

# La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe

¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?

ALICIA BÁRCENA  
JOSELUIS SAMANIEGO  
WILSON PERES  
JOSÉ EDUARDO ALATORRE

Desarrollo Sostenible



NACIONES UNIDAS

C E P A L



Financiado por  
la Unión Europea

# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 [www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)

 [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)

# **La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe**

**¿Seguimos esperando la catástrofe  
o pasamos a la acción?**

Alicia Bárcena  
Joseluis Samaniego  
Wilson Peres  
José Eduardo Alatorre



NACIONES UNIDAS

**C E P A L**



Financiado por  
la Unión Europea

Libros de la CEPAL

160

**Alicia Bárcena**

Secretaria Ejecutiva

**Mario Cimoli**

Secretario Ejecutivo Adjunto

**Raúl García-Buchaca**

Secretario Ejecutivo Adjunto

para Administración y Análisis de Programas

**Joseluis Samaniego**

Director de la División de Desarrollo Sostenible

y Asentamientos Humanos

**Ricardo Pérez**

Director de la División de Publicaciones y Servicios Web

Este documento fue preparado por Alicia Bárcena, Secretaria Ejecutiva de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Joseluis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión, Wilson Peres y José Eduardo Alatorre. Se agradecen la información y los valiosos aportes conceptuales de los siguientes colaboradores de dicha División: David Barrio, Carlos de Miguel, Jimy Ferrer, Luis Miguel Galindo, José Javier Gómez, Luiz Krieger, Mauricio Pereira, Orlando Reyes, Heloisa Schneider y Nicole Tondreau, así como de Julie Lennox y su equipo de la oficina subregional de la CEPAL en México. Este texto se basa en las investigaciones realizadas por la CEPAL entre 2009 y 2019. El acervo de documentación compilado en el largo período de referencia no solo amerita una presentación sintética, sino que ha servido como fuente de información de diversas organizaciones del sistema de las Naciones Unidas y de fuera de él, pero, sobre todo, de los países de América Latina y el Caribe.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas incluidos en este documento no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Publicación de las Naciones Unidas

ISBN: 978-92-1-122031-5 (versión impresa)

ISBN: 978-92-1-047955-4 (versión pdf)

ISBN: 978-92-1-358268-8 (versión ePub)

Número de venta: S.19.II.G.17

LC/PUB.2019/23-P

Distribución: G

Copyright © Naciones Unidas, 2020

Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago

S.19-00711

Esta publicación debe citarse como: A. Bárcena y otros, *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?*, Libros de la CEPAL, N° 160 (LC/PUB.2019/23-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Publicaciones y Servicios Web, [publicaciones.cepal@un.org](mailto:publicaciones.cepal@un.org). Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

## **Índice**

Prólogo.....	15
Prefacio .....	19
Introducción.....	21
Capítulo I	
El cambio climático a nivel mundial .....	43
A. Manifestaciones del cambio climático.....	43
B. Las emisiones de gases de efecto invernadero.....	50
Capítulo II	
Los efectos del cambio climático en la región.....	63
A. Algunos patrones de consumo y cambio climático.....	64
B. El impacto del cambio climático .....	68
C. Los efectos en las actividades agropecuarias .....	71
D. El reto hídrico y el cambio climático .....	82
E. Salud y cambio climático.....	86
1. La salud y las ciudades .....	86
2. Otros efectos y modificación de los vectores que transmiten enfermedades .....	92
F. El impacto que el alza del nivel del mar tiene en las costas.....	92
G. Biodiversidad, bosques y cambio climático .....	95
H. Administración del riesgo asociado a los fenómenos climáticos extremos .....	101
Capítulo III	
Centroamérica y el Caribe: dos casos extremos de la asimetría entre bajas emisiones y alta vulnerabilidad .....	103
A. Las emisiones de gases de efecto invernadero en Centroamérica.....	103

1. Las emisiones y el cambio de uso del suelo en Centroamérica.....	107
2. La intensidad de las emisiones y las emisiones per cápita en Centroamérica.....	110
3. El impacto del cambio climático en Centroamérica .....	116
B. El impacto del aumento del nivel del mar en el Caribe y Centroamérica.....	125
C. El Caribe: efectos negativos del cambio climático en un contexto de alto endeudamiento.....	129
1. Las emisiones del Caribe .....	130
2. Los fenómenos extremos en el Caribe .....	136
3. La situación de las ciudades en el Caribe.....	140
4. Estimaciones del impacto económico del cambio climático.....	148
5. El reto del endeudamiento en el Caribe .....	152
6. La iniciativa de la CEPAL relativa al canje de deuda por adaptación climática .....	154
D. Conclusiones .....	157

#### Capítulo IV

Adaptación al cambio climático.....	159
A. Adaptación al cambio climático .....	160
B. La inevitabilidad de la adaptación .....	163
C. Beneficios y costos estimados de la adaptación.....	165
1. Costos de la adaptación .....	165
2. Beneficios económicos potenciales.....	167
3. Adaptación en las contribuciones determinadas a nivel nacional .....	168
D. La necesidad de contar con criterios de medición.....	171
E. Temas transversales .....	176
1. Medidas de adaptación.....	176
2. Soluciones basadas en la naturaleza y el pago de servicios ecosistémicos: la confluencia entre adaptación y mitigación.....	183
3. Adaptación al cambio climático en el sector agropecuario.....	197
F. Adaptación al cambio climático mediante las migraciones .....	203
1. Migración relacionada con el clima .....	203
2. Algunas estimaciones sobre migración en América Latina y el Caribe y su relación con el cambio climático .....	208
G. Reflexiones de cierre .....	209
Anexo IV.A1.....	211

#### Capítulo V

Políticas públicas para la mitigación del cambio climático .....	233
A. La construcción de la ruta hacia la inversión con bajas emisiones de carbono.....	233
B. Medidas normativas .....	236
1. El Acuerdo de París como medida normativa.....	236

2. Las contribuciones determinadas a nivel nacional y sus avances .....	237
C. La medición del gasto climático.....	249
1. El gasto en protección ambiental como aproximación al gasto climático .....	250
2. La aplicación de la metodología del Gasto Público e Institucionalidad para el Cambio Climático en América Latina y el Caribe.....	251
3. Limitaciones sobre la medición del gasto climático neto.....	252
D. Medidas fiscales.....	253
1. Medidas no tributarias.....	253
2. Medidas tributarias .....	272
E. Los flujos de financiamiento climático en la región .....	286
1. El papel de la banca de desarrollo.....	286
2. Algunas estimaciones sobre la inversión necesaria.....	288
3. El flujo de financiamiento climático en América Latina y el Caribe .....	289
4. El sector privado .....	296
5. Los bonos verdes .....	298
F. Motores sectoriales.....	302
1. Las energías renovables para la transición energética .....	303
2. La movilidad limpia como motor de desarrollo sostenible y productividad urbana .....	314
3. La contribución de la ganadería de bajas emisiones de carbono a la sostenibilidad del desarrollo: el caso del Brasil.....	323
G. Conclusiones: la participación social como instrumento de política pública .....	330
Anexo V.A1 .....	334
Anexo V.A2 .....	337
Anexo V.A3 .....	341
Anexo V.A4 .....	344
Epílogo .....	347
Bibliografía .....	351
Publicaciones recientes de la CEPAL.....	377

## **Cuadros**

I.1 Proyección del aumento de la temperatura media del aire en la superficie y del nivel medio del mar en el mundo con relación a 1986-2005, 2046-2065 y 2081-2100.....	48
I.2 Escenarios de calentamiento global: proporción de modelos climáticos cuyas proyecciones superan el aumento de la temperatura media anual en el período 2081-2100 con respecto a 1850-1900 .....	56

I.3	Contribuciones determinadas a nivel nacional de los países de América Latina: metas no condicionadas y condicionadas de reducción de gases de efecto invernadero, año de referencia y sectores prioritarios de mitigación y adaptación.....	62
II.1	América Latina y países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE): metaanálisis de la elasticidad ingreso y la elasticidad precio de la demanda de gasolina, por región, alrededor de 2014.....	68
II.2	América Latina: impacto potencial y riesgos del cambio climático .....	71
II.3	Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y América del Sur: estimación del cambio de los ingresos agropecuarios asociado al aumento de la temperatura, 1998-2008 .....	73
II.4	América Latina (8 países): impacto marginal del cambio climático en los ingresos de la agricultura, 2006-2015 .....	75
II.5	Metaanálisis de la elasticidad precio e ingreso de la demanda de agua, 1997-2014.....	84
II.6	América Latina y el Caribe (18 países): políticas relacionadas con el cambio climático y la biodiversidad.....	100
II.7	Efecto de los desastres naturales sobre el crecimiento económico... III.1 Centroamérica (7 países): contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), 2019 .....	102
III.2	Escenarios y supuestos, 2030 .....	113
III.3	Centroamérica (6 países): elasticidad ingreso y precio de la demanda de gasolina a largo plazo, 1975-2012 .....	115
III.4	Escenarios y supuestos, 2030 .....	135
III.5	El Caribe: cantidad de desastres, por tipo, 1990-2017 .....	138
III.6	El Caribe: población de zonas urbanas y rurales, ciudad capital y porcentajes urbanos, 2018 .....	141
IV.1	Probabilidad de superar un aumento de la temperatura mundial en equilibrio .....	163
IV.2	América Latina y el Caribe (33 países): distribución sectorial de las medidas centradas en la adaptación que se señalan en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), 2019 .....	169
IV.3	Medidas de adaptación en sectores seleccionados .....	180
IV.4	Compendio de iniciativas clasificadas como soluciones basadas en la naturaleza (SBN) presentadas en la Cumbre sobre la Acción Climática 2019.....	185
IV.5	América Latina y el Caribe (5 países): ejemplos de programas de pago por servicios ecosistémicos financiados por el gobierno, 1997-2008 .....	193
IV.6	Instrumentos regulatorios e incentivos económicos que favorecen la adaptación basada en ecosistemas .....	194
IV.A1.1	Proyectos del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED): desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas, 2014-2016 .....	217

V.1	América Latina y el Caribe: datos básicos para la construcción del escenario inercial .....	242
V.2	América Latina y el Caribe: proyecciones por país, 2030 .....	244
V.3	América Latina y el Caribe: proyecciones agregadas, 2030.....	246
V.4	Perú: tasa social de descuento de largo plazo del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), 2019 .....	255
V.5	Aplicación del precio social del carbono en la banca internacional y de desarrollo, varios años .....	261
V.6	Perú: precio social del carbono según tasa de descuento y horizonte temporal, 2014 .....	262
V.7	Chile: costos marginales asociados a las metas de reducción de emisiones establecidas en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), en distintos escenarios.....	264
V.8	Las Américas: características de los permisos de emisión transables en algunas jurisdicciones, de 2012 al presente .....	270
V.9	Columbia Británica (Canadá) y 15 países seleccionados: tasa del impuesto al carbono, 2017.....	274
V.10	Columbia Británica (Canadá) y América Latina (4 países): características de los impuestos al carbono, de 2008 al presente.....	276
V.11	América Latina y el Caribe (19 países): instrumentos fiscales que benefician el ambiente, 1991-2018.....	278
V.12	América Latina y el Caribe: monto y conformación del financiamiento climático, 2013-2017.....	292
V.13	América Latina y el Caribe: financiamiento climático según procedencia de los recursos, 2013-2017 .....	293
V.14	América Latina y el Caribe: fondos aprobados por los bancos de desarrollo nacionales y regionales, por sector, 2015-2017 .....	295
V.15	Bonos relacionados con temas climáticos en todo el mundo y sectores a los que están destinados, 2013-2017.....	299
V.16	América Latina y el Caribe: bonos verdes emitidos, 2016 .....	300
V.17	Chile: contribución de cada GWh generado al PIB, por tecnología, 2016.....	305
V.18	Chile: multiplicadores del PIB por cada millón de dólares invertido en generación eléctrica, por tecnología, 2013-2018 .....	305
V.19	Chile: PIB por trabajador del sector de las energías renovables, 2016 .....	306
V.20	Chile: multiplicadores del empleo por cada millón de dólares de generación eléctrica, por tecnología, 2013-2018 .....	307
V.21	Estados Unidos: empleo en la generación de electricidad, por aplicación de tecnología energética principal y detallada, 2016-2018 .....	307
V.22	Emisiones de gases de efecto invernadero durante el ciclo de vida de seis tecnologías, varios años .....	308
V.23	América Latina y el Caribe (23 países): matriz energética, 2000-2016.....	310

V.24	América Latina y el Caribe (23 países): matriz de producción eléctrica, 2000-2016 .....	311
V.25	Santiago: costo mensual del arrendamiento, la operación y el mantenimiento de los autobuses diésel y eléctricos, 2018.....	317
V.26	Unión Europea y países seleccionados: ejemplos de metas anunciadas en relación con los vehículos eléctricos, 2020-2030 .....	322
V.27	Brasil: proporción de aprovechamiento animal respecto al peso vivo, 2014.....	325
V.A2.1	América Latina y el Caribe: iniciativas relacionadas con la sostenibilidad implementadas por algunos bancos privados, 2018 .....	337
V.A3.1	Líneas de crédito aplicables a la sostenibilidad y al cambio climático ofrecidas por Nacional Financiera (NAFIN) y Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), disponibles en 2018 .....	341
V.A4.1	América Latina y el Caribe: detalle de la emisión de bonos verdes, 2018-2019 .....	344

## **Gráficos**

1	Trayectoria inercial y cuñas de reducción por efecto de políticas públicas o cambios en la inversión, 2010-2050.....	30
2	Presupuesto de carbono según las contribuciones determinadas a nivel nacional en el Acuerdo de París a los efectos de alcanzar la meta de 2 °C, 1990-2050 .....	32
3	Distribución de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero por región, 2016.....	34
4	América Latina y el Caribe: presupuesto de carbono remanente a partir de 2018.....	35
5	Beneficios y costos de inversiones en adaptación ilustrativas .....	39
I.1	Manifestaciones del cambio climático, 1880-2019.....	45
I.2	Anomalía de la temperatura anual de la superficie mundial respecto del promedio de 1986-2005.....	47
I.3	América Latina y el Caribe y el mundo: emisiones de gases de efecto invernadero, 1990-2016 .....	51
I.4	Crecimiento de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, 1850-2016 .....	52
I.5	América Latina y el Caribe y el mundo: participación de los sectores en la emisión de gases de efecto invernadero, 2016 .....	53
I.6	América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero, 1990, 2000 y 2016 .....	53
I.7	América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero per cápita, 2016.....	55
I.8	Emisiones mundiales de CO <sub>2</sub> , 2000-2100 .....	55
I.9	Emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en diferentes escenarios y brecha de emisiones en 2030.....	57

