814911>
- Hirst, D. (2020). *The history of global climate change negotiations*. <https://commonslibrary.parliament.uk/the-history-of-global-climate-change-negotiations/>
- Hodgson, C. (2022, julio 5). Who pays for climate change? The Peruvian suing a German utility. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/e26c5813-354b-4b6b-8bc1-70b39ef9837c>
- Hoegh-Guldberg, O., Poloczanska, E. S., Skirving, W. y Dove, S. (2017). Coral reef ecosystems under climate change and ocean acidification. *Frontiers in Marine Science*, 4, 158.
- Höhne, N., Gidden, M. J., den Elzen, M., Hans, F., Fyson, C., Geiges, A., Jeffery, M. L., Gonzales-Zuñiga, S., Mooldijk, S., Hare, W. y Rogelj, J. (2021). Wave of net zero emission targets opens window to meeting the Paris Agreement. *Nature Climate Change*, 11(10), 820-822. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01142-2>
- Honey-Rosés, J., Baylis, K. y Ramírez, M. I. (2011). A spatially explicit estimate of avoided forest loss: Spatial estimate of avoided forest loss. *Conservation Biology*, 25(5), 1032-1043. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01729.x>
- Hopley, D. (2010). *Encyclopedia of modern coral reefs: Structure, form and process*. Springer Science & Business Media.
- Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L., Angelsen, A. y Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7(4), 044009. DOI 10.1088/1748-9326/7/4/044009

- Houghton, R. A. y Nassikas, A. A. (2017). Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850-2015. *Global Biogeochemical Cycles*, 31(3), 456-472.
- Hubacek, K., Chen, X., Feng, K., Wiedmann, T. y Shan, Y. (2021). Evidence of decoupling consumption-based CO2 emissions from economic growth. *Advances in Applied Energy*, 4, 100074. <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2021.100074>
- IPBES (2018). *Report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (R. Scholes, L. Montanarella, E. Brainich, N. Barger, B. Ten Brink, M. Cantele, B. Erasmus, J. Fisher, T. Gardner y T. Holland, eds.). Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas.
- IPBES (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. <https://ipbes.net/node/35274>
- IPBES/IPCC (2021). *Biodiversity and climate change*. Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. [https://ipbes.net/sites/default/files/2021-06/20210609\\_workshop\\_report\\_embargo\\_3pm\\_CEST\\_10\\_june\\_0.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2021-06/20210609_workshop_report_embargo_3pm_CEST_10_june_0.pdf)
- IPCC (2014). *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC (2019). *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*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>.
- IPCC (2021a). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf).
- IPCC (2021b). *Synthesis report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6). Summary for policymakers*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf)
- IPCC (2022a). *Climate change 2022: Mitigation of climate change. IPCC Sixth Assessment Report*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- IPCC (2022b). Figure: SPM.3. *IPCC Sixth Assessment Report*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Recuperado el 13 de abril de 2023 en <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-3/>
- IPCC (2022c). *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. Löschke, V. Möller, A. Okem y B. Rama, Eds.). Cambridge University Press.
- IRENA (2022a). *Renewable energy targets in 2022: A guide to design*. Abu Dhabi: Agencia Internacional de Energías Renovables. <https://www.irena.org/Publications/2022/Nov/Renewable-energy-targets-in-2022>

IRENA (2022b). *World energy transitions outlook 2022: 1.5° C Pathway*. Abu Dhabi: Agencia Internacional de Energías Renovables. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA\\_World\\_Energy\\_Transitions\\_Outlook\\_2022.pdf?rev=6ff451981b0948c6894546661c6658a1](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2022.pdf?rev=6ff451981b0948c6894546661c6658a1)

Isbell, P. y Pelegrý, E. Á. (2017). *Energy and transportation in the Atlantic Basin*. Johns Hopkins University Press, Center for Transatlantic Relations. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=743835>

Iturbide, M., Gutiérrez, J. M., Alves, L. M., Bedia, J., Cerezo-Mota, R., Gimadevilla, E., Cofiño, A. S., Di Luca, A., Faria, S. H., Gorodetskaya, I. V., Hauser, M., Herrera, S., Hennessy, K., Hewitt, H. T., Jones, R. G., Krakovska, S., Manzananas, R., Martínez-Castro, D., Narisma, G. T., ... Vera, C. S. (2020). An update of IPCC climate reference regions for subcontinental analysis of climate model data: Definition and aggregated datasets. *Earth System Science Data*, 12(4), 2959-2970. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2959-2020>.

Izquierdo-Tort, S., Ortiz-Rosas, F. y Vázquez-Cisneros, P. A. (2019). 'Partial' participation in payments for environmental services (PES): Land enrolment and forest loss in the Mexican Lacandona Rainforest. *Land Use Policy*, 87, 103950. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.04.011>

Jack, B. K., Kousky, C. y Sims, K. R. E. (2008). Designing payments for ecosystem services: Lessons from previous experience with incentive-based mechanisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9465-9470. <https://doi.org/10.1073/pnas.0705503104>

Jackson, P. (2007, octubre 14). De Estocolmo a Kioto: Breve historia del cambio climático. *Naciones Unidas* [sitio web]. Crónica ONU. <https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico>

Jafino, B. A., Walsh, B. J., Rozenberg, J. y Hallegatte, S. (2020). Revised estimates of the impact of climate change on extreme poverty by 2030. *Policy research working paper N.º 9417*. Poverty and Shared Prosperity 2020. Grupo Banco Mundial. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/706751601388457990/Revised-Estimates-of-the-Impact-of-Climate-Change-on-Extreme-Poverty-by-2030>.

Jayachandran, S. (2022). How economic development influences the environment. *Annual Review of Economics*, 14(1), 229-252. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-082321-123803>

Jenkins, C. N., Pimm, S. L. y Joppa, L. N. (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(28), article 28.

Joosten, H., Sirin, A., Couwenberg, J., Laine, J. y Smith, P. (2016). The role of peatlands in climate regulation. En A. Bonn, H. Joosten, M. Evans, R. Stoneman, y T. Allott (eds.), *Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice*, pp. 63-76. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177788.005>

Joppa, L. N. y Pfaff, A. (2009). High and far: Biases in the location of protected areas. *PLOS ONE*, 4(12), e8273. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008273>

Kaya, Y. y Yokobori, K. (eds.). (1997). *Environment, energy, and economy: Strategies for sustainability*. United Nations University Press.

Keles, D., Delacote, P., Pfaff, A., Qin, S. y Mascia, M. B. (2020). What drives the erasure of protected areas? Evidence from across the Brazilian Amazon. *Ecological Economics*, 176, 106733. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106733>

Kennedy, E. V., Perry, C. T., Halloran, P. R., Iglesias-Prieto, R., Schönberg, C. H., Wisshak, M., Form, A. U., Carricart-Ganivet, J. P., Fine, M. y Eakin, C. M. (2013). Avoiding coral reef functional collapse requires local and global action. *Current Biology*, 23(10), 912-918.

Kieffer, G., López-Peña, A. y Ferroukhi, R. (2016). Renewable energy market analysis Latin America. Abu Dhabi: Agencia Internacional de la Energía Renovable.

Kirby, J. S., Stattersfield, A. J., Butchart, S. H., Evans, M. I., Grimmett, R. F., Jones, V. R., O'Sullivan, J., Tucker, G. M. y Newton, I. (2008). Key conservation issues for migratory land-and waterbird species on the world's major flyways. *Bird Conservation International*, 18(S1), S49-S73.

Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, A., Batáry, P., Concepción, E. D., Clough, Y., Díaz, M., Gabriel, D., Holzschuh, A. y Knop, E. (2009). On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1658), 903-909.

Komendantova, N. y Battaglini, A. (2016). Beyond decide-announce-defend (DAD) and not-in-my-backyard (NIMBY) models? Addressing the social and public acceptance of electric transmission lines in Germany. *Energy Research & Social Science*, 22, 224-231.

Kreuzer, F. M. y Wilmsmeier, G. (2014). *Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe: una hoja de ruta para la sostenibilidad*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/36798>

Krewski, D., Jerrett, M., Burnett, R. T., Ma, R., Hughes, E., Shi, Y., Turner, M. C., Arden Pope, C., Thurston, G., Calle, E., Thun, M. J., Beckerman, B., DeLuca, P., Finkelstein, N., Ito, K., Moore, D. K., Newbold, B., Ramsay, T., Ross, Z., Shin, H. y Tempalski, B. (2009). Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Research Report (Health Effects Institute)*, (140), 5-114; discussion 115-136.

Krishnan, M., Samandari, H., Woetzel, J., Smit, S., Pachod, D., Pinner, D., Naucler, T., Tai, H., Farr, A., Wu, W. e Imperato, D. (2022). *The net-zero transition: What it would cost, what it could bring*. McKinsey & Company. [https://www.mckinsey.com/~/\\_/media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/the%20net%20zero%20transition%20what%20it%20would%20cost%20what%20it%20could%20bring/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-and-what-it-could-bring-final.pdf](https://www.mckinsey.com/~/_/media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/the%20net%20zero%20transition%20what%20it%20would%20cost%20what%20it%20could%20bring/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-and-what-it-could-bring-final.pdf)

Kuramochi, T., Nascimento, L., Moisis, M., den Elzen, M., Forsell, N., van Soest, H., Tanguy, P., Gonzales, S., Hans, F., Jeffery, M. L., Fekete, H., Schiefer, T., de Villafranca Casas, M. J., De Vivero-Serrano, G., Dafnomilis, I., Roelfsema, M. y Höhne, N. (2021). Greenhouse gas emission scenarios in nine key non-G20 countries: An assessment of progress toward 2030 climate targets. *Environmental Science & Policy*, 123, 67-81. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.04.015>

Lachaud, M. A., Bravo-Ureta, B. E. y Ludena, C. E. (2017). Agricultural productivity in Latin America and the Caribbean in the presence of unobserved heterogeneity and climatic effects. *Climatic Change*, 143(3-4), 445-460. doi:10.1007/s10584-017-2013-1

Lamb, W. F., Wiedmann, T., Pongratz, J., Andrew, R., Crippa, M., Olivier, J. G. J., Wiedenhofer, D., Mattioli, G., Al Khourdajie, A. y House, J. (2021). A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018. *Environmental Research Letters*, 16(7), 073005. doi:10.1088/1748-9326/abee4e

Lang, J., Hyslop, C., Yi, Z., Black, R., Chalkley, P., Hale, T., Hans, F., Hay, N., Höhne, N., Hsu, A., Kuramochi, T., Mooldijk, S. y Smith, S. (2022). *Net Zero Tracker* [base de datos]. Energy and Climate Intelligence Unit, Data-Driven EnviroLab, NewClimate Institute.

- Lanoie, P., Laurent-Lucchetti, J., Johnstone, N. y Ambec, S. (2011). Environmental policy, innovation and performance: New insights on the Porter Hypothesis. *Journal of Economics & Management Strategy*, 20(3), 803-842. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9134.2011.00301.x>
- Laurance, W. F., Goosem, M. y Laurance, S. G. W. (2009). Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(12), 659-669. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009>
- Lawrence, M. y Bullock, R. (2022). The role of rail in decarbonizing transport in developing countries. *Mobility and Transport Connectivity Series*. Washington, D. C.: Banco Mundial. <http://hdl.handle.net/10986/38214>
- Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., Pickers, P. A., Korsbakken, J. I., Peters, G. P. y Canadell, J. G. (2018). Global carbon budget 2018. *Earth System Science Data*, 10(4), 2141-2194.
- Le Saout, S., Hoffmann, M., Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T. M., Bertzky, B., Butchart, S. H., Stuart, S. N. y Badman, T. (2013). Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*, 342(6160), article 6160.
- Leal, M. y Spalding, M. D. (eds.) (2022). *The state of the world's mangroves*. Global Mangrove Alliance.
- Lepeule, J., Laden, F., Dockery, D. y Schwartz, J. (2012). Chronic exposure to fine particles and mortality: An extended follow-up of the Harvard six cities study from 1974 to 2009. *Environmental Health Perspectives*, 120(7), 965-970. doi:10.1289/ehp.1104660
- Leporati, M., Salcedo, S., Jara, B., Boero, V. y Muñoz-Araya, M. (2014). La agricultura familiar en cifras. En FAO, *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Leroutier, M. (2022). Carbon pricing and power sector decarbonization: Evidence from the UK. *Journal of Environmental Economics and Management*, 111, 102580. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102580>
- Levy, S. (2009). Buenas intenciones, malos resultados. *Finanzas públicas*, 1(1), 165-200.
- Linardi, C., Ralph, G., Carpenter, K., Cox, N., Robertson, D. R., Harwell, H., Acero, P., Anderson, W., Barthelat, F., Bouchereau, J.-L., Brown, J. J., Buchanan, J., Buddo, D., Collette, B., Comeros-Raynal, M., Craig, M., Curtis, M., Defex, T., Dooley, J., ... Williams, J. T. (2017). The conservation status of marine bony shorefishes of the Greater Caribbean. IUCN.
- Lockwood, J. L., Welbourne, D. J., Romagosa, C. M., Cassey, P., Mandrak, N. E., Strecker, A., Leung, B., Stringham, O. C., Udell, B., Episcopio-Sturgeon, D. J., Tlustý, M. F., Sinclair, J., Springborn, M. R., Pienaar, E. F., Rhyne, A. L. y Keller, R. (2019). When pets become pests: The role of the exotic pet trade in producing invasive vertebrate animals. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(6), 323-330. <https://doi.org/10.1002/fee.2059>
- Louhisuo, M. y Takahashi, K. (2022). *IGES CDM Project Database* [base de datos]. Institute for Global Environmental Strategies. Consulta realizada el 26 de enero de 2023 en <https://www.iges.or.jp/en/pub/iges-cdm-project-database/en>
- Lovejoy, T. E. y Nobre, C. (2019). Amazon tipping point: Last chance for action. *Science Advances*, 5(12), article 12.
- Lowder, S. K., Sánchez, M. V. y Bertini, R. (2021). Which farms feed the world and has farmland become more concentrated? *World Development*, 142, 105455. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105455>