II.1	América Latina y el Caribe (18 países): grupos vulnerables a la pobreza, por nivel de ingreso, 2012-2017 .....	65
II.2	América Latina (4 países): composición del gasto en alimentos de los hogares, por decil de ingreso, 2012-2016.....	66
II.3	América Latina (4 países): composición del gasto de los hogares en combustibles para el transporte (gasolina, diésel y biodiésel), por decil de ingreso, 2012-2016 .....	67
II.4	Impacto del cambio climático en el producto interno bruto (PIB) mundial, por rango de temperatura, según diversos estudios .....	69
II.5	América Latina y el Caribe (26 países): proyección de la variación del producto interno bruto (PIB) per cápita por el aumento de la temperatura, 2030 y 2050.....	70
II.6	América Latina y el Caribe (17 países): pérdida esperada en el sector agrícola por efecto del cambio climático, 2080.....	77
II.7	América Latina (16 países): proporción de la población rural por debajo de las líneas de pobreza extrema y de pobreza, alrededor de 2007 y 2017 .....	81
II.8	América Latina y el Caribe (24 países): disponibilidad de agua per cápita, por país, y distribución del uso en el total de la región, 2014 .....	83
II.9	América Latina y el Caribe (26 países): tasa de motorización, 2005 y 2015.....	87
II.10	América Latina (13 países): tasa de motorización, producto interno bruto (PIB) per cápita y comparación con las tendencias de los Estados Unidos y Noruega, 2005-2015 .....	87
II.11	América Latina y el Caribe (20 ciudades): concentración de materia particulada gruesa (MP10) y materia particulada fina (MP2,5), alrededor de 2016 .....	88
II.12	América Latina y el Caribe: cobertura de bosque, 1990-2015.....	96
II.13	América Latina y el Caribe (33 países): especies amenazadas, por grupo taxonómico, 2013 y 2016 .....	97
III.1	Centroamérica: emisiones de gases de efecto invernadero, 1990-2016.....	104
III.2	Centroamérica (7 países): emisiones por sector y país, 2016.....	106
III.3	Centroamérica (6 países): matriz energética, 2016 .....	106
III.4	Centroamérica (7 países): cambios en la cobertura forestal, 1990-2016 .....	107
III.5	Centroamérica (7 países): intensidad carbónica de la economía, 1990 y 2016 .....	111
III.6	Centroamérica (7 países): emisiones per cápita, 2016 .....	112
III.7	Simulación de emisiones de gases de efecto invernadero, 2016 y 2030.....	114
III.8	Centroamérica: producción neta, exportaciones, importaciones y consumo aparente de granos básicos, y tasa de dependencia, 1980 y 2011 .....	119

III.9	Centroamérica: ocurrencia de desastres relacionados con el clima, 1969-2018 .....	121
III.10	Centroamérica (7 países): costo económico de los desastres naturales, 2000-2017 .....	122
III.11	Centroamérica (7 países): muertes asociadas a desastres, 2001-2019 .....	123
III.12	El Caribe (5 países): composición de la matriz energética, 2016 .....	130
III.13	El Caribe (13 países): emisiones por país y por sector, 2016 .....	131
III.14	El Caribe: participación sectorial en las emisiones, 2016 .....	132
III.15	El Caribe: composición de las emisiones del sector de la energía, 2017 .....	132
III.16	El Caribe: crecimiento de las emisiones por sector, 1990-2016 .....	133
III.17	El Caribe (13 países): emisiones per cápita, 2016 .....	133
III.18	El Caribe (13 países): intensidad carbónica de la economía, 1990 y 2016 .....	134
III.19	Simulación de emisiones de gases de efecto invernadero, 2016 y 2030 .....	135
III.20	El Caribe: daños causados por desastres, 1990-2017 .....	139
III.21	El Caribe: línea costera urbana, 2013 .....	143
III.22	El Caribe (13 países): costo económico de los desastres naturales, 2000-2017 .....	148
III.23	El Caribe: muertes asociadas a desastres, 2000-2019 .....	150
III.24	El Caribe: deuda pública total, 2008-2017 .....	153
III.25	El Caribe (13 países): deuda pública bruta del gobierno central, 2018-2019 .....	155
IV.1	Anomalías de la temperatura media de la Tierra durante los pasados 65 millones de años y análogos geohistóricos potenciales para climas futuros hasta 2300 d. e. c., con respecto al período 1961-1990 .....	164
IV.2	América Latina y el Caribe: costo anual promedio de la adaptación, 2010-2050 .....	167
IV.3	Relación costo-beneficio de algunas inversiones ilustrativas en adaptación, 2020-2030 .....	168
IV.4	Chile: condiciones hidrológicas futuras y condiciones históricas observadas en la subcuenca afluente a Embalse Melado del sistema Maule Alto de acuerdo con el escenario A2, 1976-2099 .....	172
IV.5	Chile: condiciones hidrológicas futuras y condiciones históricas observadas en la subcuenca afluente a Embalse Melado del sistema Maule Alto de acuerdo con el escenario A2 y proyección indicativa de la demanda de agua, 1976-2099 .....	173
V.1	Jurisdicciones del mundo en que se han implementado instrumentos de fijación de precios del carbono, 1990-2019 .....	236
V.2	PIB y emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, 2014 .....	239

V.3	América Latina y el Caribe: intensidad carbónica del PIB, 1990-2014.....	239
V.4	América Latina y el Caribe: escenarios de emisiones, 2014-2030.....	246
V.5	América Latina y el Caribe: velocidad anual de descarbonización requerida, 1990-2014 y 2030 .....	248
V.6	Chile: curva de costo marginal de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero según el potencial de reducción de cada medida en el escenario de energías renovables no convencionales del proyecto MAPS Chile, hacia 2030.....	264
V.7	Mercado europeo: precio de los derechos de emisión, 2017-2019 .....	266
V.8	América Latina: estructura de la tributación relacionada con el medio ambiente, 2016 .....	273
V.9	América Latina (6 países): valor que debería tener el impuesto a la gasolina para reflejar los costos externalizados, varios años .....	277
V.10	Argentina, Chile, Guatemala y México: estructura del consumo directo de combustibles fósiles para el transporte (gasolina, diésel y biodiésel), 2012-2016 .....	282
V.11	América Latina y el Caribe: subsidios a la energía y gasto en salud del gobierno general, 2015.....	284
V.12	Evolución anual del precio medio del petróleo crudo, 1995-2018.....	285
V.13	América Latina y el Caribe: evolución del financiamiento climático, 2013-2017.....	290
V.14	América Latina y el Caribe: evolución del financiamiento climático con y sin el Brasil, 2013-2017 .....	291
V.15	América Latina y el Caribe: financiamiento climático según procedencia, 2013-2017 .....	293
V.16	América Latina y el Caribe: financiamiento climático según destino, 2016 y 2017 .....	295
V.17	América Latina y el Caribe (12 países): promedio del costo normalizado de la energía solar y la eólica, 2018.....	303
V.18	América Latina y el Caribe (33 países): balanza comercial de hidrocarburos no refinados, semielaborados y refinados, 2000-2017.....	304
V.19	Brasil, México y resto de América Latina y el Caribe: creación de empleos netos en un escenario de transición energética, 2020-2030.....	306
V.20	América Latina y el Caribe: proporción de fuentes renovables en la matriz energética, 2000 y 2017 .....	309
V.21	América Latina y el Caribe: matriz de oferta total de energía según proyección de políticas actuales, 2016 y 2040 .....	312
V.22	Ciudad de México: costo total de propiedad de los autobuses según la fuente de energía que utilizan, 2019 .....	316

V.23	Ciudad de México: emisiones de CO <sub>2</sub> por tipo de vehículo, 2014 .....	319
V.24	Emisiones de CO <sub>2</sub> de vehículos convencionales y eléctricos al recorrer una distancia de 220.000 km, 2015 .....	320
V.25	Curitiba (Brasil): demanda del transporte colectivo por habitante, 2004-2016.....	321
V.26	Brasil: destino de la producción de grasas y harinas de origen animal, 2014 .....	326
V.27	Brasil: emisiones de distintos sistemas productivos de bovinos, varios años.....	327
V.28	Brasil: carbono secuestrado en distintos sistemas de producción de bovinos de corte, varios años .....	327
V.29	Potencial de secuestro de carbono con distintas tecnologías, 2017 .....	328

### **Recuadros**

I.1	Estado de las negociaciones internacionales en el marco del Acuerdo de París y avances relacionados .....	58
II.1	Cambio climático, distribución del ingreso y pobreza en México .....	79
II.2	Ecuador, El Salvador y México: efectos de aplicar un impuesto a las gasolinas sobre el bienestar .....	89
III.1	Estimación del valor monetario de la pérdida de bosques .....	109
III.2	Centroamérica y la República Dominicana: vulnerabilidad frente al cambio climático.....	116
III.3	El Caribe: impacto esperado como resultado de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, el aumento del nivel del mar y los fenómenos extremos .....	139
III.4	Planificación y riesgo .....	145
IV.1	Glosario de la adaptación .....	160
IV.2	Colombia: índice municipal de riesgo de desastres.....	174
IV.3	La adaptación en la agricultura de los Estados Unidos .....	197
IV.4	La adaptación en la agricultura del Perú .....	199
V.1	Enfoques metodológicos para determinar el precio social del carbono .....	257
V.2	Uruguay: el gran impulso a la sostenibilidad del sector eléctrico.....	312

### **Diagramas**

1	Ánalisis del cambio climático .....	30
II.1	Descomposición universal del cambio de la pobreza en efecto ingreso y efecto distribución .....	78
IV.1	América Latina y el Caribe (13 países): medidas de adaptación incluidas en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), 2016-2018.....	170
IV.2	Necesidades de adaptación y formas de abordarlas .....	176

V.1	Chile: metodología para estimar el precio social del carbono, 2014 .....	263
V.2	Equivalecia entre algunos tipos de sistemas híbridos de instrumentos de fijación del precio del carbono.....	271
V.A1.1	Proceso de cálculo del gasto climático con base en la medición del gasto en protección ambiental del gobierno general .....	336

## Mapas

II.1	América Latina y el Caribe: aumento promedio del nivel medio del mar, 2010-2040 y 2040-2070.....	93
II.2	América Latina y el Caribe: impacto del cambio climático en las zonas costeras y la dinámica costera .....	94
II.3	América Latina: impacto esperado del cambio climático en la biodiversidad, 2050 .....	98
III.1	Centroamérica: índice de biodiversidad potencial, escenarios base, B2 y A2 con cambio de uso del suelo, 2005 y 2100.....	120
III.2	Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: superficie afectada en caso de que el nivel medio del mar aumente hasta la cota de 1 metro .....	126
III.3	Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: área urbana proyectada, 2040 .....	126
III.4	Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: cota de inundación proyectada, 2040.....	127
III.5	Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: erosión media proyectada debida a cambios en el nivel del mar, 2040.....	128
III.6	Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: variación de 0,5 m en el rebase de un dique vertical por aumento del nivel del mar, 2040.....	129
III.7	El Caribe: trayectoria histórica de los huracanes de categoría 5, 1980-2018 .....	137
III.8	El Caribe: distribución espacial de población, 2018.....	144
V.1	Jurisdicciones donde hay iniciativas relacionadas con el precio del carbono, 2019 .....	280



## Prólogo

Como señala Bruno Latour en su ensayo *¿Dónde Aterrizar?* (Latour, 2019), es posible que los encadenamientos causales entre detonantes climáticos sigan un camino difícil de trazar y terminen por expresarse en posturas políticas extremas, mediante una combinación de decisiones puntuales, políticas, percepciones e ideologías. Si, en efecto, se pudiera trazar una causalidad entre los fenómenos inusualmente prolongados de sequía ocurridos en amplias zonas del Oriente Medio y el Magreb, las grandes fluctuaciones en el precio de los alimentos y el acceso a estos últimos, los conflictos políticos locales, la migración de poca escala, el conflicto armado nacional, la migración masiva hacia Europa, las respuestas iniciales de apertura de fronteras para acoger a los migrantes, la saturación migratoria, el subsecuente cierre de fronteras y el surgimiento de un malestar xenófobo, nacionalista y conservador en los países receptores, podríamos estar viendo, en escalas de tiempo distintas, una relación entre cambio climático y posturas políticas extremas en algunos países desarrollados. Un ejemplo de esto es lo que sucede en Europa y los Estados Unidos, en este último caso fomentado desde la presidencia del país, que ha estigmatizado la migración que se dirige hacia la frontera sur.

Estas posturas se nutren, además, de algunos fenómenos propios de la globalización actual, como la larga desaceleración del crecimiento económico, la fuga de empleos y tributos, y la apropiación desigual de los frutos del progreso técnico y la productividad, desigualdad que está instalada desde hace mucho tiempo. Estos fenómenos también podrían ser expresión de la lógica de alargar la vida económica de los combustibles fósiles que prima en las mayores economías mundiales. En dichas economías se anima a resistir el cambio hacia un modelo energético basado en energías renovables, al tiempo que se extrema la rivalidad por la dominancia geopolítica y tecnológica.

Estas presiones se combinan y se refuerzan mutuamente en una mezcla de equilibrios muy frágiles a escala internacional. Frente a la emergencia climática, que da el sentido al Acuerdo de París, se hace evidente la renuencia de algunos actores a masificar las energías renovables y a salir del modelo fósil. Esto impide que se alcancen las economías de escala necesarias para la transición. Se refuerza así la inercia de las economías alrededor de las opciones más intensivas en carbono.

Esta carrera hegemónica basada en el modelo energético fósil no hace sino profundizar el impacto del cambio climático mundial y todas sus secuelas, lo que agrava la inseguridad humana en las múltiples dimensiones relacionadas y forma un círculo vicioso. Ese círculo puede crear condiciones muy desfavorables para brindar una respuesta solidaria frente a un cambio en el clima que, a su vez, pasado cierto umbral se verá reforzado por círculos viciosos físicos debidos a la liberación del metano orgánico depositado en los suelos y los mares, y a la pérdida del albedo de los hielos planetarios.

Latour postula que el cambio climático pone en cuestión la promesa del neoliberalismo, hegemónico desde la década de 1990, de que la globalización sería un vehículo hacia el bienestar de la humanidad. El autor también cuestiona el negacionismo climático como mecanismo por el cual se promueve la creencia de que es posible ponerse al margen de la emergencia mundial y seguir con el modelo desigualador, atrincherados detrás de las fronteras nacionales que protegen contra los migrantes desplazados por la desigualdad, el conflicto y el calentamiento global, fenómenos que, según Latour, están ligados de forma indisoluble. De un modo semejante, Greta Thunberg, en su alocución ante la Asamblea General en 2019, señaló la desvergüenza de insistir en un modelo en que el crecimiento infinito es “un cuento de hadas” frente a la emergencia climática. El negacionismo, el anclaje a los fósiles y el atrincheramiento nacionalista frente a la migración que desata la propia emergencia climática son otro cuento de hadas construido deliberadamente para darle unos años más de vida al *status quo* y dejar que los vulnerables nacionales e internacionales se adapten como mejor puedan.

En América Latina y el Caribe se producen las mismas fricciones que retrasan el cambio hacia economías más bajas en carbono, se corre el riesgo de no lograr cumplir las metas adoptadas y aumentan los desafíos para la adaptación, dada la insuficiencia de las respuestas globales y regionales. Con relación a los procesos de adaptación, Magrín (2015, pág. 9) reconoce que “los países de la región han avanzado en la incorporación de la protección ambiental en los procesos de toma de decisiones, en particular en términos de las instituciones ambientales y la legislación, pero todavía hay dificultades para incorporar eficazmente los temas ambientales en las políticas públicas pertinentes. Uno de los principales desafíos de la agenda climática... será lograr la articulación entre las políticas climáticas y las políticas de desarrollo,

ordenamiento territorial y sectoriales. Al momento existen varias leyes asociadas al tema climático, aunque con grandes dificultades para su real implementación y seguimiento. En varios países se observan contradicciones notables entre las políticas de regulación del uso del suelo y los incentivos para aumentar la productividad. El gran proceso de cambio que está atravesando la región requiere de políticas e intervenciones planificadas, coherentes, no contradictorias, y acorde a los objetivos de desarrollo. Es importante lograr una visión holística de la problemática aprovechando las capacidades desarrolladas para otros objetivos (como la gestión del riesgo de desastres), conectando el tema climático con las acciones de desarrollo, y promoviendo un ordenamiento ambiental y planificado del uso del territorio. En este sentido los gobiernos y las instituciones eficaces cumplen un rol clave para facilitar la planificación e implementación y representan la principal oportunidad o restricción para la adaptación. Es preciso que los gobiernos se informen adecuadamente, evalúen la conveniencia de las intervenciones, y decidan por sí mismos (según el contexto específico de cada situación particular) evitando las presiones y alternativas de difusión masiva para los países en desarrollo que generan resistencia, desconfianza y desaceleran las acciones. En todos los casos es importante estudiar y entender adecuadamente las interacciones y las limitantes de la relación cambio climático-desarrollo ya que las decisiones y acciones de los gobiernos suelen ser amplias y abarcar más de un objetivo, entre ellos el cambio climático”.