- Maldonado, J. H. y Moreno-Sánchez, R. del P. (2023). Servicios ecosistémicos y biodiversidad en América Latina y el Caribe. Policy Paper n.º 21. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2051>
- Managi, S. y Kumar, P. (2018). *Inclusive wealth report 2018*. Taylor & Francis.
- Marques, J. G. O., de Oliveira Silva, R., Barioni, L. G., Hall, J. A. J., Fossaert, C., Tedeschi, L. O., Garcia-Launay, F. y Moran, D. (2022). Evaluating environmental and economic trade-offs in cattle feed strategies using multiobjective optimization. *Agricultural Systems*, 195, 103308. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103308>
- Marques, J. G. O., de Oliveira Silva, R., Barioni, L. G., Hall, J. A. J., Tedeschi, L. O. y Moran, D. (2020). An improved algorithm for solving profit-maximizing cattle diet problems. *Animal*, 14, s257-s266. doi:10.1017/S1751731120001433
- 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, Ö., Yu, R. y 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. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L.G., Benton, T.G., Herrero, M., Krishnapillai, M., Liwenga, E., Pradhan, P., Rivera-Ferre, M., Sapkota, T., Tubiello, F. y Xu, Y. (2019). Food security. En IPCC, *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*. Grupo Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático.
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127(3), 247-260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
- McKinsey & Company (2013). Pathways to a low-carbon economy: Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve. *McKinsey Sustainability*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/pathways-to-a-low-carbon-economy>
- McPherson, G., Simpson, J. R., Peper, P. J., Maco, S. E. y Xiao, Q. (2005). Municipal forest benefits and costs in five US cities. *Journal of Forestry*, 103(8), 411-416. <https://doi.org/10.1093/jof/103.8.411>
- Mejía Pimienta, M. A. y Amaya Espinel, J. D. (2022). *Biodivercities by 2030: Transforming cities with biodiversity*.
- Meller, P. (2020). Recursos naturales, diversificación exportadora y crecimiento. *El desafío América Latina*, 167.
- Menéndez, P., Losada, I. J., Torres-Ortega, S., Narayan, S. y Beck, M. W. (2020). The global flood protection benefits of mangroves. *Scientific Reports*, 10(1), 4404. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6>
- Metcalf, G. (2007). *A proposal for a U.S. carbon tax swap: An equitable tax reform to address global climate change*. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Proposal-for-a-U.S.-Carbon-Tax-Swap%3A-An-Equitable-Metcalf/8feb516f49bac94ae10aabe355133431c201750a>
- Middleton, N. y Thomas, D. (1997). *World atlas of desertification. Ed. 2*. Arnold Hodder Headline, PLC.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press. <https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.html>

- Miloslavich, P., Díaz, J. M., Klein, E., Alvarado, J. J., Díaz, C., Gobin, J., Escobar-Briones, E., Cruz-Motta, J. J., Weil, E. y Cortes, J. (2010). Marine biodiversity in the Caribbean: Regional estimates and distribution patterns. *PIOS ONE*, 5(8), article 8.
- Minnemeyer, S., Laestadius, L., Sizer, N., Saint-Laurent, C. y Potapov, P. (2011). *A world of opportunity*. *LandPortal*. <https://www.landportal.org/node/84129>
- Minx, J. C., Lamb, W. F., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Crippa, M., Döbbeling, N., Forster, P. M., Guizzardi, D., Olivier, J. y Peters, G. P. (2021). A comprehensive and synthetic dataset for global, regional, and national greenhouse gas emissions by sector 1970-2018 with an extension to 2019. *Earth System Science Data*, 13(11), 5213-5252.
- Minx, J. C., Lamb, W. F., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Crippa, M., Döbbeling, N., Forster, P., Guizzardi, D., Olivier, J., Pongratz, J., Reisinger, A., Rigby, M., Peters, G., Saunio, M., Smith, S. J., Solazzo, E. y Tian, H. (2022). *A comprehensive and synthetic dataset for global, regional and national greenhouse gas emissions by sector 1970-2018 with an extension to 2019* [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6483002>
- Missbach, L., Steckel, J. C. y Vogt-Schilb, A. (2022). *Cash transfers in the context of carbon pricing reforms in Latin America and the Caribbean*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/en/cash-transfers-context-carbon-pricing-reforms-latin-america-and-caribbean>
- Moksnes, N., Rozenberg, J., Broad, O., Taliotis, C., Howells, M. y Rogner, H. (2019). Determinants of energy futures—a scenario discovery method applied to cost and carbon emission futures for South American electricity infrastructure. *Environmental Research Communications*, 1(2), 025001. doi:10.1088/2515-7620/ab06de
- Molina-Millán, T. (2023). La agricultura familiar en Centroamérica: retos y políticas ante el cambio climático. Policy paper n.º 17. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2027>
- Molnár, G., Üрге-Vorsatz, D. y Chatterjee, S. (2022). Estimating the global technical potential of building-integrated solar energy production using a high-resolution geospatial model. *Journal of Cleaner Production*, 375, 134133. doi:10.1016/j.jclepro.2022.134133
- Moomaw, W. R., Chmura, G. L., Davies, G. T., Finlayson, C. M., Middleton, B. A., Natali, S. M., Perry, J. E., Roulet, N. y Sutton-Grier, A. E. (2018). Wetlands in a changing climate: Science, policy, and management. *Wetlands*, 38(2), 183-205. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8>
- Morales Betancourt, R., Galvis, B., Méndez-Molano, D., Rincón-Riveros, J. M., Contreras, Y., Montejo, T. A., Rojas-Neisa, D. R. y Casas, O. (2022). Toward cleaner transport alternatives: Reduction in exposure to air pollutants in a mass public transport. *Environmental Science & Technology*, 56(11), 7096-7106. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07004>
- Morell, V. (2017). *World's most endangered marine mammal down to 30*. American Association for the Advancement of Science.
- Munasinghe, Mohan. (1993). The economists approach to sustainable development. *Finance and Development*, 30, 16-19.
- Mycoo, M. A. (2018). Beyond 1.5 °C: Vulnerabilities and adaptation strategies for Caribbean Small Island Developing States. *Regional Environmental Change*, 18(8), 2341-2353. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1248-8>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), article 6772.

Nabuurs, G.-J., Mrabet, R., Abu Hatab, A. y Neogi, S. (2022). IPCC AR6 WGIII Final Draft Chapter07 AFOLU.

Naciones Unidas. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>

Naciones Unidas (2022). *Commodity Trade Statistics Database (UN Comtrade)* [base de datos]. Departamento de Asuntos Sociales y Económicos, División de Estadísticas. <https://comtradeplus.un.org/>

Naran, B., Connolly, J., Rosane, P., Wignarajah, D. y Wakaba, G. (2022). *Global landscape of climate finance: A decade of data 2011-2020*. Climate Policy Initiative. <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-a-decade-of-data/>

Narayan, S., Beck, M. W., Reguero, B. G., Losada, I. J., van Wesenbeeck, B., Pontee, N., Sanchirico, J. N., Ingram, J. C., Lange, G.-M. y Burks-Copes, K. A. (2016). The effectiveness, costs and coastal protection benefits of natural and nature-based defences. *PLOS ONE*, 11(5), e0154735. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154735>

Nelson, A. y Chomitz, K. M. (2011). Effectiveness of strict vs. multiple use protected areas in reducing tropical forest fires: A global analysis using matching methods. *PLOS ONE*, 6(8), e22722. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022722>

Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R. D., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing M. y Lee, D. (2009). *Cambio climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Washington D. C.: Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI. <http://www.ifpri.org/publication/climate-change-1>

Nepstad, D., McGrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A., Swette, B., Bezerra, T., DiGiano, M., Shimada, J., Seroa da Motta, R., Armijo, E., Castello, L., Brando, P., Hansen, M. C., McGrath-Horn, M., Carvalho, O. y Hess, L. (2014). Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, 344(6188), 1118-1123. <https://doi.org/10.1126/science.1248525>

New Climate Institute, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency e International Institute for Applied Systems Analysis (2021). *Greenhouse gas mitigation scenarios for major emitting countries—Analysis of current climate policies and mitigation commitments: 2021 update*. <https://www.pbl.nl/en/publications/greenhouse-gas-mitigation-scenarios-for-major-emitting-countries-2022-update>

Newman, D. J. y Cragg, G. M. (2007). Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. *Journal of Natural Products*, 70(3), 461-477. <https://doi.org/10.1021/np068054v>

NOAA (2023). CPC Global unified temperature. *NOAA Physical Science Laboratory (PSL)* [base de datos de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica]. <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.cpc.globaltemp.html>

Nordhaus, W. (2015). Climate clubs: Overcoming free-riding in international climate policy. *American Economic Review*, 105(4), 1339-1370. <https://doi.org/10.1257/aer.15000001>

OCDE (2019). *Enhancing the mitigation of climate change through agriculture: Policies, economic consequences, and trade-offs*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. doi:10.1787/e9a79226-en



OCDE (2022a). GHG emissions from fuel combustion (summary) (Edition 2021). *IEA CO2 Emissions from Fuel Combustion Statistics: Greenhouse Gas Emissions from Energy* [base de datos]. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-co2-emissions-from-fuel-combustion-statistics-greenhouse-gas-emissions-from-energy/ghg-emissions-from-fuel-combustion-summary-edition-2021\\_e2f3ca5f-en](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-co2-emissions-from-fuel-combustion-statistics-greenhouse-gas-emissions-from-energy/ghg-emissions-from-fuel-combustion-summary-edition-2021_e2f3ca5f-en)

OCDE (2022b). *Aggregate trends of climate finance provided and mobilised by developed countries in 2013-2020*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. <https://doi.org/10.1787/d28f963c-en>

OCDE (2022c). *Climate finance provided and mobilised by developed countries in 2016-2020: Insights from disaggregated analysis*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. <https://doi.org/10.1787/286dae5d-en>

Ocko, I. B., Sun, T., Shindell, D., Oppenheimer, M., Hristov, A. N., Pacala, S. W., Mauzerall, D. L., Xu, Y. y Hamburg, S. P. (2021). Acting rapidly to deploy readily available methane mitigation measures by sector can immediately slow global warming. *Environmental Research Letters*, 16(5), 054042.

Oficina de Prensa de CAF (2020, octubre 9). *Argentina y Uruguay firman acuerdo para aumentar la resiliencia al cambio climático en el río Uruguay* [comunicado de prensa]. CAF. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2020/10/argentina-y-uruguay-firman-acuerdo-para-aumentar-la-resiliencia-al-cambio-climatico-en-el-rio-uruguay/>

Oficina de Prensa del IPCC (2022, abril 4). *The evidence is clear: The time for action is now. We can halve emissions by 2030* [comunicado de prensa]. [https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_PressRelease-English.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_PressRelease-English.pdf)

OLADE (2022a). *siELAC (Sistema de información energética de Latinoamérica y el Caribe)*. Organización Latinoamericana de Energía. Consulta realizada el 17 de abril de 2023 en <https://sielac.olade.org/>

OLADE (2022b). *Panorama energético de América Latina y el Caribe 2022*. Organización Latinoamericana de Energía. <https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2021-2/>

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P. y Kassem, K. R. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth: A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, 51(11), article 11. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)

OMS (2021). *WHO global air quality guidelines*. Organización Mundial de la Salud.

OMC (2023). Exportaciones totales de mercancías (SI3\_AGG - TO) – anual (millones de dólares estadounidenses). *WTO Stats* [base de datos]. <https://timeseries.wto.org/?idSavedQuery=f598f507-53c7-49d3-bc4b-73cd47a8bda3>

Ordaz, J. L., Mora, J. y Ramírez, D. (2010). *Istmo centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/25936>

Osipova, E., Emslie-Smith, M., Osti, M., Murai, M., Åberg, U. y Shadie, P. (2020). *IUCN world heritage outlook 3*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. doi:10.2305/IUCN.CH.2020.16.en

Ostrom, E. y Schlager, E. (1996). The formation of property rights. *Rights to nature: Ecological, economic, cultural, and political principles of institutions for the environment*, 127156.

OTCA (2021, ene). Proyectos en ejecución. OTCA [sitio web]. Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. <http://otca.org/proyectos-en-ejecucion/>

Ou, Y., Iyer, G., Clarke, L., Edmonds, J., Fawcett, A. A., Hultman, N., McFarland, J. R., Binsted, M., Cui, R., Fyson, C., Geiges, A., Gonzales-Zuñiga, S., Gidden, M. J., Höhne, N., Jeffery, L., Kuramochi, T., Lewis, J., Meinshausen, M., Nicholls, Z., ... McJeon, H. (2021). Can updated climate pledges limit warming well below 2°C? *Science*, 374(6568), 693-695. <https://doi.org/10.1126/science.abl8976>

Outhwaite, C., McCann, P. y Newbold, T. (2022). Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature* 605(7908), 1476-4687. <https://www.nature.com/articles/s41586-022-04644-x>

Pacheco, S., Malizia, L. R. y Cayuela, L. (2010). Effects of climate change on subtropical forests of South America. *Tropical Conservation Science*, 3(4), 423-437.

Palacios Abrantes, J. E. (2021). *Transboundary fish stocks and their management under climate change*. Vancouver: University of British Columbia. <https://doi.org/10.14288/1.0396646>

Palacios Abrantes, J., Reygondeau, G., Wabnitz, C. C. C. y Cheung, W. W. L. (2020). The transboundary nature of the world's exploited marine species. *Scientific Reports*, 10(1), 17668. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74644-2>

Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L. y Canadell, J. G. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), article 6045.

Parlamento Europeo, Dirección General de Políticas Externas de la Unión, Pauwelyn, J. y Kleimann, D. (2020). *Trade related aspects of a carbon border adjustment mechanism: A legal assessment*. Parlamento Europeo. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/095035>

Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 637-669.

Parr, C. L., Lehmann, C. E. R., Bond, W. J., Hoffmann, W. A. y Andersen, A. N. (2014). Tropical grassy biomes: Misunderstood, neglected, and under threat. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(4), 205-213. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.02.004>

Parry, I. W. H., Black, S. y Zhunussova, K. (2022). Carbon taxes or emissions trading systems?: Instrument choice and design. *Staff Climate Notes*, 2022(006). <https://doi.org/10.5089/9798400212307.066.A001>

Parry, I. W. H., Vernon, N. y Black, S. (2021). *Still not getting energy prices right: A global and country update of fossil fuel subsidies*. Fondo Monetario Internacional. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2021/09/23/Still-Not-Getting-Energy-Prices-Right-A-Global-and-Country-Update-of-Fossil-Fuel-Subsidies-466004>

Penone, C., Allan, E., Soliveres, S., Felipe-Lucia, M. R., Gossner, M. M., Seibold, S., Simons, N. K., Schall, P., van der Plas, F., Manning, P., Manzanedo, R. D., Boch, S., Prati, D., Ammer, C., Bauhus, J., Buscot, F., Ehbrecht, M., Goldmann, K., Jung, K., ... Fischer, M. (2019). Specialisation and diversity of multiple trophic groups are promoted by different forest features. *Ecology Letters*, 22(1), 170-180. <https://doi.org/10.1111/ele.13182>

Peres, C. A., Emilio, T., Schiatti, J., Desmoulière, S. J. M. y Levi, T. (2016). Dispersal limitation induces long-term biomass collapse in overhunted Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(4), 892-897. <https://doi.org/10.1073/pnas.1516525113>

- Perry, A. L., Low, P. J., Ellis, J. R. y Reynolds, J. D. (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308(5730), 1912-1915.
- Peschel, D. y Liu, W. (2022). *The long-term growth prospects of the People's Republic of China*. Banco de Desarrollo de Asia. <https://doi.org/10.22617/WPS220567-3>
- Peters, R., Ripple, W. J., Wolf, C., Moskwik, M., Carreón-Arroyo, G., Ceballos, G., Córdova, A., Dirzo, R., Ehrlich, P. R., Flesch, A. D., List, R., Lovejoy, T. E., Noss, R. F., Pacheco, J., Sarukhán, J. K., Soulé, M. E., Wilson, E. O., Miller, J. R. B. y 2556 científicos signatarios de 43 países (incluidos 1472 de Estados Unidos y 616 de México) (2018). Nature divided, scientists united: US-Mexico border wall threatens biodiversity and binational conservation. *BioScience*, 68(10), 740-743. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy063>
- Pfaff, A., Robalino, J., Sanchez-Azofeifa, G. A., Andam, K. S. y Ferraro, P. J. (2009). Park location affects forest protection: Land characteristics cause differences in park impacts across Costa Rica. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 9(2). <https://doi.org/10.2202/1935-1682.1990>
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M. y Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187), 1246752.
- Pinos, J. y Quesada-Román, A. (2021). Flood risk-related research trends in Latin America and the Caribbean. *Water*, 14(1), 10. <https://doi.org/10.3390/w14010010>.
- Pittock, J., Finlayson, M., Arthington, A. H., Roux, D., Matthews, J. H., Biggs, H., Harrison, I., Blom, E., Flitcroft, R. y Froend, R. (2015). Managing freshwater, river, wetland and estuarine protected areas. *Protected Area Governance and Management*, 569-608.
- PNUD (2017). *Regional overview: Impact of hurricanes Irma and Maria*. Documento de apoyo para Conferencia. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PNUD (2019). *Human Development Report 2019. Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <http://report2019.archive.s3-website-us-east-1.amazonaws.com>
- PNUMA (2011). *UNEP 2010 annual report*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/7915>
- PNUMA-CMVC y UICN (2022). *Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM)* [base de datos]. Cambridge, UK: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales. [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net).
- POEA y PNUMA (2019). *Technical background report to the global mercury assessment 2018*. Programa de Observación y Evaluación del Ártico y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.amap.no/documents/doc/technical-background-report-for-the-global-mercury-assessment-2018/1815>
- Pörtner, H. O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L. y Cheung, W. L. W. (2021). *Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change*.

Potapov, P., Hansen, M., Pickens, A., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Turubanova, S., Zalles, V., Li, X., Khan, A. y Stolle, F. (2022). The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: First results. *Frontiers in Remote Sensing*, 3: 856903. doi: 10.3389/frsen.

Prager, S., Ríos, A. R., Schiek, B., Almeida, J. y González, C. E. (2020). *Vulnerability to climate change and economic impacts in the agriculture sector in Latin America and the Caribbean*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002580>

PRODES/INPE (2023). Taxas de desmatamento—Amazonia legal. *TerraBrasilis* [base de datos]. Programa de Descontaminación de Cuencas Hidrográficas e Instituto Nacional de Investigación del Espacio. [http://terra-brasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal\\_amazon/rates](http://terra-brasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates)

Radeloff, V. C., Stewart, S. I., Hawbaker, T. J., Gimmi, U., Pidgeon, A. M., Flather, C. H., Hammer, R. B. y Helmers, D. P. (2010). Housing growth in and near United States protected areas limits their conservation value. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(2), 940-945.

Rasul, G., Pasakhala, B., Mishra, A. y Pant, S. (2020). Adaptation to mountain cryosphere change: Issues and challenges. *Climate and Development*, 12(4), 297-309. <https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1617099>

Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y. y Xu, J. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. *Plants*, 8(2), 34. doi:10.3390/plants8020034

Reguero, B. G., Losada, I. J., Díaz-Simal, P., Méndez, F. J. y Beck, M. W. (2015). Effects of climate change on exposure to coastal flooding in Latin America and the Caribbean. *PLOS ONE*, 10(7), e0133409. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133409>.

Reid, H., Hou Jones, X., Porras, I., Hicks, C., Wicander, S., Seddon, N., Kapos, V., Rizvi, A. y Roe, D. (2019). *¿Es eficaz la adaptación basada en ecosistemas? Percepciones y lecciones aprendidas en trece sitios de proyectos*. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo. <https://www.iiied.org/es/17651SIIED>

Reis, V., Hermoso, V., Hamilton, S. K., Ward, D., Fluet-Chouinard, E., Lehner, B. y Linke, S. (2017). A global assessment of inland wetland conservation status. *BioScience*, 67(6), 523-533. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix045>

Riahi, K., Van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., Bauer, N., Calvin, K., Dellink, R. y Fricko, O. (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, 153-168.

Ribeiro Lima, C. H. y AghaKouchak, A. (2017). On the relationship of rainfall and temperature across Amazonia. *AGU Fall Meeting Abstracts, 2017*, H33B-1659.

Rico-Straffon, J., Wang, Z., Panlasigui, S., Loucks, C. J., Swenson, J. y Pfaff, A. (2023). Forest concessions and eco-certifications in the Peruvian Amazon: Deforestation impacts of logging rights and logging restrictions. *Journal of Environmental Economics and Management*, 118, 102780. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102780>

Rico-Straffon, J., Wang, Z. y Pfaff, A. (2022). *Comparing protection types in the Peruvian Amazon: Multiple-use protected areas did no worse for forests*. Documento de trabajo 2022/20. CAF.

Ridding, L. E., Newton, A. C., Keith, S. A., Walls, R. M., Diaz, A., Pywell, R. F. y Bullock, J. M. (2021). Inconsistent detection of extinction debts using different methods. *Ecography*, 44(1), 33-43. <https://doi.org/10.1111/ecog.05344>

- Rivas, M. E., Suárez-Alemán, A. y Serebrisky, T. (2019). *Urban transport policies in Latin America and the Caribbean: Where we are, how we got here, and what lies ahead*. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001737>
- Robalino, J. y Pfaff, A. (2013). Ecopayments and deforestation in Costa Rica: A nationwide analysis of PSA's initial years. *Land Economics*, 89(3), 432-448. <https://doi.org/10.3368/le.89.3.432>
- Robalino, J., Sandoval, C., Barton, D. N., Chacón, A. y Pfaff, A. (2015). Evaluating interactions of forest conservation policies on avoided deforestation. *PLOS ONE*, 10(4), e0124910. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124910>
- Roberts, M., Glenk, K. y McVittie, A. (2022). Urban residents value multi-functional urban greenspaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 74, 127681. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127681>
- Romanello, M., Di Napoli, C., Drummond, P., Green, C., Kennard, H., Lampard, P., Scamman, D., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Ford, L. B., Belesova, K., Bowen, K., Cai, W., Callaghan, M., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., van Daalen, K. R., Dalin, C., Dasandi, N., ... Costello, A. (2022). The 2022 report of the Lancet countdown on health and climate change: Health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*, 400(10363), 1619-1654. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01540-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01540-9).
- Rosentreter, J. A., Maher, D. T., Eler, D. V., Murray, R. H. y Eyre, B. D. (2018). Methane emissions partially offset "blue carbon" burial in mangroves. *Science Advances*, 4(6), eaao4985. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao4985>
- Rozenberg, J. y Fay, M. (2019). *Beyond the gap: How countries can afford the infrastructure they need while protecting the planet*. Washington, D. C.: Banco Mundial. <http://hdl.handle.net/10986/31291> License: CC BY 3.0 IGO
- Rudorff, B. F. T., Adami, M., Aguiar, D. A., Moreira, M. A., Mello, M. P., Fabiani, L., Amaral, D. F. y Pires, B. M. (2011). The soy moratorium in the Amazon biome monitored by remote sensing images. *Remote Sensing*, 3(1), 185-202. <https://doi.org/10.3390/rs3010185>
- Ruggiero, P. G. C., Metzger, J. P., Reverberi Tambosi, L. y Nichols, E. (2019). Payment for ecosystem services programs in the Brazilian Atlantic Forest: Effective but not enough. *Land Use Policy*, 82, 283-291. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.054>
- Russo, S., Dosio, A., Graverson, R. G., Sillmann, J., Carrao, H., Dunbar, M. B., Singleton, A., Montagna, P., Barbola, P. y Vogt, J. V. (2014). Magnitude of extreme heat waves in present climate and their projection in a warming world. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(22). <https://doi.org/10.1002/2014JD022098>.
- Saget, C., Vogt-Schilb, A. y Luu, T. (2020). *El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe*. Washington D. C. y Ginebra: Banco interamericano de Desarrollo y Organización Internacional del Trabajo. doi:10.18235/0002509
- Sain, G., Loboguerrero, A. M., Corner-Dolloff, C., Lizarazo, M., Nowak, A., Martínez-Barón, D. y Andrieu, N. (2017). Costs and benefits of climate-smart agriculture: The case of the Dry Corridor in Guatemala. *Agricultural Systems*, 151, 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.004>
- Salzman, J., Bennett, G., Carroll, N., Goldstein, A. y Jenkins, M. (2018). The global status and trends of payments for ecosystem services. *Nature Sustainability*, 1(3), 136-144. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0033-0>
- Sánchez-Azofeifa, G. A., Pfaff, A., Robalino, J. A. y Boomhower, J. P. (2007). Costa Rica's payment for environmental services program: Intention, implementation, and impact. *Conservation Biology*, 21(5), 1165-1173. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00751.x>

- Sanguinetti, P., Brassiolo, P., Ortega, D., Álvarez, F., Quintero, L., Berniell, L., de la Mata, D. y Maris, L. (2015). *RED 2015. Un Estado más efectivo. Capacidades para el diseño, la implementación y el aprendizaje de políticas públicas*. CAF.
- Sanguinetti, P., Moncarz, P., Vaillant, M., Allub, L., Juncosa, F., Barril, D., Cont, W. y Lalanne, Á. (2021). *RED 2021: Caminos para la integración: facilitación del comercio, infraestructura y cadenas globales de valor*. CAF. <https://cafscioteca.azurewebsites.net/handle/123456789/1823>
- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682-703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>
- Sathaye, J., Dale, L., Larsen, P., Fitts, G., Koy, K., Lewis, S. y Lucena, A. (2011). *Estimating risk to California energy infrastructure from projected climate change*. California Energy Commission.
- Saunio, M., Stavert, A. R., Poulter, B., Bousquet, P., Canadell, J. G., Jackson, R. B., Raymond, P. A., Dlugokencky, E. J., Houweling, S. y Patra, P. K. (2020). The global methane budget 2000-2017. *Earth System Science Data*, 12(3), 1561-1623.
- Schiavina, M., Freire, S. y MacManus, K. (2022). *GHS-POP R2022A - GHS population grid multitemporal (1975-2030)* [base de datos]. Comisión Europea, Centro Común de Investigación (JRC). <https://doi.org/10.2905/D6D86A90-4351-4508-99C1-CB074B022C4A>.
- Schipper, E.L.F., Revi, A., Preston, B.L., Carr, E.R., Eriksen, S.H., Fernandez-Carril, L.R., Glavovic, B.C., Hilmi, N.J.M., Ley, D., Mukerji, R., Muylaert de Araujo, M.S., Pérez, R., Rose, S.K. y Singh, P.K. (2022). Climate resilient development pathways. En *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 (UK) y New York (EE. UU.): Cambridge University Press, pp. 2655-2807, doi:10.1017/9781009325844.027. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-18/>
- Schmidt-Hebbel, K., Quiroz, J. y Givovich, F. (2020). *El rol del gas natural en la transición energética. Chile 2020-2050*. Asociación de Empresas de Gas Natural. [https://www.agnchile.cl/wp-content/uploads/2020/07/Estudio-final\\_El-Rol-del-Gas-Natural-en-la-Transicio%CC%81n-Energe%CC%81tica-de-Chile.pdf](https://www.agnchile.cl/wp-content/uploads/2020/07/Estudio-final_El-Rol-del-Gas-Natural-en-la-Transicio%CC%81n-Energe%CC%81tica-de-Chile.pdf)
- Schneider, H. (2023). Financiamiento internacional para el cambio climático en América Latina y el Caribe. Policy paper n.º 16. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2028>
- Scussolini, P., Aerts, J. C. J. H., Jongman, B., Bouwer, L. M., Winsemius, H. C., de Moel, H. y Ward, P. J. (2016). FLOPROS: An evolving global database of flood protection standards. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(5), 1049-1061. <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1049-2016>
- Secretaría de la CMNUCC (2012, diciembre 8). The Doha Amendment. *United Nations Climate Change* [sitio web]. <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/the-doha-amendment>
- Secretaría de la CMNUCC (2020, marzo 23). Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. *United Nations Climate Change* [sitio web]. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>