Algunos temas clave para la adaptación requieren de ciertas decisiones normativas básicas sobre el funcionamiento de los gobiernos, como tomar la información regional existente en materia del impacto esperado del cambio climático y transformarla en mecanismos que modifiquen los incentivos o las reglas que rigen la inversión. En este sentido vale la pena señalar el potencial de oficializar esa información para que sirva de base a la acción pública, adecuar los procesos de licenciamiento y evaluación del impacto asociado a este, actualizar los instrumentos de planificación del uso del territorio, e incluir normas de resiliencia relativas a la operación de la infraestructura esencial que permitan internalizar el costo de mantenerla funcionando en los momentos críticos. Uno de los avances importantes que se han logrado mediante las negociaciones internacionales ha sido poner a disposición de los países, junto con los esfuerzos nacionales, información relevante y fondos adicionales para acelerar la adaptación al cambio climático. La adaptación al cambio climático gradual permite imaginar dos escenarios extremos que se combinan de manera heterogénea: una adaptación con la que no se logran evitar todos los daños y pérdidas que sobrevienen debido al cúmulo de cambios, respuestas deficientes y limitaciones reseñadas, y una adaptación que permite adelantarse con suficiencia y oportunidad a las amenazas, que hace posible moderar el riesgo y que no solo disminuye la vulnerabilidad, sino que incluso da bríos para invertir en infraestructura y cerrar las brechas

que ha dejado el estilo de desarrollo pasado. Si el cambio climático no es gradual y se cruzan umbrales que den paso a cambios abruptos y a ciclos de autorreforzamiento, la adaptación será claramente insuficiente y el impacto será ineludible. Para nuestra región, las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) del Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son puntos de referencia claros para aprovechar la oportunidad de avanzar también en la calidad y sostenibilidad del desarrollo nacional y local, al mismo tiempo que se contribuye a la mitigación de la emergencia climática.

**Alicia Bárcena**

Secretaria Ejecutiva

Comisión Económica para  
América Latina y el Caribe (CEPAL)

## Prefacio

Terminada la redacción del este libro, en marzo de 2020, estalló la crisis sanitaria de la enfermedad por coronavirus (COVID-19), que puso de manifiesto lo que significa, al igual que en el caso de la emergencia climática, la irrupción de un mal público global —una pandemia en este caso—, con repercusiones en todo el planeta y que requiere acciones colectivas simultáneas y contundentes.

Para enfrentarla, se alinearon dos frentes: el sanitario, para aplanar el crecimiento exponencial de la curva de casos en el tiempo y evitar que se superara la capacidad de respuesta de los sistemas de salud pública; el segundo, el socioeconómico, para reducir los efectos de la fuerte recesión resultante, que va en detrimento del ingreso de las personas y de la trama productiva.

Como sucede con el calentamiento global, también en la pandemia la inacción tiene costos. Tras la indecisión inicial en muchos países, primó la voluntad de actuar y el sentido de urgencia. Así, muchos gobiernos comprometieron esfuerzos fiscales y crediticios importantes para sostener el empleo, mantener el ingreso de los trabajadores del sector informal y la viabilidad económica de las micro, pequeñas y medianas empresas. Tanto en la crisis ambiental como en la pandemia, los países y sus gobiernos se enfrentan a situaciones en las que la solución del problema supone ingentes costos, en un momento en que los recursos fiscales tienden a reducirse por la suspensión o disminución de actividades económicas importantes como el transporte aéreo o el turismo.

Los esfuerzos fueron heterogéneos debido a las muy diferentes condiciones económicas y de espacio fiscal prevalecientes en los países de América Latina y el Caribe. Pocos de ellos contaban con bases sólidas para responder a la pandemia, ya que las políticas de salud pública habían quedado rezagadas. Más aún, el gasto promedio en salud apenas llegaba al 2,2% de PIB, a diferencia de la cifra recomendada por la Organización

Mundial de la Salud (OMS) del 6%. A pesar de esos problemas estructurales, los gobiernos lideraron la respuesta en un contexto en que los mercados no pueden resolver la emergencia debido a sus fallas para generar la oferta adecuada de bienes públicos y en que existe una excesiva mercantilización de los servicios e insumos de salud<sup>1</sup>.

La pandemia del COVID-19 y la emergencia climática no solo se pueden comparar en términos de costos de la acción o la inacción. En la primera, primó el sentido de urgencia y la decisión política; en la segunda, aún no. En la pandemia, los recursos humanos y financieros destinados a su mitigación fueron significativos; en la emergencia climática distan de serlo, como muestra el insuficiente compromiso para atender las medidas de mitigación y adaptación que se analizan en este libro. En la emergencia climática, el liderazgo gubernamental tiene mucho camino por recorrer aún, mientras los mercados acumulan presiones sobre el sistema climático mundial. Se sigue actuando como si no existieran esas presiones que, quizás más lentamente, pero necesariamente, se propagarán por los sistemas económicos y sociales como ha sucedido con la pandemia. Como sabemos, la crisis climática costará mucho más si no hacemos lo necesario para evitar sus peores impactos. Ambas crisis, la de la pandemia y la climática, nos llevan a reconocer el valor de los bienes y servicios públicos como seguro contra males mayores y contra la desigualdad. La pandemia nos obliga así a pensar sobre el valor estratégico de los bienes públicos y la necesidad de que sean objeto de una gobernanza eficaz.

Cuando la pandemia llegue a su fin, se espera que la recuperación económica y del empleo se produzca, si bien no inmediatamente, en un plazo no demasiado largo, y que su ritmo sea intenso. En el caso del cambio climático, la curva exponencial solo aumentará, sin reversión previsible ni siquiera a mediano o largo plazo. En la emergencia climática no hay hasta ahora inmunidad al comportamiento depredador de una parte de la especie humana en la explotación de los combustibles fósiles. A menos que ese comportamiento tenga un alto costo político y económico, no podremos frenar la curva ascendente de la emergencia climática. Es por ello que urge actuar ahora y a eso es a lo que invita este libro.

---

<sup>1</sup> Véase un análisis en profundidad en Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19: efectos económicos y sociales”, *Informe Especial COVID-19*, N° 1, 3 de abril de 2020.

## Introducción

El impacto ambiental del estilo de desarrollo imperante hace que peligre el bienestar de buena parte de la humanidad y, en algunos casos, la supervivencia. Es uno de los grandes desafíos del presente, pues pone en riesgo los recursos comunes del mundo: la atmósfera, los océanos, los polos y la biodiversidad. El clima se altera hasta el punto de que se exceden los rangos de variabilidad sostenible de la temperatura y las precipitaciones, y la composición de la atmósfera se modifica, lo que amenaza a todos los seres vivos que habitan la tierra y el mar.

La evidencia sobre el calentamiento global es inequívoca. Una de las principales causas de ese fenómeno es el aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas, entre las que destacan la quema de combustibles fósiles y el cambio en el uso del suelo<sup>1</sup>.

El cambio climático se manifiesta fundamentalmente en el aumento de la temperatura media mundial, la modificación de los patrones de precipitación, el alza continua del nivel del mar, la reducción de la criósfera<sup>2</sup> y la acentuación de los patrones de fenómenos climáticos extremos. Estas transformaciones tienen un fuerte impacto en las actividades económicas,

<sup>1</sup> El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ha establecido los siguientes criterios para indicar el grado de probabilidad de un resultado o consecuencia: prácticamente seguro, de 99% a 100%; muy probable, de 90% a 100%; probable, de 66% a 100%; tan probable como improbable, de 33% a 66%; improbable, de 0% a 33%; muy improbable, de 0% a 10%, y excepcionalmente improbable, de 0% a 1%. Si procede, se pueden utilizar otros criterios, a saber: sumamente probable, de 95% a 100%; más probable que improbable, de >50% a 100%, y sumamente improbable, de 0% a 5% (IPCC, 2013a).

<sup>2</sup> Si hay menos nieve y hielo, disminuyen las reservas de agua para uso humano y se reduce el albedo o la reflectividad de la superficie a la energía del sol, lo que acelera la retención de calor en la Tierra.

el bienestar social y los ecosistemas. En este sentido, la principal causa del cambio climático —las emisiones de gases de efecto invernadero— son una externalidad negativa mundial y, como señalara Stern (2007), constituyen la mayor falla del mercado de todos los tiempos. Estamos ante un cambio de época que requiere una modificación estructural en las formas de producir y consumir que caracterizan el actual estilo de desarrollo. No basta con políticas ambientales marginales: es indispensable que la comunidad internacional actúe de forma colectiva y simultánea para alcanzar metas encaminadas a mitigar los gases de efecto invernadero, y que se lleven a cabo acciones urgentes de adaptación para proteger a las comunidades más vulnerables, como los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) y las poblaciones más pobres de los países en desarrollo, que serán las más afectadas. Esto implica acometer una transición energética de enormes proporciones que permita descarbonizar la economía. Se trata de lograr que las emisiones se desacoplen de la producción y el consumo, de sustituir, por ejemplo, las fuentes de energía basadas en carbono por fuentes renovables y limpias, de abandonar las prácticas de deforestación y adoptar usos sostenibles de agroforestería, y de proteger los océanos de la contaminación y las altas temperaturas, a fin de preservar la vida del plancton, que es relevante para las cadenas alimentarias.

La dimensión económica y la social deben incluirse plenamente en el debate sobre el cambio climático. A lo largo de la historia, en las economías desarrolladas se han logrado alcanzar niveles elevados de desarrollo con base en una industrialización que tiene un alto contenido de carbono y otros contaminantes. Esta es una deuda histórica que las economías industrializadas tienen con los países en desarrollo; por ello, la comunidad internacional acordó en 1992 que la solución al problema del cambio climático exigía responsabilidades comunes pero diferenciadas, que implicaban un compromiso mayor, así como más recursos y transferencias de tecnología, de parte de los países desarrollados.

Aunque el crecimiento ha permitido que la humanidad avance de forma importante en cuanto a la disminución de la pobreza extrema en el mundo, el aumento de la productividad agrícola y el desarrollo tecnológico, estos beneficios han tenido un costo ambiental alto y no han alcanzado a todos, por lo que las desigualdades en materia de ingresos y riqueza a nivel mundial se han incrementado hasta alcanzar niveles insostenibles. En el campo ambiental, el resultado ha sido el aumento de la contaminación atmosférica en las áreas urbanas, el deterioro de la biodiversidad, los bosques nativos y los océanos, la erosión de los suelos y la mayor escasez de agua.

Es necesario que las economías en desarrollo crezcan más para que se puedan resolver sus problemas económicos y sociales, y se logren reducir las brechas de ingreso, tecnología e infraestructura con respecto a las economías desarrolladas. En la región, con sus brechas estructurales en infraestructura,

fiscalidad, inversión, y desigualdad social y distributiva, se debe enfrentar la necesidad de profundizar las opciones de desarrollo orientadas hacia la sostenibilidad. El actual estilo de desarrollo es insostenible debido a la insuficiencia del dinamismo económico, la trayectoria climática, el agotamiento gradual de las fuentes de financiamiento basadas en la explotación de los recursos naturales y la persistente o creciente desigualdad (CEPAL, 2018a).

La estructura productiva, la infraestructura, el paradigma tecnológico dominante con escasa innovación y gran dependencia de la importación de patrones de consumo, la economía política de los incentivos económicos y los subsidios, la matriz regresiva de consumo de bienes privados y la insuficiente calidad de los bienes públicos configuran una senda de baja sostenibilidad ambiental (CEPAL, 2014a; Stern, 2007 y 2008).

El auge de las exportaciones de recursos naturales renovables y no renovables contribuyó a reducir la pobreza y a mejorar las condiciones sociales; sin embargo, también fomentó el cambio climático y ocasionó externalidades negativas como la contaminación atmosférica y la contaminación local, que es fuente de crecientes conflictos. El ciclo negativo tiende a completarse cuando se ponen en riesgo cuestiones como la seguridad energética —debido a la ineficiencia de la hidroelectricidad—, la seguridad en la producción agrícola, la habitabilidad frente a desastres meteorológicos y la salud. La inercia del actual estilo de desarrollo erosiona, pues, las bases que lo sostienen.

En los 27 años que han transcurrido desde la Cumbre para la Tierra, los avances tecnológicos en materia de generación eléctrica mediante energías renovables y los relacionados con la movilidad basada en la electricidad, así como el reciclaje de residuos y la conversión de desechos en energía, han sido muy significativos. Hoy en día cuesta menos generar sobre la base de energías renovables no convencionales que mediante combustibles fósiles. Esto, sumado a las mejores prácticas agrícolas, abre la posibilidad de promover el bienestar en los países en desarrollo y dejar una menor huella ambiental. Sin embargo, la deuda climática entre el norte y el sur es real, como también lo es en el interior de los países, donde debido a la desigualdad imperante, los sectores más pudientes son asimismo los que causan más emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación urbana y nacional.

Modificar estas tendencias requiere hacer transformaciones profundas en el paradigma de desarrollo y en las inversiones que lo hacen posible. Un desarrollo más sostenible implica más igualdad y cohesión social, con una matriz de servicios públicos de alta calidad y una orientación del consumo privado que sea coherente con el nuevo paradigma. El desarrollo sostenible sería menos vulnerable a los choques climáticos y permitiría encarar con mayor eficacia los procesos de adaptación y mitigación. En este sentido, el desafío del cambio climático es parte del desafío de lograr un desarrollo más sostenible (CEPAL, 2015a).

En 2015 se alcanzó un hito para la comunidad internacional y el multilateralismo: se reconoció que el actual estilo de desarrollo era insostenible. Los datos acumulados en los decenios previos, que mostraban profundos desequilibrios económicos, sociales y ambientales, llevaron a negociar la más amplia y ambiciosa hoja de ruta hacia el desarrollo sostenible. Así, en septiembre de ese año, los jefes de Estado y de gobierno adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En ella se reconocen la igualdad y la sostenibilidad como principios rectores, compartidos y universales a la hora de transformar la senda de desarrollo y de articular las políticas de transformación productiva con los imperativos del cuidado ambiental. Entre los ODS acordados destaca el Objetivo 13 (acción por el clima), en que se resalta la urgencia de adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos, y se señala que no hay país en el mundo en que estos últimos no hayan tenido lugar. Además, el calentamiento global provoca cambios permanentes en el sistema climático, y las consecuencias de estos pueden ser irreversibles si no se toman medidas de inmediato (CEPAL, 2016c).

Tras algunos esfuerzos previos de muy limitado alcance, en diciembre de 2015 se aprobó el Acuerdo de París, producto de la XXI Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21)<sup>3</sup>. Dicho Acuerdo es un conjunto de medidas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante acciones de mitigación y adaptación que aumenten la resiliencia de la población y los ecosistemas frente al cambio climático. Uno de sus objetivos es “reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza” (CMNUCC, 2016b, pág. 24).

En el artículo 2 del Acuerdo de París se reiteran tres compromisos:

- i) 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, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.
- ii) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos.

<sup>3</sup> En el Acuerdo de París se llama a todos los países, sin importar cuál sea su nivel de desarrollo, a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Antes de dicho Acuerdo, la comunidad internacional había negociado durante años con el objeto de aprobar un instrumento que permitiera hacer frente a los desafíos del cambio climático. En ese camino, y salvo algunas excepciones, como es el caso de la Unión Europea, el Protocolo de Kioto no resultó ser tan efectivo como inicialmente se pensó que sería. También resultaron muy poco efectivos los acuerdos logrados en Río de Janeiro sobre la base de las responsabilidades comunes pero diferenciadas.