- Secretaría de la CMNUCC (2022a). Nationally determined contributions registry. *United Nations Climate Change* [sitio web]. [https://unfccc.int/NDCREG?field\\_party\\_region\\_target\\_id=All&field\\_document\\_ca\\_target\\_id=All&field\\_vd\\_status\\_target\\_id=5933&start\\_date\\_datepicker=&end\\_date\\_datepicker=&order=field\\_version\\_number&sort=desc&page=1](https://unfccc.int/NDCREG?field_party_region_target_id=All&field_document_ca_target_id=All&field_vd_status_target_id=5933&start_date_datepicker=&end_date_datepicker=&order=field_version_number&sort=desc&page=1)
- Secretaría de la CMNUCC (2022b). What is the Kyoto Protocol? *United Nations Climate Change* [sitio web]. [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)
- Secretaría de la CMNUCC (2022c, diciembre 10). El Acuerdo de París. *United Nations Climate Change* [sitio web]. <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>
- Secretaría de la CMNUCC (2022d, noviembre 30). Cinco conclusiones clave de la COP27. *United Nations Climate Change* [sitio web]. <https://unfccc.int/es/proceso-y-reuniones/conferencias/sharm-el-sheikh-climate-change-conference-november-2022/cinco-conclusiones-clave-de-la-cop27>
- Secretaría del CDB (2020a). Perspectiva mundial sobre la diversidad biológica 5. *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-es.pdf>
- Secretaría del CDB (2020b). Strategic plan for biodiversity 2011-2020, including Aichi biodiversity targets. *Convenio sobre la Diversidad Biológica* [sitio web]. <https://www.cbd.int/sp/>
- Secretaría del CDB (2022a). Convention on Biological Diversity: Aichi Target 3. *Convention on Biological Diversity*. <https://www.cbd.int/aichi-targets/target/3>
- Secretaría del CDB (2022b, agosto 11). History of the Convention. *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Montreal. <https://www.cbd.int/history/>
- Secretaría del CDB (2022c, noviembre 11). Search NBSAPs and national reports. *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. <https://www.cbd.int/nbsap/search/>
- Secretaría del CDB (2022d, diciembre 19). COP15: Nations adopt four goals, 23 targets for 2030 in landmark un biodiversity agreement. *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. <https://www.cbd.int/article/cop15-cbd-press-release-final-19dec2022>
- Secretaría del Convenio de Estocolmo (2017). *The 16 new POPs: An introduction to the chemicals added to the Stockholm Convention as Persistent Organic Pollutants by the Conference of the Parties* [reporte]. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx>
- Silveira, F. A. O., Arruda, A. J., Bond, W., Durigan, G., Fidelis, A., Kirkman, K., Oliveira, R. S., Overbeck, G. E., Sansevero, J. B. B., Siebert, F., Siebert, S. J. Young, T. P. y Buisson, E. (2020). Myth-busting tropical grassy biome restoration. *Restoration Ecology*, 28(5), 1067-1073. <https://doi.org/10.1111/rec.13202>
- Sims, K. R. E. y Alix-García, J. M. (2017). Parks versus PES: Evaluating direct and incentive-based land conservation in Mexico. *Journal of Environmental Economics and Management*, 86, 8-28. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2016.11.010>
- Sims, K. R. E., Alix-García, J. M., Shapiro-Garza, E., Fine, L. R., Radeloff, V. C., Aronson, G., Castillo, S., Ramírez-Reyes, C. y Yáñez-Pagans, P. (2014). Improving environmental and social targeting through adaptive management in Mexico's payments for hydrological services program: Adaptive management and payment for ecosystem services. *Conservation Biology*, 28(5), 1151-1159. <https://doi.org/10.1111/cobi.12318>

Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V. y Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12(5), 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>

Sohngen, B. y Brown, S. (2004). Measuring leakage from carbon projects in open economies: A stop timber harvesting project in Bolivia as a case study. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(4), 829-839. <https://doi.org/10.1139/x03-249>

Solargis (2023). *Global horizontal irradiation (kWh/m<sup>2</sup>/día), percentil 90*. Global Solar Atlas. (aplicación web desarrollada por Solargis para el Banco Mundial, usando datos de Solargis y con financiamiento del Programa de asistencia para la gestión del sector de la energía (ESMAP). <https://globalsolaratlas.info/>

Songwe, V., Stern, N. y Bhattacharya, A. (2022). *Finance for climate action: Scaling up investment for climate and development*. Comisión Económica de las Naciones Unidas para África. <https://hdl.handle.net/10855/49154>

Spracklen, D. V., Arnold, S. R. y Taylor, C. (2012). Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*, 489(7415), article 7415.

Stavins, R. N. (2020). The future of US carbon-pricing policy. *Environmental and Energy Policy and the Economy*, 1, 8-64. The University of Chicago Press. doi:10.1086/706792

Stern, D. I. (2017). The environmental Kuznets curve after 25 years. *Journal of Bioeconomics*, 19(1), 7-28. <https://doi.org/10.1007/s10818-017-9243-1>

Stern, N., Stiglitz, J. y Taylor, C. (2022). The economics of immense risk, urgent action, and radical change: Towards new approaches to the economics of climate change. *Journal of Economic Methodology*, 29(3), 181-216.

Stevenson, H. (2023). International negotiations and agreements on climate change. Policy paper n.º 19. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2034>

Sumaila, U. R., Ebrahim, N., Schuhbauer, A., Skerritt, D., Li, Y., Kim, H. S., Mallory, T. G., Lam, V. W. L. y Pauly, D. (2019). Updated estimates and analysis of global fisheries subsidies. *Marine Policy*, 109, 103695. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103695>

Susskind, L., Chun, J., Gant, A., Hodgkins, C., Cohen, J. y Lohmar, S. (2022). Sources of opposition to renewable energy projects in the United States. *Energy Policy*, 165, 112922.

Taillardat, P., Thompson, B. S., Garneau, M., Trottier, K. y Friess, D. A. (2020). Climate change mitigation potential of wetlands and the cost-effectiveness of their restoration. *Interface Focus*, 10(5), 20190129.

Tambutti, M. y Gómez, J. J (coords). (2022). *Panorama de los océanos, los mares y los recursos marinos en América Latina y el Caribe: conservación, desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático*. Documentos de proyectos (LC/TS.2020/167/Rev.1). Santiago: Comisión Economías para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Gobierno de Noruega. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47737>.

Tanaka, S., Teshima, K. y Verhoogen, E. (2022). North-South displacement effects of environmental regulation: The case of battery recycling. *American Economic Review: Insights*, 4(3), 271-288.

Tanner, M. y Ratzke, L. (2022). *Deforestation, institutions, and property rights: Evidence from land titling to indigenous peoples and local communities in Ecuador*. Documento de trabajo 2022/22. CAF.



- Thornton, D. H. y Branch, L. C. (2019). Transboundary mammals in the Americas: Asymmetries in protection challenge climate change resilience. *Diversity and Distributions*, 25(4), 674-683. <https://doi.org/10.1111/ddi.12880>
- Thornton, D., Branch, L. y Murray, D. (2020). Distribution and connectivity of protected areas in the Americas facilitates transboundary conservation. *Ecological Applications*, 30(2). <https://doi.org/10.1002/eap.2027>
- Tilman, D., May, R. M., Lehman, C. L. y Nowak, M. A. (1994). Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, 371(6492), article 6492. <https://doi.org/10.1038/371065a0>
- Torre, A. de la, Fajnzylber, P. y Nash, J. (2009). *Low carbon, high growth: Latin American responses to climate change. Overview*. Washington, D. C: Banco Mundial.
- Trisos, C. H., Merow, C. y Pigot, A. L. (2020). The projected timing of abrupt ecological disruption from climate change. *Nature*, 580(7804), 496-501.
- Trove Research (2022). *Carbon Projects and Transactions* [base de datos]. Consulta realizada el 17 de octubre de 2022 en <https://trove-research.com/intelligence-platform/carbon-projects-and-transactions/>
- UICN (2016). *Un estándar global para la identificación de áreas clave para la biodiversidad (KBA)* (Versión 1.0). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-048-Es.pdf>
- UICN (2021). *Gender and national climate planning: Gender integration in the revised nationally determined contributions*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- UICN (2023). *Nature-based solutions* [Página web]. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. <https://www.iucn.org/our-work/nature-based-solutions>
- Unnerstall, T. (2017). How expensive is an energy transition? A lesson from the German Energiewende. *Energy, Sustainability and Society*, 7(1), 1-5.
- Uribe, C. (2017). Por qué es importante la hidroenergía y cuál es su potencial en América Latina. *Visiones* [blog]. Entrada del 19 de enero de 2017. CAF. <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2017/01/por-que-es-importante-la-hidroenergia-y-cual-es-su-potencial-en-america-latina/>
- Urteaga, J. A. y Hallack, M. (2021). Eficiencia energética en América Latina y el Caribe ¿por qué importa? *Energía para el Futuro* [blog]. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://blogs.iadb.org/energia/es/eficiencia-energetica-en-america-latina-y-el-caribe-por-que-importa/>
- U.S. Department of Energy (2022). Alternative Fuels Data Center. *U.S. Department of Energy* [base de datos]. Maps and data - Fuel taxes by country. Consulta realizada el 14 de abril de 2023 en <https://afdc.energy.gov/data/10327>
- U.S. Department of Energy (2023). FuelEconomy.gov. The official U.S. government source for fuel economy information. *U.S. Department of Energy* [sitio web]. Consulta realizada el 11 de abril de 2023 en <http://www.fueleconomy.gov>
- USGS (2023). *Mineral commodity summaries 2023*. U.S. Geological Survey. <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2023>
- Valdiones, A. P., Bernasconi, P., Silgueiro, V., Guidotti, V., Miranda, F., Costa, J., Rajão, R. y Manzolli, B. (2021). *Desmatamento ilegal na Amazônia e no Matopiba: Falta transparência e acesso à informação*.

Van Sluisveld, M. A. E., Martínez, S. H., Daioglou, V. y van Vuuren, D. P. (2016). Exploring the implications of lifestyle change in 2 °C mitigation scenarios using the IMAGE integrated assessment model. *Technological Forecasting and Social Change*, 102, 309-319. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.08.013>

Veldman, J. W., Buisson, E., Durigan, G., Fernandes, G. W., Le Stradic, S., Mahy, G., Negreiros, D., Overbeck, G. E., Veldman, R. G. y Zaloumis, N. P. (2015). Toward an old-growth concept for grasslands, savannas, and woodlands. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(3), 154-162.

Vergara, A., Arias, M., Gachet, B., Naranjo, L. G., Román, L., Surkin, J. y Tamayo, V. (2022). *Living Amazon report 2022*. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

Vial, J. (2023). Desarrollo sostenible y capital natural. *Documento sobre políticas n.º 14*. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2030>

Vicuña, S., Barranco, L. M., Berroeta, C., Marengo, J. A., Pacheco, P., Pérez-Fernández, J., Picado, F., Pulido-Velázquez, M., Scott, C. A., Scribano, R. y Tomassella, J. (2020). Recursos hídricos. En J. M. Moreno Rodríguez (ed.), *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos. Informe Riocadapt*. McGraw-Hill España.

Vignati, F. y Gómez-García Palao, R. (2014). *Biocomercio andino. Quince historias de éxito en Colombia, Ecuador y Perú*. Lima: CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/518>

Vignola, R., Otarola, M., Alpizar, F. y Rivera, P. (2019). Gobernanza para la adaptación basada en ecosistemas (AbE) para pequeños caficultores de América Central. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 19-32.

Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M.R., Donatti, C., Harvey, C.A. y Alpizar, F. (2017). *Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba (Costa Rica): CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9476>

Vo, Q. T., Künzer, C., Vo, Q. M., Moder, F. y Oppelt, N. (2012). Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecological Indicators*, 23, 431-446.

Vogl, V., Åhman, M. y Nilsson, L. J. (2018). Assessment of hydrogen direct reduction for fossil-free steelmaking. *Journal of Cleaner Production*, 203, 736-745. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.279>

Watts, D., Albornoz, C. y Watson, A. (2015). Clean Development Mechanism (CDM) after the first commitment period: Assessment of the world's portfolio and the role of Latin America. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1176-1189. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.146>

Wearn, O. R., Reuman, D. C. y Ewers, R. M. (2012). Extinction debt and windows of conservation opportunity in the Brazilian Amazon. *Science*, 337(6091), 228-232. <https://doi.org/10.1126/science.1219013>

WEDO (2023). Country profiles. *Gender Climate Tracker* [base de datos]. Organización de Mujeres para el Medio Ambiente y el Desarrollo. <https://genderclimatetracker.org/country-profiles>

Weikmans, R. y Roberts, J. T. (2019). The international climate finance accounting muddle: Is there hope on the horizon? *Climate and Development*, 11(2), 97-111. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1410087>

Weikmans, R., Timmons Roberts, J., Baum, J., Bustos, M. C. y Durand, A. (2017). Assessing the credibility of how climate adaptation aid projects are categorised. *Development in Practice*, 27(4), 458-471. <https://doi.org/10.1080/09614524.2017.1307325>

- West, T. A. P., Börner, J., Sills, E. O. y Kontoleon, A. (2020). Overstated carbon emission reductions from voluntary REDD+ projects in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(39), 24188-24194. <https://doi.org/10.1073/pnas.2004334117>
- Whelan, C. J., Şekercioğlu, Ç. H. y Wenny, D. G. (2015). Why birds matter: From economic ornithology to ecosystem services. *Journal of Ornithology*, 156(S1), 227-238. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1229-y>
- Whelan, C. J., Wenny, D. G. y Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134(1), 25-60. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- WID (2023). *World Inequality Database*. [https://wid.world/world/#sptinc\\_p0p50\\_z/XL/last/eu/k/p/yearly/s/false/6.466500000000001/12/curve/false/region](https://wid.world/world/#sptinc_p0p50_z/XL/last/eu/k/p/yearly/s/false/6.466500000000001/12/curve/false/region)
- Williamson, P. y Gattuso, J.-P. (2022). Carbon removal using coastal blue carbon ecosystems is uncertain and unreliable, with questionable climatic cost-effectiveness. *Frontiers in Climate*, 4. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fclim.2022.853666>
- Winchester, N., Paltsev, S. y Reilly, J. M. (2011). Will border carbon adjustments work? *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 11(1). <https://doi.org/10.2202/1935-1682.2696>
- Wittmann, F., Householder, E., Lopes, A., de Oliveira Wittmann, A., Junk, W. J. y Piedade, M. T. F. (2015). Implementation of the Ramsar Convention on South American Wetlands: An update. *Research and Reports in Biodiversity Studies*, 47. <https://doi.org/10.2147/RRBS.S64502>
- Wolske, K. S. y Stern, P. C. (2018). Contributions of psychology to limiting climate change. *Psychology and Climate Change* (pp 127-160). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813130-5.00007-2>
- Woodley, S., Locke, H., Laffoley, D., MacKinnon, K., Sandwith, T. y Smart, J. (2019). A review of evidence for area-based conservation targets for the post-2020 global biodiversity framework. *Parks*, 25(2), 31-46.
- Worku, I. H., Dereje, M., Minten, B. y Hirvonen, K. (2017). Diet transformation in Africa: The case of Ethiopia. *Agricultural Economics*, 48(S1), 73-86. <https://doi.org/10.1111/agec.12387>
- Worthington, T. y Spalding, M. (2018). *Mangrove restoration potential: A global map highlighting a critical opportunity*. <https://doi.org/10.17863/CAM.39153>
- Wu, C., Ye, X., Du, Q. y Luo, P. (2017). Spatial effects of accessibility to parks on housing prices in Shenzhen, China. *Habitat International*, 63, 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.03.010>
- Wu, X., Braun, D., Schwartz, J., Kioumourtzoglou, M. A. y Dominici, F. (2020). Evaluating the impact of long-term exposure to fine particulate matter on mortality among the elderly. *Science Advances*, 6(29), eaba5692. doi:10.1126/sciadv.aba5692
- Wunder, S., Börner, J., Ezzine-de-Blas, D., Feder, S. y Pagiola, S. (2020). Payments for environmental services: Past performance and pending potentials. *Annual Review of Resource Economics*, 12(1), 209-234. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-094206>
- Wunder, S., Engel, S. y Pagiola, S. (2008). Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. *Ecological Economics*, 65(4), 834-852. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.010>

Xing, J., Leard, B. y Li, S. (2021). What does an electric vehicle replace? *Journal of Environmental Economics and Management*, 107, 102432. doi:10.1016/j.jeem.2021.102432

Xu, J., Morris, P. J., Liu, J. y Holden, J. (2018). PEATMAP: Refining estimates of global peatland distribution based on a meta-analysis. *Catena*, 160, 134-140.