- iii) Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

En el artículo 3 del Acuerdo de París se establece que cada país debe asumir compromisos de mitigación y adaptación determinados individualmente a escala nacional. Dichos compromisos se denominan contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), y con ellos se pretende estabilizar las emisiones de CO<sub>2</sub>, evitar que la temperatura mundial aumente más de 2 °C y, de ser posible, lograr que aumente menos de 1,5 °C. Los países deben informar sobre sus avances cada cinco años y las metas deben ser cada vez más ambiciosas. Esas metas no serán obligatorias, sino que será la visibilidad pública la que estimulará o castigará la acción.

Se trata de un acuerdo frágil que fue negociado por 195 países miembros de las Naciones Unidas y que se abrió a la firma el 22 de abril de 2016. Lo firmaron 97 países, incluida la Unión Europea, lo que supera ampliamente la condición para que entrara en vigor, según la cual debía ser ratificado por más de 55 Partes que sumaran el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Lo más positivo es que se reconoce la gravedad del problema, y la urgencia de limitar el incremento de la temperatura y alcanzar la neutralidad en carbono (es decir, que las absorciones compensen las emisiones) hacia 2050. Mediante el Acuerdo se logró llegar a un consenso sobre la capacidad de carga planetaria en materia de concentraciones, capacidad que se expresa en el límite de 2 °C relativo al aumento de la temperatura, lo que a su vez exige una reducción del flujo anual de emisiones. Las contribuciones determinadas a nivel nacional son a su vez la expresión no vinculante, pero no por eso menos real, de los límites o presupuestos de carbono. Dicho de otro modo, las contribuciones representan la cantidad total de gases de efecto invernadero que deberían emitirse al llevar a cabo toda la actividad económica nacional, lo que introduce la cuestión de cómo hacer el mejor uso posible de esa cantidad. Desde el punto de vista económico, esto supone el costo de oportunidad entre usos alternativos de la función de sumidero de la atmósfera.

Menos positivo es el hecho de que, si bien en la mayoría de los países se asumió el compromiso de disminuir las emisiones, las metas no son vinculantes y cumplir con las CDN depende de los gobiernos de turno. El costo de no cumplir las metas es dañar la reputación del país y, en términos del planeta, continuar con el aumento de la temperatura. El incumplimiento de cada país implica la apropiación del espacio ambiental del resto de los países. Esto es precisamente lo que ocurrió en 2017 cuando los Estados Unidos anunciaron su retirada del Acuerdo, además de debilitar los compromisos multilaterales y la acción colectiva y simultánea, en particular de los grandes países productores y emisores de carbono. A las falencias del Acuerdo se suma el hecho de que las decisiones se adoptaron por consenso y no por mayoría, problema que también aqueja a la Convención.

Un segundo problema es que la suma de las acciones nacionales es insuficiente para alcanzar la meta: se estima que las emisiones anuales llegarán a 55 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>e en 2030, lo que implica que la temperatura aumentará 3 °C. Por ello, se decidió ajustar las CDN, tema que se abordó en la COP24 realizada en Katowice (Polonia) en 2018. Sin embargo, los logros fueron escasos. Se aprobó un paquete que contiene un libro de reglas según las cuales a partir de 2024 todos los países, excepto los más vulnerables, deberán informar sobre sus metas nacionales cada dos años en vez de cinco, pero no se lograron establecer reglas relativas al comercio de carbono. Fracasaron los intentos de los países en desarrollo por lograr compromisos nuevos y adicionales de financiamiento, y tampoco se acordaron mecanismos de financiamiento en caso de pérdidas y daños. No se ha avanzado lo suficiente en políticas coherentes con el Acuerdo de París, como las destinadas a reducir de forma drástica las inversiones con altas emisiones de carbono o a crear suficientes garantías financieras como para reducir el riesgo de las inversiones que llevan emisiones más bajas. Además, aún son insuficientes los avances en materia de fiscalidad sensible al clima, como serían los acuerdos para reducir el subsidio de actividades que son perniciosas para él.

El Acuerdo de París, con su avances y brechas, representa una modificación importante en el enfoque de la política internacional. Los compromisos universales que se asumen en virtud de él reducen la diferenciación de las responsabilidades, proceso que en algunos decenios podría desembocar en un régimen basado en la capacidad del más fuerte para imponer su estilo de desarrollo, si no cambian las tendencias en materia de emisiones, responsabilidades, políticas y, en general, de internalización de la función de sumidero de la atmósfera en el mundo. En este mismo sentido, ya es profundamente cuestionable que en el principal mecanismo financiero del Acuerdo de París, el Fondo Verde para el Clima, los fondos donados que tienen por objeto proporcionar recursos dirigidos a la mitigación y la adaptación y que están destinados a la compensación internacional se hayan convertido en créditos. La diferencia no es sutil. La transferencia es una compensación; es el costo de la internalización (parcial o total). El crédito es la internalización por parte del afectado (el propio país en desarrollo), suavizada en el tiempo. Es llamativo que el problema energético mundial no sea el agotamiento de los combustibles fósiles de la naturaleza, como ha sido el argumento siempre presente en el ámbito de la seguridad energética, sino justamente las limitaciones de la función de absorción de la naturaleza, saturada por los desechos de la energía y sus consecuencias en todo el mundo. El calentamiento global es probablemente el primer síntoma universal y contundente del límite alcanzado por los seres humanos respecto a la función de absorción del mundo natural<sup>14</sup>.

<sup>4</sup> En los ciclos mundiales del fósforo y del nitrógeno también se han alcanzado niveles preocupantes, pero estos no han sido objeto de regulación internacional.

## A. La economía del calentamiento global

El calentamiento global y sus consecuencias evidencian el problema de cómo tratar la externalidad ambiental y social, y el problema de la distribución y el valor económico de la función de absorción de la atmósfera<sup>5</sup>. Desde el punto de vista de la economía, las consecuencias del cambio climático y las medidas defensivas han estado fuera de las cuentas económicas de desarrollo e inversión, pues en ellas no se ha incluido el costo de los efectos que dicho cambio tiene en la salud, la producción, el hábitat e incluso en la viabilidad de ciertas naciones. Pero esta externalidad negativa mundial pone en riesgo el clima, que es un bien público del mundo (CEPAL, 2016).

El reconocimiento o la negación de esta externalidad es crucial a la hora de tratarla. Así, el negacionismo climático de algunos gobiernos o grupos empresariales es funcional al diferimiento de la externalidad, lo que acaba recalando en algunos grupos vulnerables de la sociedad del propio país y de otros países, y en las futuras generaciones. La lucha por repartir, transferir, minimizar, eludir y dimensionar la carga de la externalidad es el eje tanto de la negociación internacional como de la política climática nacional.

El cambio climático, junto con otros fenómenos destructivos desde el punto de vista ambiental o social, pone de relieve que la renta depende en parte de mantener activamente las externalidades. Esto se suma a los casos de miopía del sistema económico en cuanto a considerar de forma plena los costos de reproducir el ciclo económico-productivo<sup>6</sup>. En el caso del cambio climático, se pone en evidencia que una porción de la rentabilidad del uso de los combustibles fósiles, la producción del cemento y la agricultura y la ganadería se logra a expensas del sistema climático y la atmósfera del mundo, y la función de absorción de la naturaleza en términos generales. La lenta tasa de recuperación de la naturaleza hace que esa carga se desplace de manera intrageneracional e intergeneracional.

En el análisis económico hay un creciente interés por estudiar las causas y las consecuencias del cambio climático; sin embargo, en la mayor parte de las áreas económicas de los gobiernos nacionales, sobre todo de los países industrializados, el calentamiento global sigue siendo considerado un problema ambiental y no un problema del estilo de desarrollo. Su internalización se ve como un freno a la economía y no como una oportunidad de mejorar y dinamizarse. De ahí la noción muy común, desinformada o interesada, de que la capacidad del planeta para absorber los gases de efecto invernadero

<sup>5</sup> No es el único fenómeno atmosférico que evidencia este problema. A nivel urbano se observa la misma tensión en cuanto a la contaminación atmosférica por sustancias distintas de los gases de efecto invernadero y, cuando la escala es mayor, dicha tensión alcanza la dimensión nacional y hasta internacional.

<sup>6</sup> Uno puede legítimamente preguntarse si el sistema económico actual sería viable si internalizara todos sus costos, es decir, si funcionara sin externalidades ambientales y sociales.

no tiene límites y que, por lo tanto, no hay razones para cambiar el estilo de desarrollo. Algunos países en desarrollo perciben que su contribución a las emisiones es baja y, por lo tanto, no es necesario modificar su patrón de emisiones. Minimizan así la oportunidad de proporcionar a sus poblaciones los beneficios adicionales que ofrece la absorción del progreso técnico, y su efecto de cara a la creación de nuevos motores de industrialización para el desarrollo. La idea misma de reconocer una limitación al libre acceso a la atmósfera apenas va encontrando lugar en el pensamiento de las áreas de gestión económica, como lo evidencia la creación, en diciembre de 2018, del grupo de los principios de Helsinki, cuya misión es revisar la política fiscal —los impuestos al CO<sub>2</sub>, los gastos tributarios, el gasto climático neto en las finanzas públicas y el riesgo carbónico de las carteras de inversión—, para alinearla con el Acuerdo de París. En América Latina y el Caribe, solo algunos países avalan este grupo: Chile, que lo colidera, Ecuador, Guatemala, México, Costa Rica y Colombia.

Es indudable que muchos de los países de América Latina y el Caribe, particularmente los centroamericanos y caribeños, son muy vulnerables a los efectos del cambio climático, por lo que la adaptación está entre sus principales prioridades de desarrollo. Sin embargo, existe el riesgo de generar mayores desigualdades al diseñar políticas de adaptación. Estas políticas requieren identificar prioridades, y esto puede significar, frente a un escenario de recursos limitados, poner en primer lugar la adaptación de las personas o bien la de los sectores, dependiendo de su inserción y papel en la economía y la política. Implica llevar a cabo transferencias financieras e inversiones entre territorios y desde unos grupos sociales a otros. Las opciones de adaptación pueden ser una fuente de mayor igualdad o de mayor desigualdad, según las decisiones que se tomen. Adaptar un sector de exportación, es decir, una fuente de divisas, puede prevalecer sobre la adaptación de poblaciones en territorios vulnerables, marginales para la economía, y cuya adaptación puede significar un costo neto que no se quiera asumir, creando un círculo vicioso de desigualdad. Evidentemente, esto no es exclusivo de la adaptación; también las soluciones de mitigación pueden ser fuentes de mayor igualdad (un mejor transporte público o soluciones basadas en la naturaleza en comunidades pobres) o de desigualdad (subsidios a la movilidad privada de bajas emisiones). En América Latina y el Caribe, tanto por su ubicación geográfica dentro de la zona planetaria de mayor productividad natural (entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio) como por su población rural con alta dependencia de la integridad de la naturaleza y con alta participación de pueblos indígenas, las soluciones basadas en la naturaleza deberían ser una prioridad.

El Informe Stern (Stern, 2007) marcó un hito en la reflexión y reforzó el interés y la relevancia de analizar el impacto económico del cambio climático y las medidas de acción climática, al dar a la tasa de descuento del futuro

un papel relevante en la toma de decisiones del presente. En el enfoque de Stern, la tasa de descuento debiera ser muy baja o incluso negativa, pues se reconoce la posibilidad de que las generaciones futuras no estén en mejor situación que las presentes y de que las condiciones ambientales sean más negativas que en la actualidad, con lo que se aparta de la noción convencional de un futuro mejor y de mayor riqueza absoluta. El enfoque fue objeto de una intensa polémica entre los especialistas<sup>7</sup>, pero la idea de evaluar los costos de la inacción frente al cambio climático se convirtió en un estándar metodológico imprescindible.

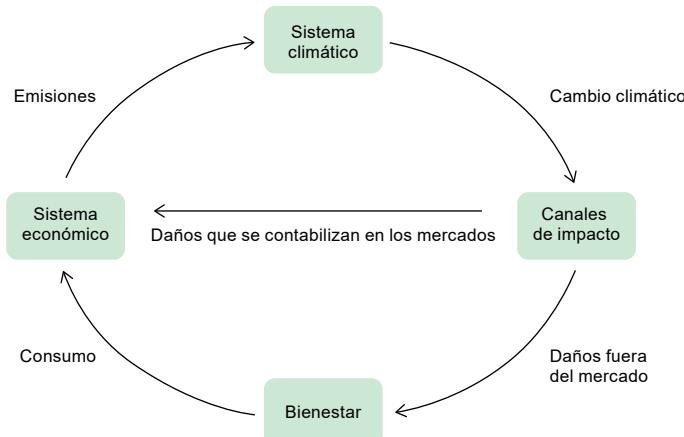
En el análisis económico tanto de la mitigación como la adaptación, ha habido fundamentalmente dos etapas. La primera fue la de estimar los costos de la inacción mundial para el siglo XXI. Stern fue el primero en llevar a cabo esa estimación, que luego se hizo a nivel nacional en la región con el apoyo de la CEPAL y, en el caso del Brasil, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Estos estudios fueron posibles gracias a los avances en la modelación del clima mundial y regional. En este último sentido, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) llevó a cabo un estudio sobre el caso mexicano, el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil hizo otro estudio en el que generó la modelación del clima para toda América Latina y el Caribe, y el Centro para el Cambio Climático de la Comunidad del Caribe (CCCC) de Belice generó esta información para Centroamérica y el Caribe. El caso mexicano fue pionero en la región, y en él se estableció la metodología diseñada por Galindo (2009), que posteriormente se reprodujo en el enfoque de la CEPAL a partir de 2009. Esta primera etapa, en que se evaluaron los costos de la inacción, se complementó para pasar a enfoques en que se abordaba el impacto sectorial, por ejemplo, en la agricultura (Mendelsohn, 2008; Nordhaus y Boyer, 2000; CEPAL, 2015a), y el impacto sobre la pobreza. El objetivo era analizar la dimensión social del impacto, dado que se espera que este sea más fuerte en la agricultura, actividad de la que dependen importantes poblaciones vulnerables. Algunos de los resultados obtenidos se presentan en el capítulo II.

La segunda etapa analítica es más reciente y se ocupa del efecto potencial de la aplicación de los instrumentos. Tanto en el caso de la mitigación como en el de la adaptación, el análisis económico se basa en estimar el desarrollo inercial y las emisiones aparejadas, para sopesar la sensibilidad del camino inercial que la política objeto de interés ha de modificar con miras a alcanzar la meta climática pertinente (véase el diagrama 1). Así, cada medida irá contribuyendo al logro de la meta nacional, con “cuñas” de reducción en algunos sectores o mediante la combinación sector-región (véase el gráfico 1). En la lógica del Acuerdo de París, la suma de las contribuciones

<sup>7</sup> En 2018 se otorgó el Premio Nobel de Economía a William Nordhaus, uno de los críticos de Stern, quien argumentó que la acción para enfrentar el problema sería menos urgente en el contexto de un futuro más próspero y con suficiente espacio ambiental para un cambio de ruta más lento.

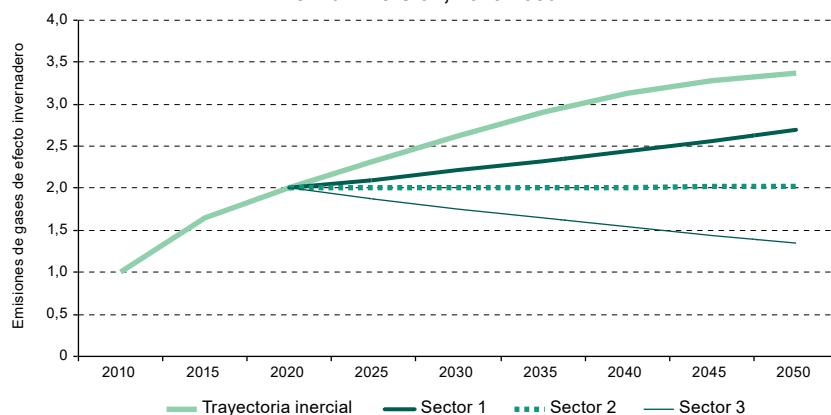
nacionales conduciría al logro de la meta mundial. En vista de que los compromisos nacionales son insuficientes para lograr la meta mundial de no superar los 2 °C, las contribuciones nacionalmente determinadas deben revisarse periódicamente.

**Diagrama 1**  
**Análisis del cambio climático**



Fuente: S. Fankhauser, *Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse*, Abingdon, Routledge, 1995.

**Gráfico 1**  
**Trayectoria inercial y cuñas de reducción por efecto de políticas públicas o cambios en la inversión, 2010-2050**



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

El Acuerdo de París tuvo, además de su contenido ambiental, varias consecuencias sin precedentes en el terreno económico:

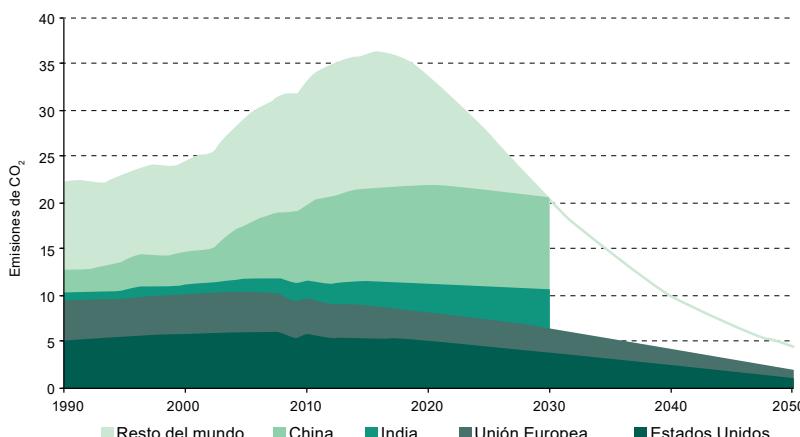
- i) Por un lado, en él se definió en términos absolutos la capacidad de carga planetaria respecto del carbono, un elemento crítico de la naturaleza. Esto permitió establecer, por primera vez, un límite o presupuesto mundial respecto de este elemento.
- ii) Al adoptarse metas nacionales en el marco del Acuerdo de París, se crearon límites o presupuestos nacionales voluntarios de carbono, cuya cantidad deberá decrecer hasta que se cumplan las metas y se alcance el logro colectivo de evitar que el calentamiento mundial supere los 2 °C. Las actividades económicas nacionales deben ser compatibles con ese límite o presupuesto.
- iii) Hay un costo de oportunidad en el uso de la atmósfera como recurso natural. En términos de desarrollo, el origen de la emisión importa, pues no es lo mismo emitir una tonelada por efecto del consumo suntuario e improductivo que por efecto de una actividad que genere empleo productivo, inclusivo y sostenible. Desde el punto de vista del desarrollo coherente con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París, no son indiferentes ni el monto ni el origen de las emisiones, puesto que algunas sirven solo para satisfacer el patrón de consumo de una minoría de la población, mientras que otras podrían dinamizar el desarrollo.
- iv) La distribución equitativa del presupuesto remanente de carbono entre los países del mundo es fundamental para la justicia ambiental mundial. Lo que emita el conjunto de países desarrollados y los mayores emisores del mundo en desarrollo determinará el espacio remanente para los países en desarrollo. En sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), cada país define el nivel de emisiones que intentará alcanzar en los siguientes cinco años. Por ello, se estima que el nivel de ambición de los CDN es aún demasiado bajo para cumplir los límites que impone el espacio remanente del presupuesto de carbono en relación con las metas de 2 °C y 1,5 °C. Un país que decida incumplir su límite o que no pueda restringir su economía a fin de respetar el límite o presupuesto de carbono estará apropiándose del límite o presupuesto ambiental de otro país o de otro grupo poblacional, en el presente y en el futuro. Cada incumplimiento en materia de emisiones acerca al conjunto de naciones a un mundo que cada vez se calienta más en la medida de las respectivas infracciones.

El IPCC (2018a) estableció un límite a la cantidad de emisiones acumuladas a nivel mundial que es compatible con las metas de limitar el aumento de la temperatura a menos de 1,5 °C y 2 °C con respecto a los niveles anteriores a la era industrial. Este límite se conoce como “presupuesto de carbono”. Se estima que, para mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 2 °C, con un nivel de confianza del 66%, el presupuesto remanente es de 1.070 gigatoneladas de dióxido de carbono (Gt de CO<sub>2</sub>). Para limitar el

aumento de la temperatura a solo 1,5 °C, el presupuesto es mucho menor: 320 Gt de CO<sub>2</sub>. Actualmente, se emiten alrededor de 50 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (Gt de CO<sub>2</sub> eq) al año, por lo que, de mantenerse este flujo, el presupuesto remanente para un aumento de hasta 1,5 °C se agotaría en menos de una década y, para un aumento menor de 2 °C, en alrededor de dos décadas. A fin de mantener la economía mundial dentro de los límites de presupuesto de carbono compatibles con la meta de 2 °C, es necesario reducir las emisiones mundiales de las actuales 50 Gt de CO<sub>2</sub> eq a unas 40 Gt de CO<sub>2</sub> eq hacia 2030. Esto implica reducir las actuales 7 toneladas per cápita a menos de 5 toneladas per cápita (4,7 t de CO<sub>2</sub> eq) y alcanzar la neutralidad hacia 2070 (para el escenario de 2 °C). Si queremos mantenernos dentro del presupuesto de carbono de 1,5 °C, hacia 2030 deberíamos haber reducido las emisiones a 24 Gt de CO<sub>2</sub> eq; es decir, haber pasado de las actuales 7 toneladas per cápita a menos de 3 toneladas per cápita (2,8 toneladas) y la neutralidad debería alcanzarse a mediados de este siglo.

Los compromisos de reducción de emisiones que los Estados Unidos, la Unión Europea, China y la India, los mayores emisores, asumieron hacia 2015 dejan poco espacio para el resto de los países frente al umbral de los 2 °C y el remanente del presupuesto de carbono. Con base en la distribución que se muestra en el gráfico 2, si en las sucesivas revisiones del Acuerdo de París no se establece una reducción mayor respecto de los cuatro grandes emisores, en 2030 se agotaría el presupuesto disponible para el resto del mundo.

**Gráfico 2**  
**Presupuesto de carbono según las contribuciones determinadas a nivel nacional en el Acuerdo de París a los efectos de alcanzar la meta de 2 °C, 1990-2050<sup>a</sup>**  
*(En gigatoneladas de CO<sub>2</sub> al año)*



**Fuente:** G. Peters y otros, "Measuring a fair and ambitious climate agreement using cumulative emissions", *Environmental Research Letters*, vol. 10, Bristol, IOP Publishing, 2015; Global Carbon Project (GCP), *Global Carbon Budget 2015*, 2015.

<sup>a</sup> Se indica el presupuesto necesario para que haya un 66% de probabilidad de alcanzar dicha meta.

Frente a este escenario, cabe anticipar tres tipos de respuesta:

- i) Defeción del Acuerdo de París porque en los países se considere que la meta de 1,5 °C o 2 °C es indeseable o inalcanzable. Sin un acuerdo mundial, se agravaría el calentamiento global y los defectores obtendrían ventajas a corto plazo, dado que evitarían realizar los ajustes necesarios a su economía.<sup>8</sup> Queda por definir si los países que siguieran respetando el Acuerdo podrían imponer sanciones. Por ejemplo, se podrían aplicar medidas disciplinarias, como aranceles en frontera a la importación de bienes provenientes de algunas economías, sin que hubiera medidas comparables en el país importador.
- ii) Más presión sobre los grandes emisores por parte de la sociedad —especialmente, los jóvenes— para lograr mayores reducciones, tanto en los países defectores como en los que continuarán respetando el Acuerdo.
- iii) Cambio de rumbo en los modelos de desarrollo de los países para priorizar las energías renovables, desacoplarse de los combustibles fósiles y reorientar sus inversiones hacia la adaptación, mediante la innovación tecnológica y soluciones basadas en la naturaleza. Esta respuesta implica un giro deliberado en la composición de la matriz energética, la urbanización<sup>9</sup>, la movilidad y el agro y, en general, en el contenido de carbono de la economía.

Como se mencionó anteriormente, en 2016, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcanzaron las 50 Gt de CO<sub>2</sub> eq<sup>10</sup> y América Latina y el Caribe emitió 4,2 Gt de CO<sub>2</sub> eq ese año, lo que significa que la región generó el 8,3% de las emisiones mundiales, de acuerdo con los datos del IPCC (véase el gráfico 3).

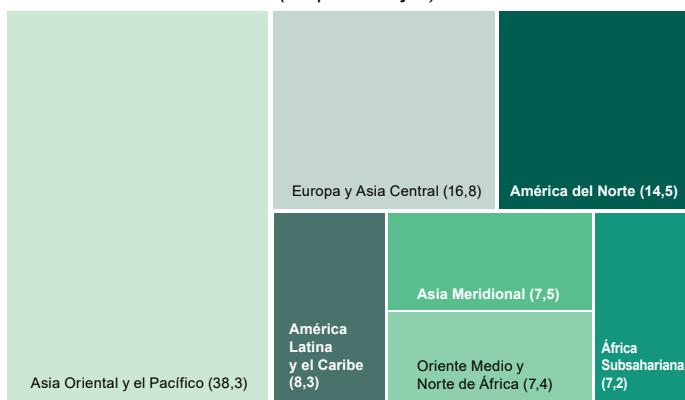
---

<sup>8</sup> Esto se ve sobre todo en los cambios de gobierno, cuando la nueva administración no percibe la gravedad del problema o busca diferenciarse del gobierno precedente. Por ejemplo, esto sucedió en Filipinas, en 2015, cuando el gobierno que asumió calificó de locura la meta nacional decidida por el gobierno anterior.

<sup>9</sup> Hay enfoques, como el de la geoingeniería, que siguen una lógica muy diferente, dado que apuestan a avances tecnológicos como el secuestro de carbono en la corteza terrestre o los mares, o la manipulación de la radiación solar que llega a la Tierra, para evitar el calentamiento global y, al mismo tiempo, poder mantener los patrones actuales de movilidad y de producción y consumo de energía, con solo algunas acciones puntuales de mitigación.

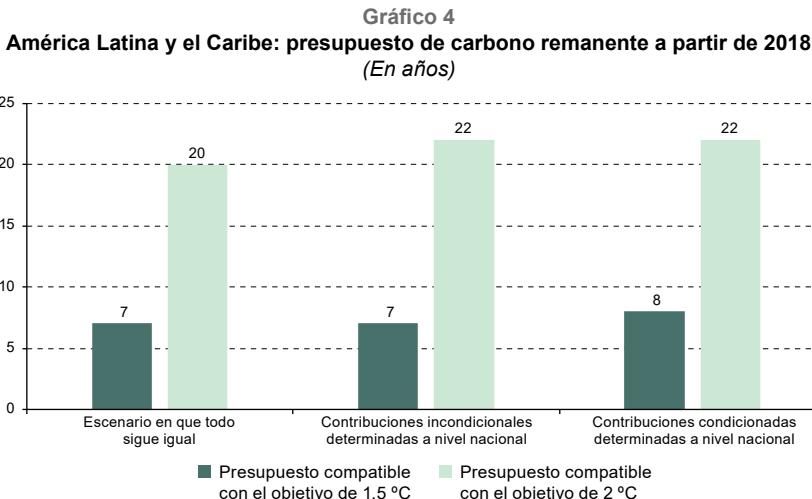
<sup>10</sup> Véase información sobre las emisiones sectoriales en Gütschow y otros (2016) y sobre las emisiones relacionadas con el cambio de uso de suelo en FAO (2019).

**Gráfico 3**  
**Distribución de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero**  
**por región, 2016**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAP-hist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, N° 2, Göttingen, Copernicus Publications, 2016.

Si el presupuesto de carbono se distribuyera según la participación actual de América Latina y el Caribe en las emisiones mundiales, la región contaría con un presupuesto de alrededor de 47 Gt de CO<sub>2</sub> eq y de 110 Gt de CO<sub>2</sub> eq para que se pudieran alcanzar los objetivos de 1,5 °C y 2 °C, respectivamente. Si la región siguiera creciendo en línea con un escenario inercial (en que se toma como base una emisión de aproximadamente 4,2 Gt de CO<sub>2</sub> en 2016 y se supone un aumento anual del 1,1% por efecto de la tasa de crecimiento de la economía), el presupuesto compatible con el objetivo de 1,5 °C se agotaría en cerca de 11 años y el compatible con el de 2 °C en poco más de 23 años. Incluso si se siguiera una senda en que se respetaran las contribuciones condicionadas y las no condicionadas (véanse más detalles sobre las contribuciones de cada país en el anexo A5), el presupuesto se agotaría antes de diez años en relación con la meta de 1,5 °C y en alrededor de 20 años en lo que respecta a la de 2 °C (véase el gráfico 4).



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

La forma en que el límite de emisiones o el presupuesto de carbono se asigna a nivel nacional debe discutirse internamente para identificar cuál es el mejor modo de usar el espacio destinado a la emisión de carbono y los efectos que esto tiene sobre el bienestar según se emita para producir o consumir. Es decir, se debe reflexionar sobre las implicaciones distributivas, económicas y sociales que tiene el uso de la atmósfera como depósito de las emisiones, y se debe actuar en consecuencia. El límite a las emisiones o presupuesto de carbono enmarca la ventana de oportunidad que debiera pautar la velocidad del cambio en cuestiones tan fundamentales como la producción de energía, el transporte y la movilidad, la forma de construir ciudades y el freno a la transformación de la naturaleza. El mundo enfrenta el reto de cambiar la magnitud y la velocidad de las emisiones para reducir el flujo anual mundial hasta alcanzar la neutralidad climática, es decir, el flujo neto mundial cero, hacia 2050 (en el Acuerdo de París se aspira a lograr la neutralidad climática hacia ese año, y algunos países de la región, como Chile y Costa Rica, adhieren a esta meta). Esto supone una meta intermedia de menos de 24 gigatoneladas hacia 2030, a fin de limitar el aumento de la temperatura a menos de 1,5 °C. Mucho más allá de las políticas sectoriales o las tecnológicas puntuales, para lograr esta transformación es necesario que haya un giro mundial en las economías a favor de un gran impulso ambiental que debe ser el propósito y la direccionalidad dominante de las configuraciones tecnológicas y los instrumentos de política pública.

## B. Instrumentos económicos dirigidos a la mitigación y la adaptación

En la actualidad, la emisión de CO<sub>2</sub> debida a la producción y el consumo no tiene costo, se incentiva el consumo o la producción de combustibles fósiles mediante subsidios o gastos tributarios, y la destrucción de la naturaleza se invisibiliza económicamente. Pasar de esta situación a una en que se incentive el desarrollo resiliente y con bajas emisiones de carbono exige realinear la política regulatoria y económica de manera coherente y constante<sup>11</sup>. Los instrumentos que se pueden utilizar para promover la mitigación y la adaptación son muy distintos y se verán en profundidad a lo largo de este libro. Por ahora se presentará un panorama general del tema.