Yalew, S. G., van Vliet, M. T. H., Gernaat, D. E. H. J., Ludwig, F., Miara, A., Park, C., Byers, E., De Cian, E., Piontek, F., Iyer, G., Mouratiadou, I., Glynn, J., Hejazi, M., Dessens, O., Rochedo, P., Pietzcker, R., Schaeffer, R., Fujimori, S., Dasgupta, S., .... van Vuuren, D. P. (2020). Impacts of climate change on energy systems in global and regional scenarios. *Nature Energy*, 5(10), 794-802. doi:10.1038/s41560-020-0664-z

Yáñez-Pagans, P., Martínez, D., Mitnik, O. A., Scholl, L. y Vázquez, A. (2018). *Sistemas de transporte urbano en América Latina y el Caribe: lecciones y retos*. BID. <https://www.idbinvest.org/es/publicaciones/sistemas-de-transporte-urbano-en-america-latina-y-el-caribe>

Zapata-Ríos, G., Andreazzi, C. S., Carnaval, A. C., Rodrigues da Costa Doria, C., Duponchelle, F., Flecker, A., Guayasamin, J. M., Heilpern, S., Jenkins, C. N., Maldonado, C., Meneghelli, D., Miranda, G., Moraes R., M., Silman, M., Pinheiro de Almeida Silveira, M. A., Tabet, G., Trujillo, F., Ulloa Ulloa, C. y Arieira, J. (2021). Chapter 3: Biological diversity and ecological networks in the Amazon. En C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, F. H. Roca Alcazar, M. Bustamante, C. Mena, M. Peña-Claros, G. Poveda, J. P. Rodríguez, S. Saleska, S. E. Trumbore, A. Val, L. Villa Nova, R. Abramovay, A. Alencar, A. C. Rodríguez Alza, D. Armenteras, P. Artaxo, S. Athayde, ... G. Zapata-Ríos (eds.), *Amazon assessment report 2021* (1.ª ed.). UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN). <https://doi.org/10.55161/DGNM5984>

Zehner, O. (2012). *Green illusions: The dirty secrets of clean energy and the future of environmentalism*. Nebraska Paperback. doi:10.2307/j.ctt1d9nqbc

# Apéndice



# Apéndice del capítulo 1

A continuación se proporcionan informaciones completarias y aclaraciones sobre los gráficos y cuadros incluidos en este capítulo.

## Las fuentes de datos sobre emisiones de GEI

La cantidad de fuentes de datos sobre emisiones de GEI ha aumentado considerablemente durante las últimas dos décadas. No obstante, solo algunas de estas fuentes ofrecen una cobertura amplia de sectores de actividad, territorios y gases lo suficientemente actualizada como para hacer un seguimiento exhaustivo de los avances y contribuir así a los debates científicos y políticos (Minx et al., 2021). A continuación, se describen las bases de datos de emisiones utilizadas en este capítulo y el resto del reporte.

Las estadísticas de **emisiones contemporáneas** se calculan con la base de datos compilada por Minx et al. (2021) y recomendada por el Grupo de Trabajo III del IPCC en su Sexto Informe de Evaluación (IPCC, 2022a). Las emisiones de CO<sub>2</sub> por uso de combustibles fósiles y procesos industriales, metano, óxido nitroso y gases fluorados son tomadas de la versión 6 de la Base de Datos de Emisiones para la Investigación de la Atmósfera (EDGAR, por sus siglas en inglés) (Crippa et al., 2022). Debido a que esta base de datos no cuenta con información sobre las emisiones provenientes del uso de la tierra, los cambios en el uso de la tierra y la silvicultura, la base se complementa con los datos de emisiones netas de CO<sub>2</sub> del sector de UTCUTS provistos por Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022). Estos datos se calculan como el promedio simple de tres modelos contables que arrojan estimaciones de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> de origen antropogénico provenientes de ese sector a nivel global, regional y por país: el modelo OSCAR<sup>1</sup> (Gasser et al., 2020), el BLUE<sup>2</sup> (Hansis et al., 2015) y el H&N<sup>3</sup> (Houghton y Nassikas, 2017). De esta forma, la base de datos

final cuenta con información de las emisiones anuales de origen antropogénico provenientes de 228 países y territorios, 5 sectores de actividad y 27 subsectores para el período 1970-2019.

Para el cálculo de las **emisiones históricas** de CO<sub>2</sub> de origen antropogénico se utiliza la base de datos elaborada por Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022). Esta base cuenta con estimaciones a nivel de país de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de combustibles fósiles y procesos industriales y de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> del sector de UTCUTS para el período 1850-2021. Las emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles se calculan a partir de datos de uso de combustibles, su contenido de carbono y la proporción de ese carbono que se oxida en el proceso de combustión. Las emisiones del sector de UTCUTS se calculan como el promedio simple de los resultados de los tres modelos contables mencionados en el párrafo anterior.

1 La denominación OSCAR corresponde al acrónimo en inglés de *outcome, situation, choices, actions and review* (resultado, situación, alternativas, acciones y evaluación).

2 Este acrónimo abrevia la denominación en inglés *bookkeeping of land-use emissions* (contabilidad de emisiones por uso de la tierra).

3 Llamada así por el apellido de sus autores.

**Cuadro A 1.1**

Contribución de América Latina y el Caribe a las emisiones históricas de CO<sub>2</sub> por fuente de emisión y en total según países y subregiones en el período 1850-2019

Países /regiones	CO <sub>2</sub> CFPI	CO <sub>2</sub> UTCUTS	CO <sub>2</sub> Total	Países /regiones	CO <sub>2</sub> CFPI	CO <sub>2</sub> UTCUTS	CO <sub>2</sub> Total
<b>América del Sur</b>	<b>2,61</b>	<b>21,60</b>	<b>8,53</b>	<b>Mesoamérica</b>	<b>1,33</b>	<b>2,99</b>	<b>1,84</b>
Brasil	0,97	12,85	4,68	México	1,22	1,30	1,25
Argentina	0,51	2,15	1,02	Guatemala	0,03	0,46	0,16
Colombia	0,21	2,17	0,82	Nicaragua	0,01	0,44	0,15
Venezuela	0,47	0,88	0,60	Honduras	0,02	0,30	0,10
Perú	0,12	0,71	0,30	Costa Rica	0,02	0,19	0,07
Bolivia	0,03	0,89	0,30	Panamá	0,02	0,17	0,06
Chile	0,17	0,43	0,25	El Salvador	0,01	0,10	0,04
Ecuador	0,07	0,57	0,23	Belize	0,001	0,035	0,012
Paraguay	0,01	0,59	0,19	<b>América Latina y el Caribe</b>	<b>4,22</b>	<b>25,29</b>	<b>10,79</b>
Uruguay	0,02	0,20	0,08				
Guyana	0,01	0,14	0,05				
Surinam	0,01	0,02	0,01				
<b>Caribe</b>	<b>0,29</b>	<b>0,70</b>	<b>0,41</b>				
Cuba	0,10	0,44	0,21				
República Dominicana	0,04	0,13	0,07				
Trinidad y Tobago	0,10	0,01	0,07				
Jamaica	0,03	0,03	0,03				
Haití	0,005	0,082	0,029				
Bahamas	0,010	0,001	0,007				
Barbados	0,003	0,001	0,002				
Santa Lucía	0,001	0,001	0,001				
Antigua y Barbuda	0,001	-0,001	0,001				
Dominica	0,0003	0,0007	0,0004				
San Vicente y las Granadinas	0,0004	0,0004	0,0004				
Granada	0,0005	-0,0001	0,0003				

**Nota:** El cuadro refleja la contribución (en puntos porcentuales) de cada país de la región en las emisiones por uso de combustibles fósiles y procesos industriales (CFPI), sector de UTCUTS y total para el período 1850-2019.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Friedlingstein, O'Sullivan et al. (2022).

## Cuadro A 1.2

Países miembros de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC) por subregiones y código ISO3 correspondiente

América del Sur		Caribe		Mesoamérica	
País	Código ISO3	País	Código ISO3	País	Código ISO3
Argentina	ARG	Antigua y Barbuda	ATG	Belice	BLZ
Bolivia	BOL	Bahamas	BHS	Costa Rica	CRI
Brasil	BRA	Barbados	BRB	El Salvador	SLV
Chile	CHL	Cuba	CUB	Guatemala	GTM
Colombia	COL	Dominica	DMA	Honduras	HND
Ecuador	ECU	Granada	GRD	México	MEX
Guyana	GUY	Haití	HTI	Nicaragua	NIC
Paraguay	PRY	Jamaica	JAM	Panamá	PAN
Perú	PER	República Dominicana	DOM		
Surinam	SUR	San Cristóbal y Nieves	KNA		
Uruguay	URY	San Vicente y las Granadinas	VCT		
Venezuela	VEN	Santa Lucía	LCA		
		Trinidad y Tobago	TTO		

**Nota:** En el cuadro se listan todos los países de América Latina y el Caribe considerados en el análisis, clasificados por subregiones y con sus respectivos códigos ISO3.

**Fuente:** Elaboración propia.

## Aclaraciones respecto al gráfico 1.2

Se consideran los siguientes países de América Latina y el Caribe con información sobre aumento esperado de la temperatura para distintos períodos con respecto a 1985-2014: Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, San Vicente y las Granadinas, Surinam, Uruguay y Venezuela.



## Apéndice del capítulo 2

### Aclaración respecto a los gráficos 2.2, 2.6

Los países incluidos en el Caribe son Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Cuba, Dominica, Granada, Haití, Jamaica, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tobago.

Los países incluidos en Mesoamérica son Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá.

Los países incluidos en Sudamérica son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela.

Se considera como América Latina y el Caribe a todos los países incluidos en estas tres subregiones.

### Aclaración respecto al gráfico 1 del recuadro 2.1

Los países incluidos en el Caribe son Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Cuba, Dominica, Granada, Haití, Jamaica, Puerto Rico, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tobago.

Los países incluidos en Mesoamérica son Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá.

Los países incluidos en Sudamérica son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela.

Se considera como América Latina y el Caribe a todos los países incluidos en estas tres subregiones.

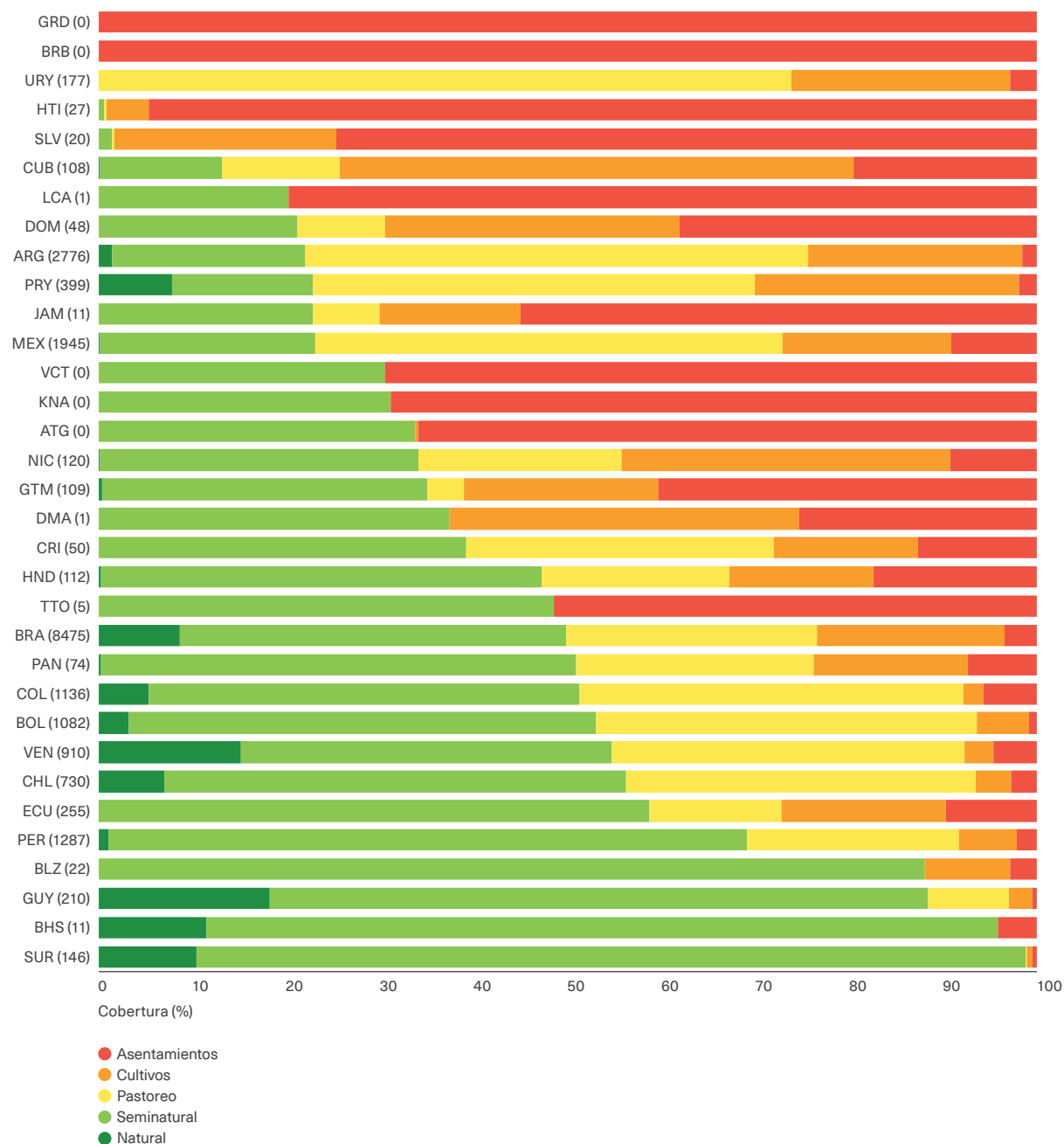
### Aclaración respecto a los gráficos 2.7, 2.8 y 2.9

Los países incluidos son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Curazao, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