En lo que respecta a la mitigación, entre los instrumentos disponibles se encuentran la política fiscal nacional y urbana, el informe sobre el riesgo de carbono de las carteras de inversión, y la orientación de las políticas de las bancas de desarrollo nacionales e internacionales, la administración de riesgos y, por supuesto, la innovación tecnológica. La coalición de los principios de Helsinki formada por algunos Ministerios de Hacienda del mundo, así como la Plataforma de Cooperación sobre Precio al Carbono en las Américas, donde participan los países de la Alianza del Pacífico y las jurisdicciones con mercados de carbono en el Canadá y en la costa oeste de los Estados Unidos, además de otras coaliciones, abogan por introducir precios al carbono. La opción más evidente a los efectos de imponer un precio es el impuesto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, que ya se ha puesto en práctica a niveles muy bajos en la Argentina, Chile, Colombia y México. En cada uno de estos países funciona de manera distinta, pero esencialmente se aplica, o bien al contenido de carbono del combustible que se quemará, o bien al de las emisiones. Las consecuencias institucionales de estas dos maneras de aplicar el impuesto son muy distintas: en el primer caso, el impuesto se puede cobrar en el momento de la primera venta en el mercado, para que luego repercuta en la cadena de compradores; en el segundo caso, dado que se cobra *ex post*, es necesario que haya instituciones que lo verifiquen, y los cobros repercuten en el consumidor con un cierto diferimiento.

Otros instrumentos que se pueden utilizar a los efectos de la mitigación suponen aplicar precios indirectos al carbono. El impacto de estos instrumentos se distribuye de manera más suave en el tiempo. La regulación que limita las emisiones o exige mejores niveles de eficiencia en el uso de los combustibles fósiles o los aparatos eléctricos conlleva un precio implícito al carbono, como también lo hacen las metodologías que se emplean para evaluar los proyectos de inversión, ya sean públicos, financieros o privados. En la situación actual,

<sup>11</sup> La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) aboga por un enfoque en que se apuesta a motores económicos con emisiones más bajas de carbono conforme al concepto del gran impulso ambiental (CEPAL 2016 y 2018a).

si no se hace ningún cambio, el precio que se impone es cero. Sin embargo, en algunos países de la región se ha comenzado a experimentar con variantes en las metodologías de evaluación. Así, en Chile se ha fijado una tasa de 40 dólares por tonelada emitida en las inversiones públicas que se realicen de manera directa o concesionada. La experiencia se está evaluando en cinco países de Centroamérica para su posible adopción.

Para analizar de manera intertemporal y comparable los procesos de mitigación del cambio climático y adaptación a él, es habitual utilizar una tasa de descuento que permite traer los efectos económicos a valor presente. Existen intensas discusiones extraeconómicas sobre qué tasa de descuento utilizar, pues una tasa más elevada reduce la valoración de los efectos a largo plazo (Hanley y Spash, 1995; Brent, 2008; Boardman y otros, 2010, y Aldred, 2009)<sup>12</sup>. En el Perú, por ejemplo, en 2015 se tomó la decisión de reducir del 9% al 4% la tasa de descuento que se aplica a los proyectos cuyo impacto ambiental es menor, incluidos los que se considera que tienen emisiones más bajas de carbono. En ambos casos, el precio sombra o social del carbono y la tasa de descuento reducida permiten distribuir el costo adicional, si lo hubiera, a lo largo de la vida útil de la inversión que ha de realizarse.

La banca de desarrollo ha tomado decisiones de política, como no financiar ciertos tipos de proyecto y, en términos más generales, favorecer proyectos que se considera que tienen emisiones más bajas de carbono. A modo de ejemplo, en 2017, el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) del Brasil decidió dejar de financiar grandes centrales hidroeléctricas.

La aplicación de estas políticas orienta los mercados relacionados con la producción y el consumo, pues modifica gradualmente tanto la rentabilidad como el precio relativo de las decisiones de los inversionistas y los consumidores, que eligen opciones con menos emisiones de carbono. El cambio señalado, sin embargo, es insuficiente. No se puede subestimar la importancia de introducir, al mismo tiempo, sustitutos asequibles que reemplacen las opciones de consumo que generan emisiones altas de carbono. El desincentivo debe compensarse con transferencias progresivas e inversiones alternativas para reducir el riesgo de generar situaciones de gran descontento social. El tránsito hacia economías descarbonizadas es complejo, sobre todo en una región donde es necesario cambiar la correlación positiva entre ingreso

<sup>12</sup> En economía se debate sobre si es justificable aplicar una tasa de descuento sobre el futuro en una situación que es por completo distinta del modo en que se comporta el rendimiento de los activos privados, que es el ámbito en que se origina esta práctica para evaluar la rentabilidad de la inversión. No nos parece razonable descontar el valor o las preferencias de las futuras generaciones (que, por cierto, no pueden manifestarse), pues un mundo más incierto por el calentamiento global no parece más deseable que el presente. Cuanto mayor es la tasa de descuento en la reflexión sobre el futuro, menor es la urgencia que se asigna a la acción de hoy. Esta situación no parece una ruta adecuada, dado que, frente al agotamiento del presupuesto de carbono establecido para poder alcanzar el objetivo de los 2 °C, la ventana de oportunidad para actuar es reducida.

per cápita, consumo de energía per cápita y emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita. Esta correlación responde a la infraestructura energética, agropecuaria y de movilidad construida en las últimas décadas y a la inercia que persiste en la que se continúa construyendo actualmente. Para cambiar esa correlación, las inversiones deben ser compatibles con un estilo de desarrollo que genere emisiones más bajas de carbono. Esto es lo que la CEPAL ha denominado cambio estructural progresivo, que permite abordar la urgencia de promover un gran impulso ambiental (CEPAL, 2015a).

Por el lado de la adaptación, los instrumentos son menos variados y se concentran básicamente en la implementación de seguros que reflejan los riesgos, incluidos los relacionados con el clima, y en una ordenación más rigurosa del territorio. Al igual que ocurre con la legislación que tiene efectos sobre la mitigación, regular el uso del suelo y ordenar el territorio conlleva una señal que cambia el costo de invertir en infraestructura o de habitar zonas expuestas a fenómenos crecientes de inundación, sequía, huracán y subida del nivel del mar.

La combinación de las limitaciones mundiales y nacionales a las emisiones (que, a su vez, serán sectoriales o territoriales) permite fijar metas cuantitativas que han dado gran visibilidad a los procesos de mitigación. La adaptación, en cambio, ha sido más difícil de definir (CEPAL, 2014a), y la información específica, más difícil de construir, pues suele mezclarse con brechas preexistentes en materia de infraestructura o con fenómenos extremos que no se pueden discernir de la variabilidad climática y que son difíciles de atribuir al cambio climático. Solo a partir de 2012 se pudo contar con una base de datos regional de América Latina y el Caribe que ha permitido identificar las variadas manifestaciones de la subida del nivel del mar, que es totalmente atribuible tanto a la expansión térmica inducida por el calentamiento global como al derretimiento continuado de los hielos continentales.

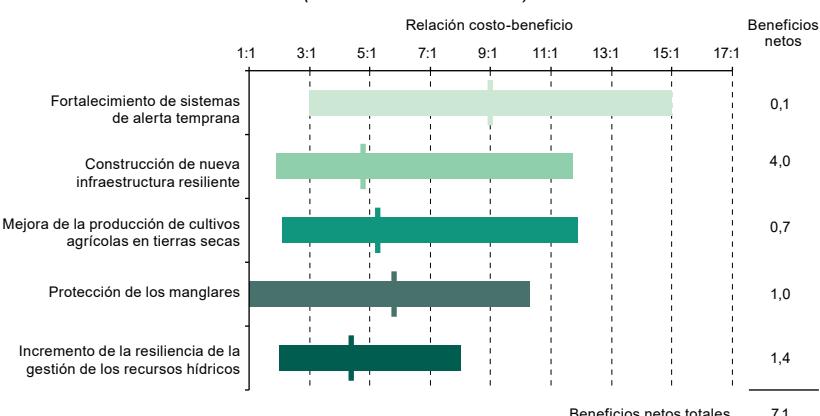
En América Latina y el Caribe han comenzado a aparecer formas de medir la adaptación que permiten distinguir tanto los riesgos adicionales a los retos normales del desarrollo como la capacidad local para enfrentarlos. Esto brinda la posibilidad de medir la adaptación y las brechas que hay en esta materia, establecer metas, costear las brechas, armonizar regionalmente las mediciones y dar a la adaptación la visibilidad e importancia que amerita. La CEPAL realizó un ejercicio aplicado a la agricultura, en el que se infirieron de forma probabilística las opciones de adaptación ante las modificaciones del clima (Galindo, Alatorre y Reyes, 2015a; CEPAL, 2016), priorizando, además, las soluciones basadas en los sistemas naturales.

Cuánto más débil es la mitigación global, más demandante es la adaptación local. Por lo tanto, es necesario preparar y ejecutar planes nacionales de adaptación (PNAD) a las nuevas condiciones climáticas, al tiempo que se mejoran las acciones de mitigación en el marco internacional. Chile y

el Uruguay, por ejemplo, destacan en la región por sus avances en materia de políticas de adaptación. Chile cuenta con un plan nacional de adaptación y con siete planes sectoriales asociados a los sectores de biodiversidad, pesca y acuicultura, salud, infraestructura, ciudades, energía y silvoagropecuario. El Uruguay también tiene planes nacionales de adaptación para las ciudades y para la zona costera, y al menos cinco países de la región cuentan con sistemas de pago por servicios ecosistémicos; entre ellos, Costa Rica, cuyo Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) fue pionero en este ámbito.

La buena noticia es que la adaptación ofrece en sí misma una oportunidad no solo para disminuir los efectos negativos futuros del cambio climático, sino también para reducir las brechas de desarrollo y dinamizar nuestras economías. En efecto, el informe más reciente de la Comisión Global de Adaptación (2019), liderada por Ban Ki-moon, señala que la tasa total de retorno de las inversiones en adaptación es muy elevada, con una relación costo-beneficio que varía de 2:1 a 10:1 (del doble a diez veces por unidad invertida) y, en algunos casos, es incluso mayor (véase el gráfico 5).

**Gráfico 5**  
**Beneficios y costos de inversiones en adaptación ilustrativas**  
*(En billones de dólares)*



**Fuente:** Comisión Global de Adaptación, *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*, Amsterdam, 2019.

**Nota:** Mediante este gráfico, se intenta ilustrar el argumento económico general a favor de la inversión en una variedad de enfoques de adaptación. Los beneficios netos muestran los beneficios netos globales aproximados que podrían obtenerse hacia 2030 a partir de una inversión ilustrativa de 1,8 billones de dólares en cinco áreas (el total no coincide con la suma de las filas debido al redondeo). Los rendimientos reales dependen de diversos factores, como el crecimiento económico y la demanda, el contexto de políticas, las capacidades institucionales y el estado de los activos. Además, estas inversiones no abordan todas las posibles necesidades de los sectores (por ejemplo, en el sector de la agricultura, la adaptación consistiría en mucho más que la producción de cultivos en tierras secas) ni los incluyen a todos (no figuran los sectores de la salud, la educación y la industria). Las limitaciones de datos y metodológicas no permiten una comparabilidad plena entre sectores o países.

De acuerdo con el informe de la Comisión Global de Adaptación (2019), invertir 1,8 billones de dólares a nivel mundial, de 2020 a 2030, en cinco áreas que cuentan con un gran potencial para obtener elevados retornos de las inversiones en adaptación (sistemas de alerta temprana, infraestructura resiliente al clima, producción mejorada de cultivos agrícolas en tierras secas, protección global de los manglares e inversiones para hacer que los recursos hídricos sean más resilientes) podría generar 7,1 billones de dólares en beneficios netos totales.

Las inversiones en adaptación tienen un triple dividendo. El primer dividendo son las pérdidas evitadas, es decir, la capacidad de la inversión para reducir pérdidas futuras; el segundo son los beneficios económicos de reducir el riesgo —aumentar la productividad e impulsar la innovación a través de la adaptación—, y el tercero son los beneficios sociales y ambientales. Por lo tanto, las inversiones que ayudan a la adaptación pueden tener efectos positivos sobre el desarrollo, así como las inversiones que tienen efectos sobre la mitigación. Toda inversión que apunte a la restauración del patrimonio natural y de los servicios ecosistémicos reportará beneficios en ambos frentes, adaptación y mitigación. Asimismo, las inversiones dirigidas al bienestar social y a la provisión de servicios públicos de calidad generan empleos y tienen efectos positivos en materia de mitigación.

En el caso de América Latina y el Caribe, los beneficios sociales de las inversiones y políticas para la restauración de ecosistemas y el mejoramiento de la movilidad urbana, el ordenamiento del territorio y la planificación urbana son cuantiosos. Todas ellas generan mejores condiciones de vida para la población. Las políticas e inversiones para mejorar la movilidad urbana no solo contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también —y sobre todo— reducen los efectos negativos sobre la salud de los más vulnerables que ocasiona la contaminación del aire, generan empleo, reducen los tiempos de viaje y los accidentes, y son inclusivos desde el punto de vista del género y de las personas mayores. Otro ejemplo es la inversión en el adecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos en las ciudades, que presenta ventajas no solo en materia de reducción de las emisiones de metano, sino también en los ámbitos de la inclusión social y la prevención de enfermedades, y aumentan el potencial de generación de empleo, gracias al aprovechamiento de los materiales.

En este libro se presentan los resultados de más de un decenio de trabajo realizado en la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) con relación a la economía del cambio climático. Se analiza la evidencia mundial y el impacto del cambio climático en la región, examinando sectores como la agricultura, la salud, el transporte y la energía. Se estudian los nexos entre el cambio climático, el nivel del mar, la biodiversidad y el reto hídrico. En particular, se abordan los efectos en las dos subregiones más vulnerables,

Centroamérica y el Caribe, y se hace un recuento de los acuerdos logrados en la región para enfrentar el problema del calentamiento global.

En el libro se adopta un enfoque estructuralista en que el concepto ordenador es el de cambio estructural progresivo, definido como un proceso de transformación hacia actividades y procesos productivos que tengan tres características: ser intensivos en aprendizaje e innovación (eficiencia schumpeteriana); estar asociados a mercados en rápida expansión que permitan aumentar la producción y el empleo (eficiencia keynesiana), y favorecer la sostenibilidad ambiental y el desacople entre el crecimiento económico y las emisiones de carbono (eficiencia ambiental).

Se trata de promover un crecimiento que permita crear empleo y resolver los problemas ambientales. Esto requiere de instituciones y políticas que favorezcan las orientaciones fiscales expansivas y las inversiones en tecnologías, bienes, servicios e infraestructura con bajas emisiones de carbono; en particular, supone aplicar tecnología para preservar el medio ambiente y pasar de las energías basadas en combustibles fósiles a las energías renovables. Esto a su vez requiere de políticas económicas que transformen las estructuras de precios relativos, las regulaciones y los estándares. Como contexto, se presentan los avances en materia de las CDN, los flujos de financiamiento climático y las innovaciones de política pública encaminadas a avanzar hacia un desarrollo con menos emisiones de carbono que se adapte mejor al calentamiento global. Responder al desafío del cambio climático en América Latina y el Caribe representa un esfuerzo financiero, económico, social, cultural, distributivo y de innovación, pero también brinda una oportunidad para que la región transite hacia un desarrollo más sostenible e inclusivo (CEPAL, 2016c).

El libro consta de cinco capítulos. En el primero se presenta la evidencia del cambio climático que está ocurriendo en el mundo, y se incluyen análisis y proyecciones a escala mundial. En el segundo se caracteriza el fenómeno en América Latina y el Caribe, y se lo vincula con el estilo de desarrollo que se ha seguido en la región en el largo plazo. El tercer capítulo se enfoca en dos subregiones en que los efectos del cambio climático son particularmente graves a nivel social y económico: Centroamérica y el Caribe. En el cuarto capítulo se señalan las principales medidas de adaptación en la región, incluida la migración debida al clima. Finalmente, en el capítulo cinco se plantean estrategias y líneas de política para avanzar de manera sinérgica en los sectores y políticas que permitirán enfrentar la emergencia ambiental, así como sus contribuciones al desarrollo. Como parte de las políticas públicas se subraya la importancia del acceso a la información, la participación y la justicia ambiental, y la relevancia del Acuerdo de Escazú en lo que respecta a las discusiones sobre cambio climático.



## Capítulo I

# El cambio climático a nivel mundial

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero derivado de las decisiones globales de producción y consumo tienen ya un efecto visible sobre el clima. En la actualidad, se registran incrementos del nivel de temperatura, que, a su vez, han generado otros cambios en el sistema climático<sup>1</sup>. Si no se previenen, los cambios proyectados tendrán importantes efectos negativos sobre el bienestar humano. En este capítulo, se presentan datos empíricos sobre el cambio climático a nivel mundial y proyecciones para distintos escenarios. Se discute el papel del actual sistema económico como principal factor determinante de la quema de combustibles fósiles, de sus emisiones y del cambio climático.

### A. Manifestaciones del cambio climático

Las pruebas científicas son inequívocas respecto al hecho de que el cambio climático en curso es antropógeno<sup>2</sup>. En solo 200 años, las actividades humanas han provocado cambios en el clima que, de forma natural, habrían tomado millones de años. La causa son las emisiones de gases de efecto invernadero, que se derivan principalmente de acciones como la quema de combustibles fósiles, la fabricación de cemento y el cambio de uso del suelo.

<sup>1</sup> Se trata de un sistema de elevada complejidad que consta de cinco componentes principales —atmósfera, hidrosfera, criósfera, litósfera y biósfera— y de las interacciones entre ellos. El sistema climático evoluciona con el tiempo, por la influencia de su propia dinámica interna y también de factores externos, como las erupciones volcánicas o las variaciones solares, y antropógenos, como el cambio de composición de la atmósfera o el cambio de uso del suelo.

<sup>2</sup> El cambio climático es un proceso planetario cíclico que ocurre de forma natural. El fenómeno actual es diferente, debido a su gran velocidad y a que su origen es humano, es decir, antropógeno.

Se ha producido ya un aumento de temperatura de alrededor de 1 °C con respecto al promedio de temperatura anterior a la revolución industrial iniciada en el siglo XVIII. De seguir incrementándose la temperatura a la velocidad de las últimas décadas, dentro de unos años, el sistema terrestre se encontrará en un estado sin precedente en la historia de la humanidad, pero con precedente en la historia geológica. Si las emisiones mundiales continúan creciendo a una velocidad tan elevada, la temperatura en 2030 podría parecerse a la experimentada hace alrededor de 3 millones de años, a mediados del Plioceno. Durante esta era geológica, en el hemisferio norte no había zonas de hielo permanente y el nivel del mar se situaba 25 metros por encima del nivel actual.

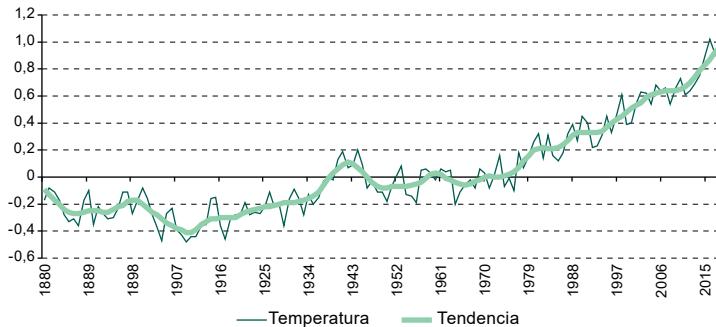
El aumento de la temperatura media mundial —que exhibe grandes variaciones locales (sobre todo hacia las latitudes altas)— se manifiesta en la modificación de los patrones de precipitación, el aumento del nivel del mar, la reducción de la criósfera y la intensificación de los fenómenos climáticos extremos (IPCC, 2013b; CEPAL, 2015a). El problema central es que la velocidad del calentamiento global y sus consecuencias rebasan la capacidad de los sistemas sociales y económicos para adaptarse a ese cambio, lo que da lugar a una distribución muy regresiva del impacto. No modificar los factores causales, sobre todo la quema de combustibles fósiles, agrava el problema y posterga la adopción significativa de patrones alternativos de inversión, producción y consumo.

Las modificaciones climáticas son evidentes (IPCC, 2013a). La temperatura media mundial aumentó 0,85 °C (entre 0,65 °C y 1,06 °C<sup>3</sup>) de 1880 a 2012, y hay indicios de que las últimas tres décadas han sido progresivamente más cálidas: es probable que el período transcurrido entre 1983 y 2019 haya sido el de mayor temperatura en los últimos 1.400 años. El incremento promedio de la temperatura se manifiesta en una reducción del número de días y noches fríos, y en un aumento del número de días y noches cálidos. Además, la masa de los mantos de hielo en Groenlandia y la Antártida ha decrecido, casi todos los glaciares han retrocedido y el hielo en el Ártico se ha reducido significativamente. El nivel medio del mar subió 0,19 metros (entre 0,17 y 0,21 metros) en el período 1901-2010 y, actualmente, sube aproximadamente 3 milímetros por año (CEPAL/Universidad de Cantabria, 2012d). Además, la intensidad de los incendios forestales aumenta (véase el gráfico I.1).

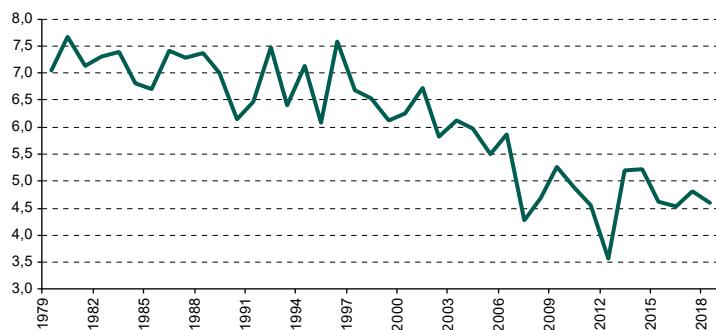
<sup>3</sup> Calculado a partir de una tendencia lineal.

**Gráfico I.1**  
**Manifestaciones del cambio climático, 1880-2019**

A. Anomalías de la temperatura combinada de la superficie terrestre y oceánica con respecto al período 1951-1980, 1880-2018<sup>a</sup>  
*(en grados centígrados)*



B. Reducción de la extensión de hielo marino en el Ártico, 1979-2018<sup>b</sup>  
*(en millones de kilómetros cuadrados)*

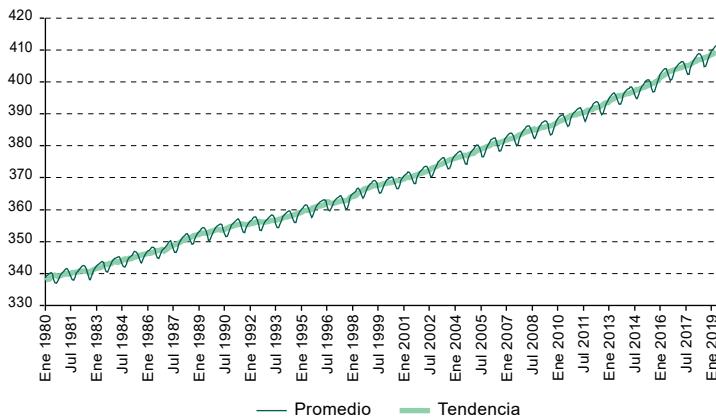


C. Subida del nivel medio del mar, 1993-2018<sup>c</sup>  
*(en milímetros)*



Gráfico I.1 (conclusión)

D. Aumento de la concentración mensual de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, 1980-2019<sup>d</sup>  
*(en partes por millón)*

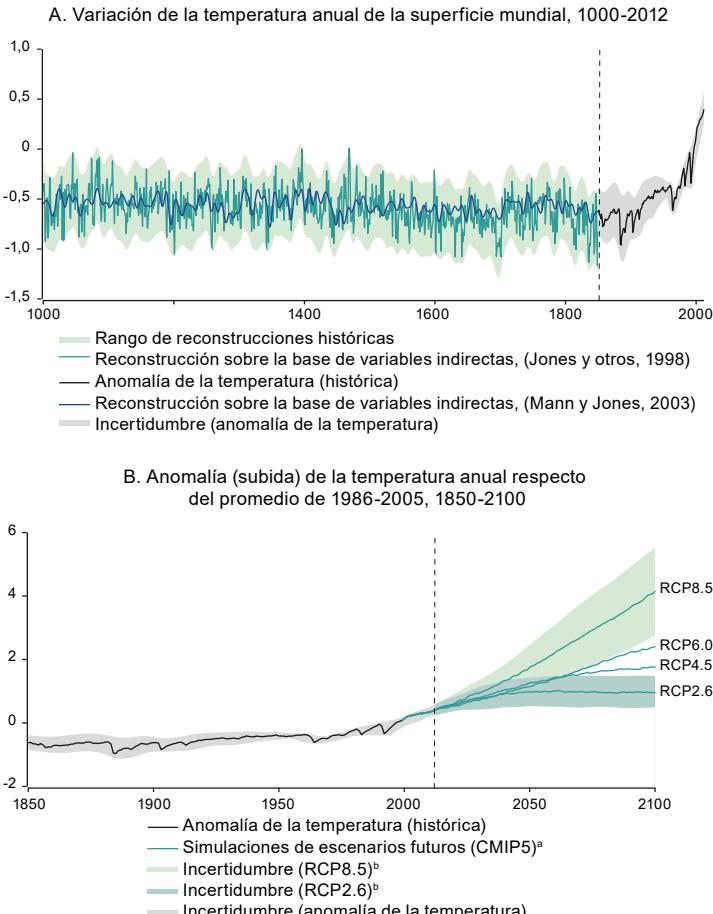


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos del Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS), el Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielos (NSIDC) y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).

- <sup>a</sup> Los datos de temperatura se refieren al promedio mundial de la temperatura en las superficies terrestre y oceánica combinadas, en promedios anuales desde 1880 a 2018. El aumento se calcula con respecto al período 1951-1980. Los datos provienen del Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS).
- <sup>b</sup> Los datos sobre el hielo marino del Ártico corresponden a septiembre de cada año y provienen del Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielos (NSIDC).
- <sup>c</sup> Los datos sobre el aumento del nivel del mar corresponden a la altimetría por satélite y se obtuvieron del Laboratorio de Altimetría Satelital de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). Se eliminaron las señales de estacionalidad; promedios móviles de seis meses.
- <sup>d</sup> Los datos sobre la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> corresponden a las mediciones mundiales y provienen de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).

Según las proyecciones climáticas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2013b), la temperatura aumentará en promedio entre 1 °C y 2 °C hacia mediados del siglo XXI en comparación con la temperatura promedio observada en el período 1986-2005 (véase el gráfico I.2). Además, hacia 2100 se espera que la temperatura aumente entre 1 °C y 3,7 °C, y es probable que el aumento máximo sea de hasta 4,8 °C (véase el cuadro I.1) (CEPAL, 2015a).

**Gráfico I.2**  
**Anomalía de la temperatura anual de la superficie mundial respecto**  
**del promedio de 1986-2005**  
*(En grados centígrados)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624), Santiago, 2015; P. Jones y otros, “High-resolution palaeoclimatic records for the last millennium: interpretation, integration and comparison with General Circulation Model control-run temperatures”, *The Holocene*, vol. 8, N° 4, Thousand Oaks, SAGE Publishing, 1998; M. Mann y P. Jones, “Global surface temperatures over the past two millennia”, *Geophysical Research Letters*, vol. 30, N° 15, Hoboken, Wiley, 2003; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 2013; R. Moss y otros, “The next generation of scenarios for climate change research and assessment”, *Nature*, N° 463, Berlín, Springer, 2010.

<sup>a</sup> Series temporales simuladas sobre la base de los modelos múltiples de la quinta fase del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5) correspondientes al período 1950-2100.

<sup>b</sup> RCP significa trayectorias de concentración representativas.

**Cuadro I.1**
**Proyección del aumento de la temperatura media del aire en la superficie y del nivel medio del mar en el mundo con relación a 1986-2005, 2046-2065 y 2081-2100**

Variable	Escenario	2046-2065		2081-2100	
		Media	Rango probable <sup>c</sup>	Media	Rango probable <sup>d</sup>
Temperatura media de la superficie <sup>a</sup> (en grados centígrados)	RCP2.6	1,0	0,4-1,6	1,0	0,3-1,7
	RCP4.5	1,4	0,9-2,0	1,8	1,1-2,6
	RCP6.0	1,3	0,8-1,8	2,2	1,4-3,1
	RCP8.5	2,0	1,4-2,6	3,7	2,6-4,8
Nivel medio del mar <sup>b</sup> (en metros)	RCP2.6	0,24	0,17-0,32	0,40	0,26-0,55
	RCP4.5	0,26	0,19-0,33	0,47	0,32-0,63
	RCP6.0	0,25	0,18-0,32	0,48	0,33-0,63
	RCP8.5	0,30	0,22-0,38	0,63	0,45-0,82

**Fuente:** Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), “Summary for policymakers”, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 2013; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624), Santiago, 2015.

- <sup>a</sup> En la quinta fase del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5) se presentan resultados conjuntos y se calculan las anomalías de temperatura con respecto al período 1986-2005. Mediante el empleo del modelo HadCRUT4 y teniendo en cuenta su incertidumbre (intervalo de confianza de entre el 5% y el 95%), el calentamiento medio observado en el período 1986-2005 fue de 0,61 °C (de 0,55 °C a 0,67 °C) con relación al período 1850-1900.
- <sup>b</sup> Sobre la base de 21 modelos de la CMIP5. Las anomalías de temperatura se calculan con respecto al período 1986-2005. En los casos en que no se dispone de los resultados de la CMIP5 en relación con un determinado modelo de circulación general atmósfera-oceáno (MCGAO) y un escenario, los resultados se estiman según se explica en el cuadro 13.5 del capítulo 13 de IPCC, 2013b. Las contribuciones derivadas de un cambio rápido del manto de hielo y del almacenamiento antropogénico de agua terrestre se tratan como si se comportaran conforme a una distribución de probabilidades uniforme y, en gran medida, con independencia del escenario. Ese tratamiento no implica que las contribuciones correspondientes no permitan realizar una evaluación cuantitativa de la dependencia respecto de los distintos escenarios. Sobre la base del conocimiento actual, solo si ocurriera un colapso del manto de hielo de la Antártida, el nivel medio mundial del mar podría aumentar considerablemente por encima del rango probable durante el siglo XXI. Hay un nivel de confianza medio en cuanto a que esa aportación adicional no representaría una elevación del nivel del mar superior a algunos decímetros durante el siglo XXI.
- <sup>c</sup> Los cálculos se llevan a cabo a partir de proyecciones que están basadas en modelos cuyos rangos de resultados se encuentran entre el 5% y el 95% de la distribución de resultados. Posteriormente se realiza la evaluación y se obtiene el rango probable tras tener en cuenta otras incertidumbres o distintos niveles de confianza de los modelos. En lo que respecta a las proyecciones del cambio de la temperatura media mundial en superficie en 2046-2065, el nivel de confianza es medio, porque la importancia relativa de la variabilidad interna natural y la incertidumbre en el forzamiento debido a gases que no tienen efecto invernadero y la respuesta son mayores que en el período 2081-2100. En los rangos probables correspondientes a 2046-2065 no se tiene en cuenta la posible influencia de los factores que conducen al rango resultante de cambio de la temperatura media mundial en superficie a corto plazo (2016-2035), que es inferior al de los modelos del 5% al 95%. Esto se debe a que la influencia de esos factores en las proyecciones a un plazo mayor no se ha cuantificado porque no se dispone de conocimientos científicos suficientes.
- <sup>d</sup> Los cálculos se llevan a cabo a partir de proyecciones que están basadas en modelos cuyos rangos de resultados se encuentran entre el 5% y el 95% de la distribución de resultados. Posteriormente se realiza la evaluación y se obtiene el rango probable tras tener en cuenta otras incertidumbres o distintos niveles de confianza de los modelos. En lo que respecta a las proyecciones de la elevación media mundial del nivel del mar, el nivel de confianza es medio en ambos horizontes temporales.