## Apéndice del capítulo 3

**Gráfico A 3.1**

Uso del suelo en países de América Latina y el Caribe, 2017

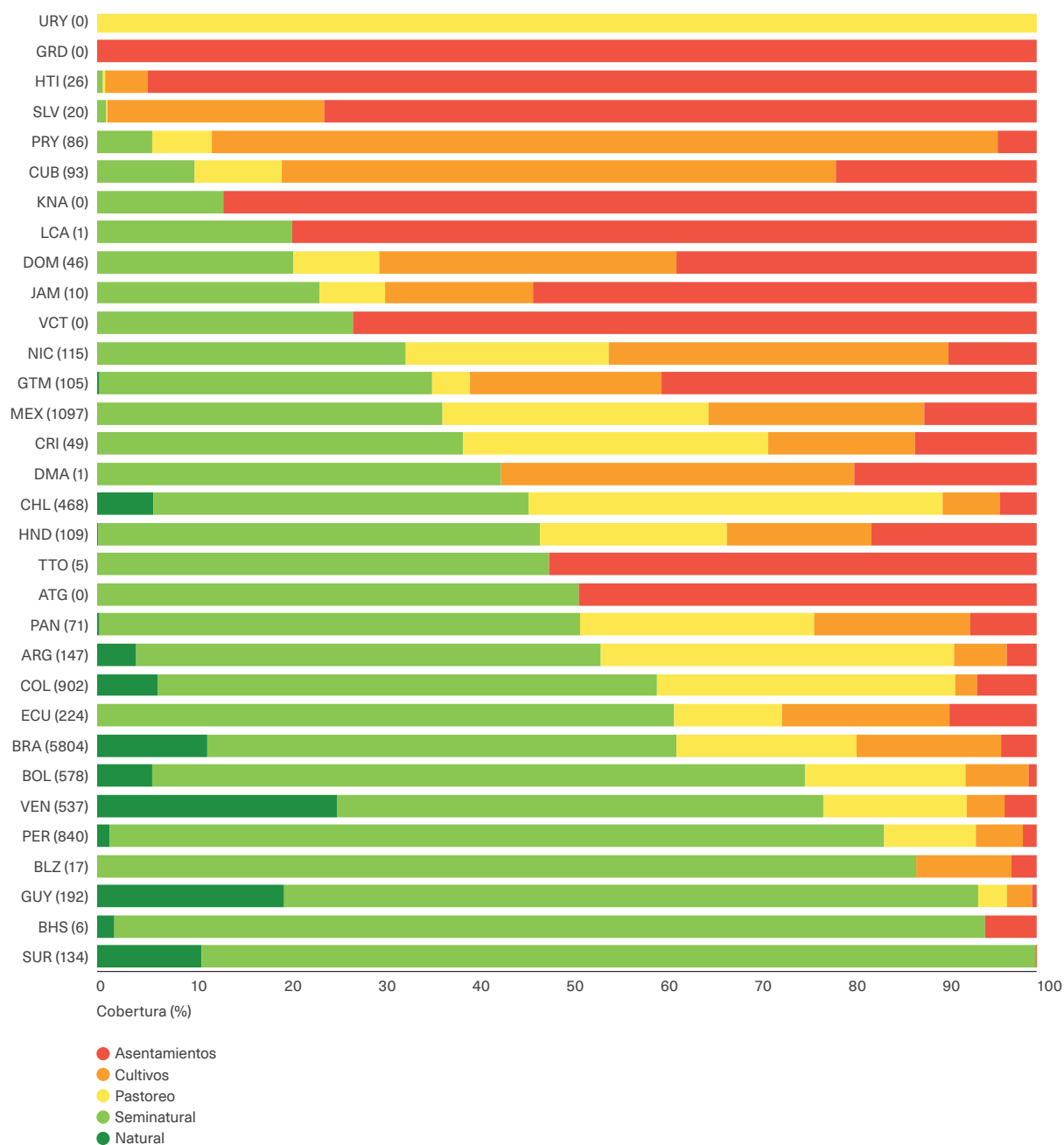


**Nota:** El gráfico muestra el uso antrópico en cada país, teniendo en cuenta todas las ecorregiones. Los valores del gráfico se muestran en porcentajes respecto al uso antrópico del suelo en cada país. Debajo de cada uno de ellos se muestra entre paréntesis la superficie total en miles de km<sup>2</sup>.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos georreferenciados de Gauthier et al. (2021) y Dinerstein et al. (2017).

### Gráfico A 3.2

Uso del suelo en ecorregiones de bosques en países de América Latina y el Caribe, 2017

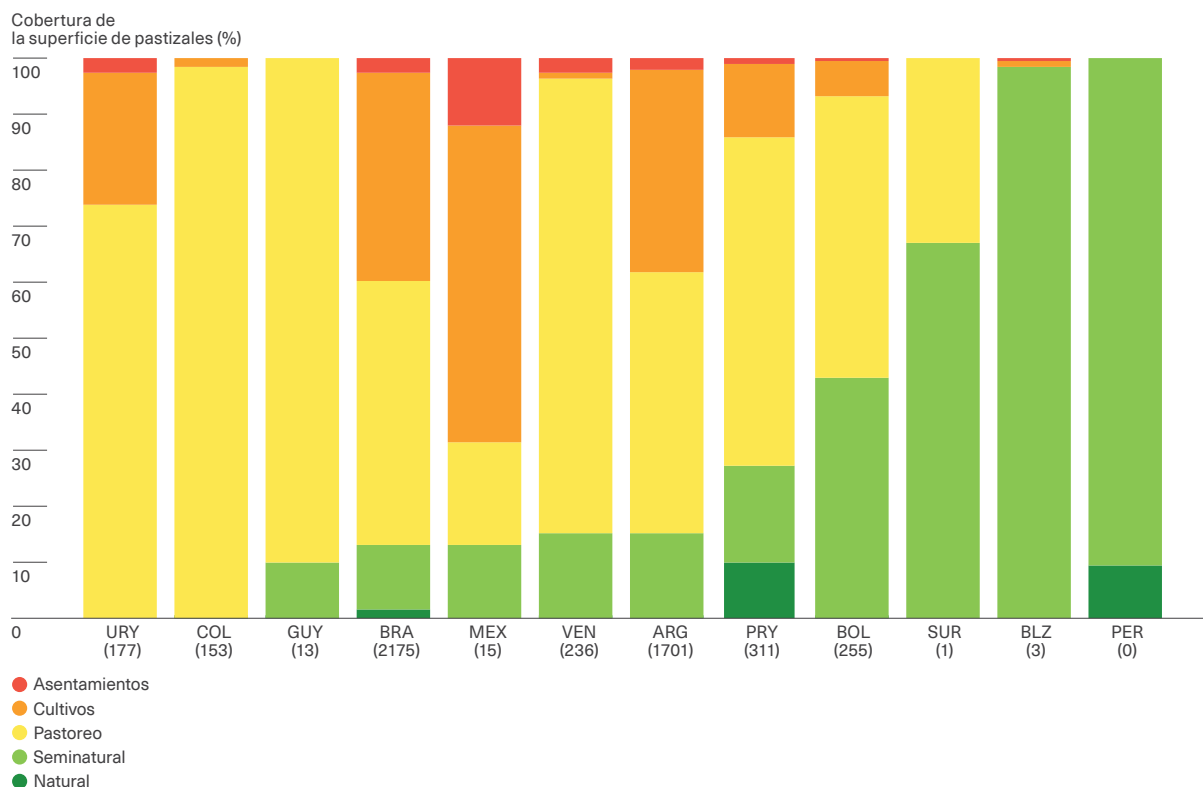


**Nota:** El gráfico muestra el uso antrópico de los bosques en cada país. Los valores del gráfico se muestran en porcentajes respecto a la cobertura de bosques de cada país. Debajo de cada uno de ellos se muestra entre paréntesis la superficie total de bosques en miles de km². Las ecorregiones consideradas dentro de bosques se pueden consultar en la sección de aclaraciones de gráficos y cuadros.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos georreferenciados de Gauthier et al. (2021) y Dinerstein et al. (2017).

### Gráfico A 3.3

Uso del suelo en ecorregiones de pastizales, sabanas y matorrales en países de América Latina y el Caribe, 2017

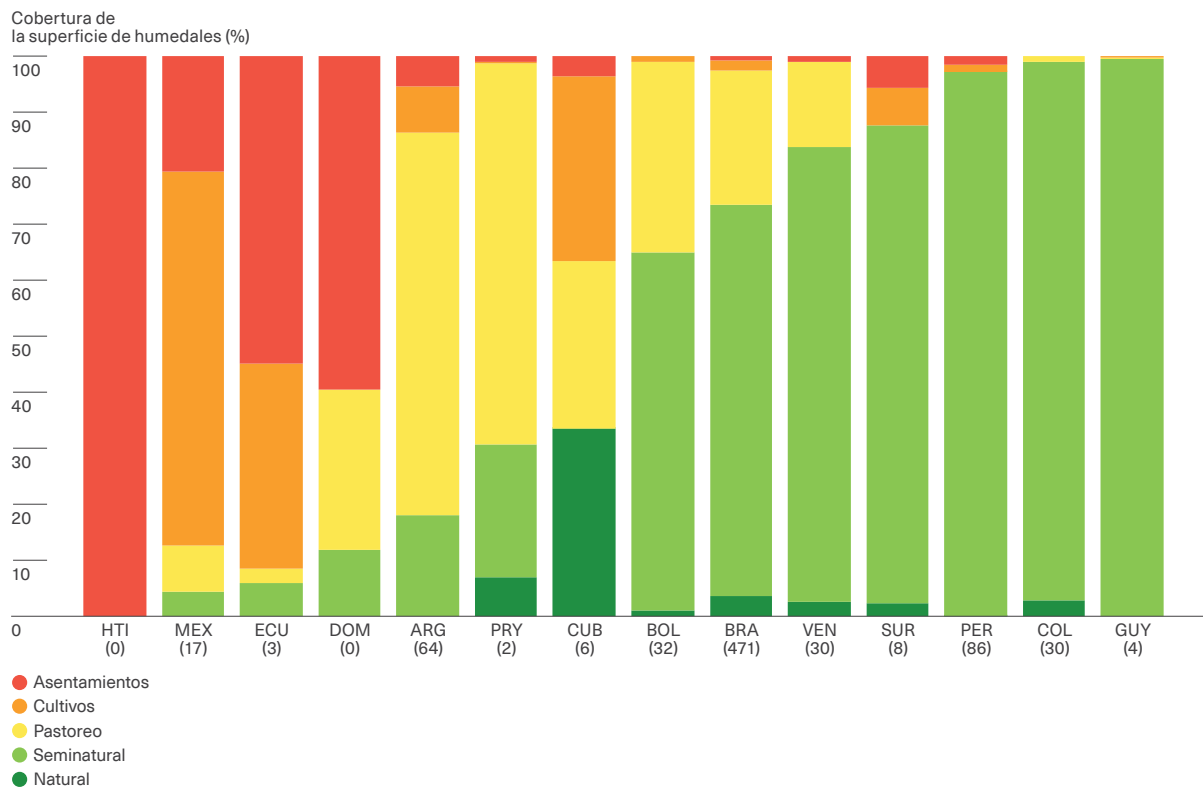


**Nota:** El gráfico muestra el uso antrópico de los pastizales en cada país. Los valores del gráfico se muestran en porcentajes respecto a la cobertura de pastizales de cada país. Debajo de cada uno de ellos se muestra entre paréntesis la superficie total de pastizales en miles de km<sup>2</sup>. Las ecorregiones consideradas dentro de pastizales, sabanas y matorrales se pueden consultar en la sección de aclaraciones de gráficos y cuadros.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos georreferenciados de Gauthier et al. (2021) y Dinerstein et al. (2017).

### Gráfico A 3.4

Uso del suelo en ecorregiones de humedales en países de América Latina y el Caribe, 2017



**Nota:** El gráfico muestra el uso antrópico de los bosques en cada país. Los valores del gráfico se muestran en porcentajes respecto a la cobertura de bosques de cada país. Debajo de cada uno de ellos se muestra entre paréntesis la superficie total de bosques en miles de km<sup>2</sup>. Las ecorregiones consideradas dentro de bosques se pueden consultar en la sección de aclaraciones de gráficos y cuadros.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos georreferenciados de Gauthier et al. (2021) y Dinerstein et al. (2017).

## Cálculos referidos a áreas protegidas

### Cálculo de la extensión de áreas protegidas por país y por bioma

Para el ejercicio reflejado en los gráficos 3.6 al 3.9 y los cuadros 3.3 y 3.4 se utiliza la Base de Datos Mundial de Áreas Protegidas (BDMAP) del PNUMA, el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (CMVC) y el UICN (2022). El análisis considera todas las áreas protegidas (AP) de América Latina y el Caribe con designación de tipo nacional. La mayor parte de las AP se proveen como polígonos que delimitan el territorio protegido. Sin embargo, para algunas AP solo se proveen puntos que representan el centro (aproximado) del territorio protegido. Para estas últimas, se crean áreas circulares (búferes) alrededor de los puntos, de forma que la superficie del búfer se corresponda con la superficie protegida reportada en la BDMAP. Se descartan aquellas observaciones que no especifican la superficie del área protegida o que reportan una superficie igual a 0 km<sup>2</sup>.

Haciendo uso de la tipificación de la UICN (ver el cuadro 3.5) provista en la BDMAP, las AP son clasificadas en 2 categorías: 1) estricta y 2) de uso múltiple (UM). Dentro de la categoría estricta se incluyen las AP con tipificación UICN entre I y IV, ambas inclusive, mientras que se consideran como de uso múltiple las AP de tipo V, VI y aquellas que no tienen clasificación de la UICN.

Una vez combinadas las capas de polígonos y búferes, esta última es disuelta para evitar el doble conteo de superficie protegida a partir de polígonos que se solapan. En caso de que una porción de territorio esté protegido al mismo tiempo por una AP estricta y por otra AP de uso múltiple, dicho territorio será considerado como AP estricta. En las estimaciones del año 1990 se incluyen las AP designadas hasta dicho año inclusive.

Para asignar las áreas por país, se utiliza la variable provista por la BDMAP, mientras que para la asignación de AP por biomas se combina esta base con la de Ecoregions2017 (Dinerstein et al., 2017).

### Cálculo de superficie protegida y densidad de población

Para este ejercicio se utiliza la base de datos de la BDMAP, aplicando los mismos filtros y procesos descritos en el apartado anterior, y la base de población mundial de asentamientos humanos (GHS, por sus siglas en inglés) de la Comisión Europea (Schiavina et al., 2022). La GHS se compone de varias cuadrículas, con una resolución original de 100 m. Cada celda indica el número de habitantes dentro de la misma. Para este ejercicio, los datos son agregados a una resolución de 1000 m para facilitar el cómputo de las estimaciones. Una vez agregados, se calcula la densidad de población para cada celda de 1000 m como cantidad de habitantes por km<sup>2</sup>. Luego, se clasifica cada celda como inhabitada, rural o urbana, de acuerdo con la densidad de población dentro de la misma:

- Inhabitada: tiene una densidad de población menor a 5 personas por km<sup>2</sup>.
- Rural: tiene una densidad poblacional entre 5 y 150 personas por km<sup>2</sup>.
- Urbana: tiene una densidad de población mayor a 150 personas por km<sup>2</sup>.

Una vez clasificadas las celdas de población, estas son combinadas con la base BDMAP.

## Aclaraciones a los gráficos y cuadros

### Aclaración respecto a los gráficos 3.4, 3.7, 3.8 y los cuadros 3.1 y 3.3

Los países incluidos en el Caribe son: Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Cuba, Dominica, Granada, Haití, Jamaica, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tobago.

Los países incluidos en Mesoamérica son: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá.

Los países incluidos en Sudamérica son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela.

Se considera como América Latina y el Caribe a todos los países incluidos en estas 3 subregiones.

### Aclaración respecto a los gráficos 3.4, A 3.2, A 3.3 y A 3.4 sobre la clasificación de las ecorregiones

A partir de la base de datos Ecoregions2017, se define como superficie de bosque a todas las ecorregiones que pertenecen a los siguientes biomas: bosques de coníferas tropicales y subtropicales; bosques, arboledas y matorrales mediterráneos; bosques templados de hoja ancha y bosques mixtos; y bosques secos tropicales y subtropicales de hoja ancha. También se incluyen a las ecorregiones que pertenecen a los biomas de bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha, excepto aquellas que son clasificadas como humedales. También se incluye dentro de esta categoría al bosque de la Mosquitia, el cual pertenece al bioma de pastizales, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales.

Se considera como pastizal, sabana y matorral a la superficie cubierta por el bioma de pastizales, sabanas y matorrales tropicales y subtropicales. También se incluyen a las siguientes ecorregiones del bioma pastizales, sabanas y matorrales templados: El Espinal, sabana uruguaya, monte bajo y pampas húmedas.

Se consideran como humedales a todas las ecorregiones que forman parte del bioma de pastizales y sabanas inundados. También se incluyen las siguientes ecorregiones pertenecientes al bioma de bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha: bosques pantanosos de agua dulce de Guayana, Várzea de Gurupa, Várzea de Iquitos, Várzea de Marajó, Várzea de Monte Alegre, bosques pantanosos del delta del Orinoco, pantanos de Centla y llanura de inundación de Purús.

### Clasificación de los tipos de uso de suelo

Para los ejercicios que consideran el tipo de uso de suelo se utiliza la base de datos de Gauthier et al. (2021), la cual clasifica todo el territorio entre 20 antromas o tipos de uso antrópico del suelo. Los ejercicios realizados en este capítulo resumen estos usos en 5 categorías: asentamientos, cultivos, pastoreo, seminatural y natural. A continuación se muestra una tabla de correspondencia entre los 20 antromas de la base de Gauthier et al. (2021) y las categorías utilizadas en este capítulo.

<b>Código</b>	<b>Antromas de Gauthier et al. (2021)</b>	<b>Clasificación</b>
11	Urbano	Asentamientos densos
12	Asentamientos mixtos	Asentamientos densos
21	Pueblos de arrozales	Pueblos agrícolas
22	Pueblos de regadío	Pueblos agrícolas
23	Pueblos de secano	Pueblos agrícolas
24	Pueblos de pastoreo	Pueblos agrícolas
31	Tierras de cultivos de regadío residenciales	Cultivos
32	Tierras de cultivos de secano residenciales	Cultivos
33	Tierras de cultivo pobladas	Cultivos
34	Tierras de cultivo remotas	Cultivos
41	Pastizales residenciales	Pastoreo
42	Pastizales poblados	Pastoreo
43	Pastizales remotos	Pastoreo
51	Bosques residenciales	Seminatural
52	Bosques poblados	Seminatural
53	Bosques remotos	Seminatural
54	Tierras áridas habitadas	Seminatural
61	Bosques silvestres	Natural
62	Tierras áridas silvestres	Natural
63	Hielo, deshabitado	Natural



# Apéndice del capítulo 4

## Aclaraciones respecto a la figura 4.1

### Principales hitos de acuerdos Internacionales sobre cambio climático

a/ Se establece el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (mejor conocido como IPCC, por sus siglas en inglés) en la Primera Conferencia Internacional sobre Cambio Climático. Creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), su propósito es generar información científica actualizada sobre el cambio climático y facilitar evaluaciones sobre sus causas, consecuencias y las posibles políticas de respuesta para combatirlo (Jackson, 2007).

b/ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro (Brasil) en 1992. Denominada Cumbre la Tierra, esta conferencia trata del impacto de las actividades socioeconómicas humanas sobre el medio ambiente. En ella se firma la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con el fin de estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y prevenir una intervención antropogénica peligrosa al medio ambiente. A fines de 1992, 158 Estados habían firmado el convenio (Jackson, 2007). La CMNUCC reconoce oficialmente que el impacto de la acción humana sobre el medio ambiente es un problema que debe ser atendido por los Estados (Secretaría de la CMNUCC, 2020).

c/ Primer encuentro de las Partes de la CMNUCC. La Convención entra en vigor en 1994 y en marzo de 1995 se celebra la primera Conferencia de las Partes (COP1). En esta Conferencia, los Estados inician las negociaciones para acordar las metas mundiales de cambio climático.

d/ Se establece el Protocolo de Kioto (Japón) durante la tercera Conferencia de las Partes de la CMNUCC con el objetivo de reducir las emisiones totales de

dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (Secretaría de la CMNUCC, 2022b).

En los años siguientes, el acuerdo es ratificado por 192 países, con la excepción de Estados Unidos y Canadá (quien lo abandona en 2011). El primer periodo de implementación del Protocolo de Kioto cubre desde 2005 hasta 2012 (Hirst, 2020). Luego, a través de la Enmienda de Doha, de 2012, se extiende para un segundo periodo, de 2013 hasta 2020 (Secretaría de la CMNUCC, 2012).

e/ Se firma el Acuerdo de París en la Conferencia de Cambio Climático. El Acuerdo establece una meta global de no aumento de la temperatura promedio por encima de los 2°C respecto al nivel preindustrial y realizar esfuerzos para que no aumente en más de 1,5°C. El Acuerdo solicita que todas las partes (países industrializados y en desarrollo) presenten sus compromisos y metas para alcanzar el objetivo en forma de contribuciones determinadas nacionalmente (CDN). Se establece una fecha límite de 2018 para que los países presenten su primera CDN, que entraría en vigor en 2020 (Secretaría de la CMNUCC, 2022d).

### Referencias de la línea de tiempo sobre biodiversidad

f/ El Convenio de Diversidad Biológica se acuerda en la Cumbre de la Tierra de Río de 1992. El acuerdo es ratificado en un primer momento (hasta el 4 de junio de 1993) por 168 partes, y hoy son 196 los adherentes (Secretaría del CDB, 2022b). En él se plantean los siguientes objetivos principales: 1) la conservación de la diversidad biológica; 2) la utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica, y 3) la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

g/ El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 se adopta durante la Conferencia de las Partes de 2010, junto con las 20 metas de Aichi (Japón) sobre la biodiversidad. Estos documentos instan a las Partes a desarrollar sus propias metas nacionales y regionales utilizando el Plan Estratégico como un marco y actualizar sus estrategias y planes de acción nacionales en materia de biodiversidad (Secretaría del CDB, 2020b). Un total de 194 países (99 %) han presentado hasta ahora al menos una estrategia nacional de biodiversidad y planes de acción (Secretaría del CDB, 2022c).

h/ El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2021-2030 se define en la COP15 del CBD celebrada en Montreal (Canadá), en diciembre de 2022. El nuevo Plan, titulado como Marco Mundial de Biodiversidad

de Kunming-Montreal, contempla cuatro objetivos globales para 2050 y 23 metas orientadas a la acción urgente para 2030. En síntesis, los objetivos son: 1) proteger los ecosistemas, detener la extinción de especies y aumentar la abundancia de poblaciones autóctonas; 2) utilizar la diversidad biológica de manera sostenible y mantener las contribuciones de la naturaleza a las personas; 3) compartir justa y equitativamente los beneficios de la utilización de recursos genéticos y sus conocimientos asociados; 4) reservar y hacer accesibles los recursos necesarios para implementar el Marco Mundial, especialmente en los países en desarrollo y en los países menos adelantados, reduciendo el déficit de financiación de la biodiversidad de USD 700.000 millones al año (Conferencia de las Partes en el CDB, 2022).

## Listado de las CDN analizadas en el cuadro 4.1 y en los gráficos 4.2, 4.4 y 4.5

El siguiente listado detalla las fechas de las CDN analizadas en el capítulo. El corte de revisión del relevamiento de los documentos es diciembre de 2022.

### Cuadro A 4.1

Países y fechas de las CDN analizadas

País	Fecha de presentación de la CDN	País	Fecha de presentación de la CDN	País	Fecha de presentación de la CDN
Afganistán	23/11/2016	Gabón	07/06/2022	Omán	29/7/2021
Albania	10/12/2021	Gambia	09/12/2021	Países Bajos	18/12/2020
Alemania	18/12/2020	Georgia	05/05/2021	Pakistán	21/10/2021
Andorra	20/5/2020	Ghana	11/04/2021	Palau	22/4/2016
Angola	31/5/2021	Granada	12/01/2020	Palestina	10/10/2021
Antigua y Barbuda	09/02/2021	Grecia	18/12/2020	Panamá	28/12/2020
Arabia Saudita	23/10/2021	Guatemala	23/5/2022	Papua Nueva Guinea	16/12/2020
Argelia	20/10/2016	Guinea	28/7/2021	Paraguay	16/7/2021

Continúa en la página siguiente →

<b>País</b>	<b>Fecha de presentación de la CDN</b>	<b>País</b>	<b>Fecha de presentación de la CDN</b>	<b>País</b>	<b>Fecha de presentación de la CDN</b>
Argentina	11/02/2021	Guinea Ecuatorial	30/10/2018	Perú	19/12/2020
Armenia	05/05/2021	Guinea-Bissau	10/12/2021	Polonia	18/12/2020
Australia	16/06/2022	Guyana	20/5/2016	Portugal	18/12/2020
Austria	18/12/2020	Haití	06/01/2022	Catar	24/8/2021
Azerbaiyán	01/09/2017	Honduras	19/5/2021	Reino Unido	12/12/2020
Bahamas	11/07/2022	Hungría	18/12/2020	República Árabe Siria	30/11/2018
Baréin	18/10/2021	India	26/8/2022	República Centroafricana	24/1/2022
Bangladesh	26/8/2021	Indonesia	22/7/2021	República Checa	18/12/2020
Barbados	30/7/2021	Irán, República Islámica del	Sin registros	República de Moldova	04/03/2020
Belgica	18/12/2020	Iraq	15/10/2021	República del Norte de Macedonia	19/4/2021
Belice	09/01/2021	Irlanda	18/12/2020	República Democrática Popular Lao	05/11/2021
Benín	10/12/2021	Islandia	18/2/2021	República Dominicana	29/12/2020
Bielorrusia	10/11/2021	Islas Cook	09/01/2016	República Eslovaca	18/12/2020
Bolivia	15/04/2022	Islas Marshall	22/11/2018	Rumanía	18/12/2020
Bosnia y Herzegovina	20/04/2021	Islas Salomón	19/7/2021	Rusia	25/11/2020
Botsuana	11/11/2016	Israel	29/7/2021	Ruanda	20/5/2020
Brasil	04/07/2022	Italia	18/12/2020	Samoa	30/7/2021
Brunei Darussalam	31/12/2020	Jamaica	07/01/2020	San Cristóbal y Nieves	25/10/2021
Bulgaria	18/12/2020	Japón	22/10/2021	San Marino	26/9/2018
Burkina Faso	10/09/2021	Jordania	10/12/2021	San Vicente y las Granadinas	29/6/2016
Burundi	10/05/2021	Kazajstán	12/06/2016	Santa Lucía	27/1/2021
Bután	24/06/2021	Kenia	28/12/2020	Santo Tomé y Príncipe	30/7/2021
Cabo Verde	04/02/2021	Kirguistán	10/09/2021	Senegal	29/12/2020
Camboya	31/12/2020	Kiribati	21/9/2016	Serbia	24/8/2022
Camerún	10/11/2021	Kuwait	10/12/2021	Seychelles	30/7/2021
Canadá	07/12/2021	Lesoto	22/06/2018	Sierra Leona	31/7/2021
Chad	19/10/2021	Letonia	18/12/2020	Singapur	31/3/2020
Chile	04/09/2020	Líbano	16/3/2021	Somalia	31/7/2021
China	28/10/2021	Liberia	08/04/2021	Sri Lanka	24/9/2021
Chipre	18/12/2020	Libia	Sin registros	Sudáfrica	27/9/2021
Colombia	30/12/2020	Liechtenstein	20/09/2017	Sudán	31/5/2021

País	Fecha de presentación de la CDN	País	Fecha de presentación de la CDN	País	Fecha de presentación de la CDN
Comoras	08/02/2021	Lituania	18/12/2020	Sudán del Sur	21/9/2021
Congo, República del	08/02/2021	Luxemburgo	18/12/2020	Suecia	18/12/2020
Congo, República Democrática del	08/02/2021	Madagascar	21/9/2016	Suiza	12/09/2020
Corea, República de	23/12/2021	Malasia	30/7/2021	Surinam	12/09/2019
Corea, República Popular Democrática de	19/9/2019	Malawi	30/7/2021	Tailandia	26/10/2020
Costa de Marfil	05/09/2022	Maldivas	28/12/2020	Tanzania	30/7/2021
Costa Rica	29/12/2020	Mali	10/11/2021	Tayikistán	10/12/2021
Croacia	18/12/2020	Malta	18/12/2020	Timor-Leste	16/8/2017
Cuba	17/9/2020	Marruecos	22/6/2021	Togo	10/12/2021
Dinamarca	18/12/2020	Mauricio	10/05/2021	Tonga	12/09/2020
Yibouti	11/11/2016	Mauritania	10/12/2021	Trinidad y Tobago	22/2/2018
Dominica	07/04/2022	México	17/11/2022	Túnez	10/10/2021
Ecuador	29/3/2019	Micronesia, Estados Federados de	15/09/2016	Turkmenistán	21/10/2016
Egipto, República Árabe de	07/07/2022	Mónaco	28/12/2020	Turquía	10/11/2021
El Salvador	01/04/2022	Mongolia	13/10/2020	Tuvalu	22/4/2016
Emiratos Arabes Unidos	29/12/2020	Montenegro	15/6/2021	Ucrania	31/7/2021
Eritrea	19/6/2018	Mozambique	27/12/2021	Uganda	10/12/2021
Eslovenia	18/12/2020	Myanmar (Birmania)	08/03/2021	Unión Europea	18/12/2020
España	18/12/2020	Namibia	30/7/2021	Uruguay	30/12/2022
Estados Unidos	22/4/2021	Nauru	14/10/2021	Uzbekistán	30/10/2021
Estonia	18/12/2020	Nepal	12/08/2020	Vanuatu	23/3/2021
Eswatini	10/12/2021	Nicaragua	24/12/2020	Venezuela	11/09/2021
Etiopía	23/7/2021	Níger	13/12/2021	Vietnam	09/11/2020
Fiji	31/12/2020	Nigeria	30/07/2021	Yemen, República del	23/11/2015
Filipinas	15/4/2021	Niue	28/10/2016	Zambia	30/07/2021
Finlandia	18/12/2020	Noruega	02/07/2020	Zimbabue	24/09/2021
Francia	18/12/2020	Nueva Zelanda	11/03/2021		

**Fuente:** Elaboración propia con base al registro de las CDN de la Secretaría de la CMNUCC (2022a).

## Cálculos para estimar las metas de mitigación de emisiones de GEI de las CDN del cuadro 4.1

El cuadro 4.1 presenta una medida de la ambición de las CDN de los países, agregando a nivel regional. Para esto, se usan los 128 países (firmantes del Acuerdo de París) que elevaron una meta cuantitativa de mitigación de emisiones de GEI. Para estimar las variables que se presentan en el cuadro, hay dos insumos fundamentales: las emisiones de cada país en el año 2015 y las emisiones proyectadas por cada país para 2030 de acuerdo con sus metas.

Las emisiones históricas de GEI del país  $i$  en el año 2015 ( $GEI_{i,2015}$ ), se obtienen de la base de datos de Climate Watch (2022), las cuales se basan en las estimaciones de emisiones por combustibles fósiles de la AIE (OCDE, 2022a) y en las emisiones de GEI provenientes del sector del uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) de FAO (2022g). No se usan datos de emisiones de 2015 reportadas en las propias CDN ni en los inventarios nacionales de emisiones (NIR, por sus siglas en inglés) debido a la baja homogeneidad de la información disponible, en particular para los países que no pertenecen al anexo I del Protocolo de Kioto.

El cálculo de las emisiones proyectadas para 2030 bajo la meta ( $GEI_{i,2030}$ ) es un poco más complejo y depende de la manera en que se define la meta en la CDN:

1. Si la meta está expresada como un nivel absoluto de emisiones para 2030, se usa ese valor directamente.
2. Si la meta está expresada como una variación porcentual ( $Var\_GEI_{i,ref}$ ) respecto a un año de referencia ( $GEI_{i,ref}$ ), se aplica la fórmula  $GEI_{i,2030} = GEI_{i,ref} \times (1 + Var\_GEI_i)$ , donde  $Var\_GEI_i$  tiene signo negativo en el caso (frecuente) de que la meta proponga una reducción de emisiones respecto al año de referencia. El valor de las emisiones en el año de referencia ( $GEI_{i,ref}$ ) puede referirse a las emisiones en un año histórico o a un nivel de emisiones hipotéticas en el mismo 2030 para un escenario de tendencia inercial (*business-as-usual*). Si en la CDN se declara cuál es ese valor de las emisiones en el año de

referencia, se toma ese número como  $GEI_{i,ref}$ . Si la CDN no lo declara y el año de referencia es un año histórico, se utilizan las emisiones de ese año según el último inventario de emisiones (NIR) del país. Si no se halla el dato en las NIR, se usa el dato de la base de Climate Watch.

3. Unos pocos países presentan sus metas como variación (reducción, específicamente) de la intensidad de emisiones respecto al PIB; es decir, una reducción en las unidades de GEI emitidos por unidad de PIB ( $Int\_GEI_{i,t} = \frac{GEI_{i,t}}{PIB_{i,t}}$ ) respecto a un año de referencia histórico. En esos casos, para obtener las emisiones proyectadas para 2030 se aplica la ecuación:

$$GEI_{i,2030} = PIB_{i,2030} \times Int\_GEI_{i,2030}$$

donde  $Int\_GEI_{i,2030}$  se obtiene de calcular la intensidad de emisiones en el año de referencia ( $Int\_GEI_{i,ref} = \frac{GEI_{i,ref}}{PIB_{i,ref}}$ ) y se le aplica la reducción planteada en la meta de la CDN ( $Var\_Int_i$ ), es decir,  $Int\_GEI_{i,2030} = Int\_GEI_{i,ref} \times (1 + Var\_Int_i)$ . A su vez,  $PIB_{i,2030}$  se obtiene de las proyecciones del FMI (2022b) y del Banco Asiático de Desarrollo (BAD, 2023; Peschel y Liu, 2022)

Las metas también pueden variar en cuanto a los sectores que contemplan. Si se trata de una meta global (que incluye a todos los sectores), los valores de  $GEI_{i,ref}$  y  $GEI_{i,2015}$  incluyen a todos los sectores. Si la meta excluye al sector de UTCUTS, los valores  $GEI_{i,ref}$  y  $GEI_{i,2015}$  se toman sin contar ese sector.

Con estos valores, se calcula la diferencia absoluta entre las emisiones proyectadas para 2030 y las emisiones en 2015 (que se presentan en la penúltima columna del cuadro 4.1) como  $GEI_{i,2030} - GEI_{i,2015}$ ; y la variación porcentual (última columna del cuadro) como  $\frac{GEI_{i,2030}}{GEI_{i,2015}} - 1$ .

En el caso de los agregados regionales, los montos se estiman agregando a todos los países  $i$  que pertenecen a la región  $j$ . Es decir que la diferencia absoluta (penúltima columna) es  $\sum_{i \in j} GEI_{i,2030} - GEI_{i,2015}$  y la diferencia porcentual es  $\frac{\sum_{i \in j} GEI_{i,2030}}{\sum_{i \in j} GEI_{i,2015}} - 1$ .

## Aclaraciones sobre la definición de regiones y países incluidos en los gráficos

### Aclaraciones sobre los países incluidos en el cuadro 4.1

Se consideran los siguientes países con información sobre sus CDN y sus emisiones de GEI:

De África, Benín, Botsuana, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Camerún, Chad, Congo, Costa de Marfil, Yibuti, Eritrea, Esuatini, Etiopía, Guinea, Guinea Ecuatorial, Guinea-Bissau, Kenia, Lesoto, Liberia, Marruecos, Mauritania, Mauricio, Namibia, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Ruanda, Santo Tomé y Príncipe, Seychelles, Somalia, Sudáfrica, Tanzania, Togo, Túnez, Uganda, Zambia.

De América Latina y el Caribe, Argentina, Barbados, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Granada, Guatemala, Haití, Honduras, México, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay.

De América del Norte, Canadá y Estados Unidos.

De Asia (sin China e India), Azerbaiyán, Bangladesh, Camboya, Corea del Norte, Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Filipinas, Indonesia, Islas Marshall, Israel, Japón, Jordania, Kazajistán, Líbano, Mongolia, Omán, Tailandia, Tayikistán y Vietnam.

De Oceanía, Australia, Islas Cook, Islas Salomón, Kiribati, Nueva Zelanda, Samoa.

De la Unión Europea, Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, República Checa, República Eslovaca, Rumania, Suecia.

El grupo con etiqueta “resto de Europa” incluye a Albania, Andorra, Armenia, Bielorrusia, Bosnia y Herzegovina, Georgia, Islandia, Liechtenstein, Mónaco, Montenegro, Noruega, Reino Unido, República de Moldova, Macedonia, Rusia, Serbia, Suiza, Turquía y Ucrania.

### Aclaraciones respecto al gráfico 1 del recuadro 4.2

Los países que presentaron una PNACC fueron los siguientes:

De África, Benín, Burkina Faso, Cabo Verde, Camerún, Chad, Etiopía, Kenia, Liberia, Madagascar, Níger, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Sierra Leona, Sudáfrica, Sudán, Sudán del Sur y Togo.

De América Latina y el Caribe, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Granada, Guatemala, Haití, Paraguay, Perú, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Surinam y Uruguay.

De Asia, Armenia, Camboya, Palestina, Kuwait, Nepal, Sri Lanka y Timor Oriental.

De Europa del Este, Albania, Bosnia y Herzegovina.

De Oceanía, Fiyi, Kiribati y Tonga.

Los países con proyectos aprobados dentro del Programa “Readiness and Preparatory Support Programme” del Fondo Verde para el Clima son:

De África, Benín, Chad, Costa de Marfil, Egipto, Esuatini, Gabón, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenia, Lesoto, Liberia, Madagascar, Malawi, Marruecos, Mauritania, Níger, Nigeria, República Democrática del Congo, Ruanda, Santo Tomé y Príncipe, Somalia, Sudán, Uganda, Zambia y Zimbabue.

De América Latina y el Caribe, Antigua y Barbuda, Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, Perú, República Dominicana y Uruguay.

De Asia, Armenia, Azerbaiyán, Bangladesh, Birmania, Bután, Irak, Kirguistán, Mongolia, Nepal, Pakistán, Sri Lanka, Tailandia, Tayikistán, Uzbekistán y Vietnam.

De Europa, Albania, Bosnia y Herzegovina, Montenegro, República de Moldavia y Serbia.

De Oceanía, Papúa Nueva Guinea y Tonga.

## Aclaraciones respecto al gráfico 4.6

Los países involucrados en el gráfico del financiamiento otorgado por el Fondo Verde para el Clima son:

De África, Argelia, Angola, Benín, Botsuana, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Camerún, República Centroafricana, Chad, Comoras, Congo, Costa de Marfil, Yibuti, Egipto, Guinea Ecuatorial, Eritrea, Esuatini, Etiopía, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenia, Lesoto, Liberia, Libia, Madagascar, Malawi, Malí, Mauritania, Mauricio, Marruecos, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, República Democrática de Congo, Ruanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudán, Tanzania, Togo, Túnez, Uganda, Zambia y Zimbabue.

De América Latina y el Caribe, Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Surinam y Uruguay.

De Asia y el Pacífico, Afganistán, Baréin, Bangladesh, Birmania, Bután, Camboya, China, Filipinas, Islas Cook, Estados Federados de Micronesia, Fiyi, India, Indonesia, Jordania, Kiribati, Kazajistán, Kirguistán, Laos, Malasia, Maldivas, Mongolia, Nauru, Nepal, Niue, Omán, Pakistán, Palau, Papúa Nueva Guinea, Islas Marshall, Islas Salomón, Samoa, Sri Lanka, Tailandia, Timor-Leste, Tonga, Tuvalu, Uzbekistán, Vanuatu y Vietnam.

De Europa del Este, Armenia, Bosnia y Herzegovina y Georgia.

## Aclaraciones respecto al gráfico 4.14

Las regiones del financiamiento otorgado en proyectos de biodiversidad se componen de los siguientes países:

De África, Argelia, Angola, Benín, Botsuana, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Camerún, Chad, Comoras, Congo, Costa de Marfil, Egipto, Guinea Ecuatorial, Eritrea, Esuatini, Etiopía, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenia, Lesoto, Liberia, Libia, Madagascar, Malawi, Malí, Mauritania, Mauricio, Marruecos, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Ruanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudán del Sur, Sudán, Tanzania, Togo, Túnez, Uganda, Yibuti, Zambia y Zimbabue.

De América Latina y el Caribe, Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

De Asia, Afganistán, Azerbaiyán, Baréin, Bangladesh, Bután, Camboya, China, Filipinas, India, Indonesia, Irán, Iraq, Jordania, Kazajistán, Kirguistán, Laos, Líbano, Malasia, Maldivas, Islas Marshall, Mongolia, Myanmar, Nepal, Omán, Pakistán, Sri Lanka, Siria, Tayikistán, Tailandia, Timor Oriental, Turkmenistán, Turquía, Uzbekistán, Vietnam y Yemen.

De Oceanía, Islas Cook, Fiyi, Kiribati, Micronesia, Nauru, Niue, Palau, Papúa Nueva Guinea, Samoa, Islas Salomón, Tonga, Tuvalu y Vanuatu.

Los países europeos no miembros de la Unión Europea (UE) incluidos son Albania, Armenia, Bielorrusia, Bosnia-Herzegovina, Georgia, Moldavia, Montenegro, Macedonia, Rusia, Serbia y Ucrania.

## Apéndice del capítulo 5

### Aclaraciones respecto al gráfico 5.1

Se consideran los siguientes países de América Latina y el Caribe: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá Paraguay, Perú, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

África subsahariana incluye Angola, Burundi, Benín, Burkina Faso, Botsuana, Chad, Costa de Marfil, Camerún, Congo, Comoras, Cabo Verde, Etiopía, Esuatini, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bisáu, Guinea

Ecuatorial, Kenia, Liberia, Lesoto, Madagascar, Malí, Mozambique, Malauí, Mauricio, Mauritania, Namibia, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Ruanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Sudán, Tanzania, Togo, Sudáfrica, Uganda, Zambia, y Zimbabue.

Sur de Asia incluye Bangladesh, Bután, India, Maldivas, Nepal, Pakistán y Sri Lanka.

Asia Oriental y el Pacífico incluye Australia, Birmania, Brunéi, Camboya, China, Corea del Sur, Filipinas, Fiyi, Indonesia, Japón, Lao, Malasia, Mongolia, Nueva Zelanda, Singapur, Tailandia, Taiwán y Vietnam.

### Aclaraciones respecto al gráfico 5.2

América Latina y el Caribe incluye los siguientes países: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua,

Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

### Aclaraciones respecto al gráfico 5.3

América Latina y el Caribe incluye a Argentina, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana,

Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

### Aclaraciones respecto al gráfico 1 del recuadro 5.3

Los países incluidos son Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México,

Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago y Uruguay.





El clima del planeta está cambiando y la diversidad biológica está disminuyendo a un ritmo acelerado. Ambos fenómenos suponen importantes amenazas para la humanidad, pero son precisamente las actividades humanas las responsables de esta crisis. América Latina y el Caribe no es ajena a estos desafíos, que enfrenta desde una situación de fragilidad económica y social, caracterizada por un magro crecimiento económico, elevados niveles de pobreza y desigualdad y bajas capacidades institucionales, entre otros déficits de desarrollo.

Este Reporte de Economía y Desarrollo analiza los desafíos y oportunidades que el cambio climático y la conservación de la biodiversidad significan para América Latina y el Caribe. El reporte hace énfasis en tres mensajes de relevancia para toda la región en su respuesta a estos desafíos globales: la importancia de la adaptación, la necesidad de contribuir a la mitigación global y la urgencia de preservar el capital natural para el desarrollo sostenible. Las soluciones más adecuadas pueden variar entre regiones. Cada país deberá encontrar su portafolio de políticas ponderando los costos y beneficios de las distintas alternativas, la viabilidad política de las acciones y los impactos sobre la equidad y el crecimiento.