Asimismo, en los escenarios proyectados, salvo en el que se suponen medidas agresivas de mitigación (RCP2.6), se espera un aumento promedio de la temperatura respecto de la era preindustrial (1750) superior a 1,5 °C, muy probablemente a 2 °C, hacia finales de siglo<sup>4</sup>. La trayectoria actual de las emisiones sigue de cerca el escenario RCP8.5, que se asocia con un aumento mayor o igual que 4 °C (Banco Mundial, 2013). Por consiguiente, si esta trayectoria continúa, parece inevitable que la temperatura aumente 2 °C hacia mediados del siglo XXI (Vergara y otros, 2013), lo que hará difícil lograr el objetivo de cumplir con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París.

Estas proyecciones indican que hay una probabilidad elevada de que aumente la frecuencia de las temperaturas altas extremas y disminuya la de los fríos extremos (CEPAL, 2015a) (IPCC, 2013a). Hacia finales de siglo, a esto se sumará la modificación de la intensidad y la frecuencia de los fenómenos de precipitación extrema (IPCC, 2013a). Además, es probable que la intensidad mundial de los ciclones tropicales aumente, aunque persiste la incertidumbre sobre cómo evolucionará su frecuencia. La cubierta de hielo del Ártico y la extensión de los glaciares continuarán disminuyendo (IPCC, 2013a), y el nivel del mar seguirá aumentando, incluso a un ritmo mayor que en 1971-2010 (IPCC, 2013a), de modo que se espera un aumento de entre 24 cm y 30 cm, y de entre 40 cm y 63 cm, hacia mediados y finales del siglo XXI, respectivamente.

Los cambios también son evidentes en América Latina y el Caribe. Se observa que el promedio de temperatura del período 2000-2016 es 0,7 °C superior al promedio del período 1901-1990<sup>5</sup> y que los fenómenos climáticos extremos, como las sequías y las inundaciones, son más frecuentes (IPCC, 2012; Magrin y otros, 2007 y 2014; Wang y otros, 2014).

<sup>4</sup> En el Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se utilizaron los siguientes escenarios: uno donde los procesos de mitigación conducen a un nivel de forzamiento radiativo muy bajo (RCP2.6); dos escenarios de estabilización (RCP4.5 y RCP6.0), y un escenario con niveles muy altos de gases de efecto invernadero (RCP8.5). En el RCP2.6 se muestra una senda de emisiones que conduce a niveles muy bajos de concentraciones de gases de efecto invernadero, donde las emisiones alcanzan un máximo y luego declinan paulatinamente hasta que se logra una reducción substancial. En los escenarios RCP4.5 y RCP6.0 se muestra una estabilización del forzamiento radiativo posterior a 2100, mientras que el escenario RCP8.5 se caracteriza por el aumento progresivo de las emisiones de gases de efecto invernadero, que alcanzan una elevada concentración. El forzamiento radiativo es el efecto de la retención del calor de cada sustancia en la atmósfera y, por lo tanto, de la respectiva combinación de gases en la atmósfera. El IPCC usa el término forzamiento radiativo para denotar una perturbación impuesta exógenamente en el presupuesto (la disponibilidad total) de energía radiante en el sistema climático de la Tierra. En los escenarios, que se denominan trayectorias de concentración representativa (RCP), se calcula de manera aproximada el forzamiento radiativo total en 2100 con relación a 1750: 2,6 W/m<sup>2</sup> en el caso del escenario RCP2.6; 4,5 W/m<sup>2</sup> en el RCP4.5; 6,0 W/m<sup>2</sup> en el RCP6.0, y 8,5 W/m<sup>2</sup> en el RCP8.5.

<sup>5</sup> Estimación propia, sobre la base de datos del Portal de Conocimientos sobre el Cambio Climático del Banco Mundial.

Según las proyecciones climáticas correspondientes al escenario más optimista en materia de emisiones (RCP2.6), en todas las subregiones de América Latina y el Caribe la temperatura exhibirá un aumento medio de alrededor de 1 °C hacia 2100 con respecto al período 1986-2005. Las proyecciones climáticas sugieren, con un nivel de confianza medio, que la temperatura aumentará entre 1,6 °C y 4 °C en Centroamérica y América del Sur. Asimismo, se proyecta que el nivel de precipitación en Centroamérica se modificará entre el -22% y el 7% hacia fines del siglo XXI. En América del Sur, por su parte, las proyecciones son heterogéneas y su nivel de confianza es bajo. Se señala, por ejemplo, que la lluvia se reducirá el 22% en el noreste del Brasil y aumentará el 25% en la zona sudeste de América del Sur.

Además, en América Latina y el Caribe ocurren fenómenos climáticos como la zona de convergencia intertropical, el sistema monzónico de América del Norte y del Sur, El Niño-Oscilación del Sur, las oscilaciones del océano Atlántico y los ciclones tropicales (IPCC, 2013a, 2013b). En ese contexto, las precipitaciones anuales han aumentado en el sudeste de América del Sur<sup>6</sup>, partes del Estado Plurinacional de Bolivia y el noreste del Perú y el Ecuador, y han disminuido en el centro-sur de Chile, el noreste del Brasil, el sur del Perú y parte de Centroamérica y México (IPCC, 2012, 2013a, Magrin y otros, 2007, 2014). Asimismo, durante la segunda mitad del siglo XX hubo un importante retroceso de los glaciares (IPCC, 2012, 2013a, Magrin y otros, 2007, 2014). Para obtener información más detallada, véase el anexo A1, donde se informa cuáles son las proyecciones anuales de temperatura y precipitación en la región de América Latina y el Caribe dividida en las siguientes subregiones: Centroamérica y México, El Caribe, la Amazonía, el noreste del Brasil, la costa oeste de América del Sur y el sudeste de esta última subregión.

## B. Las emisiones de gases de efecto invernadero

Como ya se señaló, las actividades antropógenas son la causa fundamental del calentamiento global<sup>7</sup>. Las concentraciones de CO<sub>2</sub> aumentaron de 280 partes por millón (ppm) en la era preindustrial (1750) a alrededor de 407 ppm en 2018 (Tans y Keeling, 2014; IPCC, 2013a; NOAA, 2016). En 2016, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero fueron de 50 Gt de CO<sub>2</sub> eq<sup>8</sup>; América Latina y el Caribe emitió 4,2 Gt de CO<sub>2</sub> eq el mismo

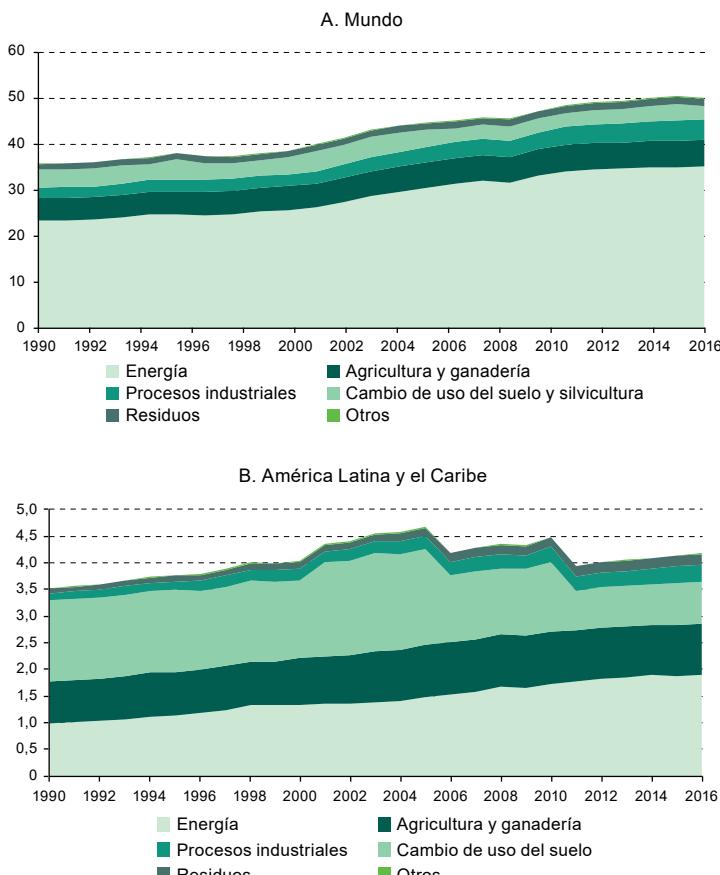
<sup>6</sup> El sudeste de América del Sur abarca el sudeste del Brasil y la zona centro-este de la Argentina, así como el Uruguay y el Paraguay.

<sup>7</sup> El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) documenta la evolución del calentamiento global desde la década de 1980 y es en el Quinto Informe de Evaluación cuando finalmente lo atribuye de manera inequívoca a la quema de combustibles fósiles y al cambio en el uso del suelo. Para conocer los niveles de confianza específicos, véanse IPCC (2013a y 2013b).

<sup>8</sup> Para obtener más información sobre las emisiones generadas por el cambio de uso del suelo, véanse Gütschow, J. y otros (2016) y FAO (2019).

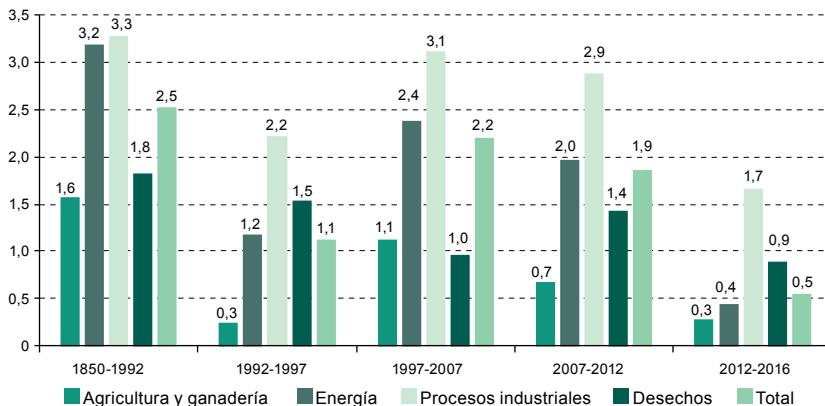
año, lo que significa que su participación en el total de las emisiones fue del 8,3% (véase el gráfico I.3). Las emisiones de la región aumentaron de forma considerable desde mediados del siglo XIX hasta 1992, año en que se aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). A partir de esa fecha, la tasa de crecimiento de las emisiones se ha desacelerado y, hasta el momento, en el período posterior a Kioto (a partir de 2012) se ha observado la menor tasa de crecimiento de las emisiones (véase el gráfico I.4).

**Gráfico I.3**  
**América Latina y el Caribe y el mundo: emisiones de gases de efecto invernadero, 1990-2016**  
*(En gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAP-hist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, N° 2, Göttingen, Copernicus Publications, 2016 y FAOSTAT.

**Gráfico I.4**  
**Crecimiento de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, 1850-2016**  
*(En porcentajes)*

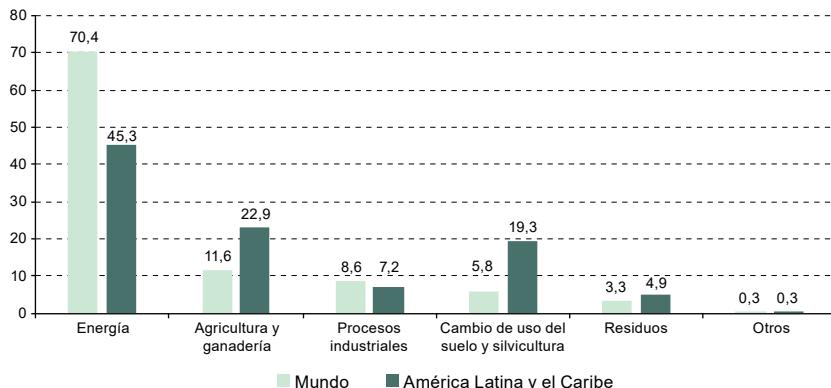


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Güttschow y otros, "The PRIMAP-hist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, N° 2, Göttingen, Copernicus Publications, 2016 y FAOSTAT.

En este contexto, en las emisiones de América Latina y el Caribe destacan cuatro características que se deben considerar (CEPAL, 2014a):

- a) La condición asimétrica fundamental. Como se verá en detalle en el capítulo siguiente, pese a que las emisiones totales de América Latina y el Caribe representan el 8,3% de las emisiones mundiales, es decir, un porcentaje similar al de su participación en la población y el producto interno bruto (PIB) del mundo, la región es particularmente vulnerable al impacto del cambio climático.
- b) La estructura de las emisiones. La estructura de las emisiones de la región es diferente de la que presentan las emisiones mundiales. El 70% de las emisiones del mundo provienen del sector energético, mientras que, en la región, la participación de dicho sector es del 45% y la de la agricultura y la ganadería, del 23% (véase el gráfico I.5). El hecho de que el 19% de las emisiones de América Latina y el Caribe se origine en el cambio de uso del suelo indica que en ella existe un importante espacio para mitigar en materia de deforestación.

**Gráfico I.5**  
**América Latina y el Caribe y el mundo: participación de los sectores en la emisión de gases de efecto invernadero, 2016**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAP-hist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, N° 2, Göttingen, Copernicus Publications, 2016 y FAOSTAT.

- c) La dinámica de las emisiones. En América Latina y el Caribe, las emisiones provenientes de todos los sectores continúan en aumento y, al igual que en el resto del mundo, el mayor incremento se ha observado en el sector de la energía (véase el gráfico I.6). Por ello, la importancia del componente de la energía es cada vez mayor en las emisiones de la región y, dentro de ese componente, el transporte es uno de los rubros que más ha crecido. Por otra parte, las distintas tasas de variación de las emisiones han conllevado un cambio relativo importante en el posicionamiento de los emisores, entre los que se destaca el peso de Asia; en particular, el de China.

**Gráfico I.6**  
**América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero, 1990, 2000 y 2016**

A. América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero por sector, 1990, 2000 y 2016  
*(en gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)*

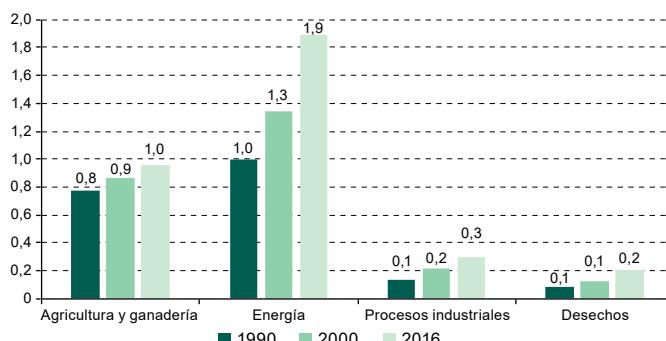
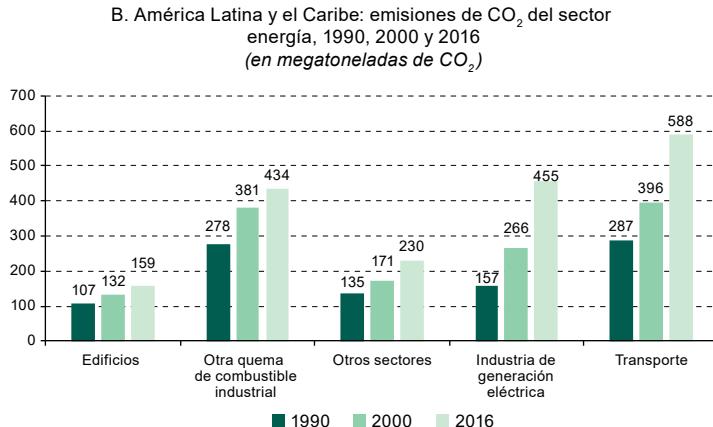


Gráfico I.6 (conclusión)

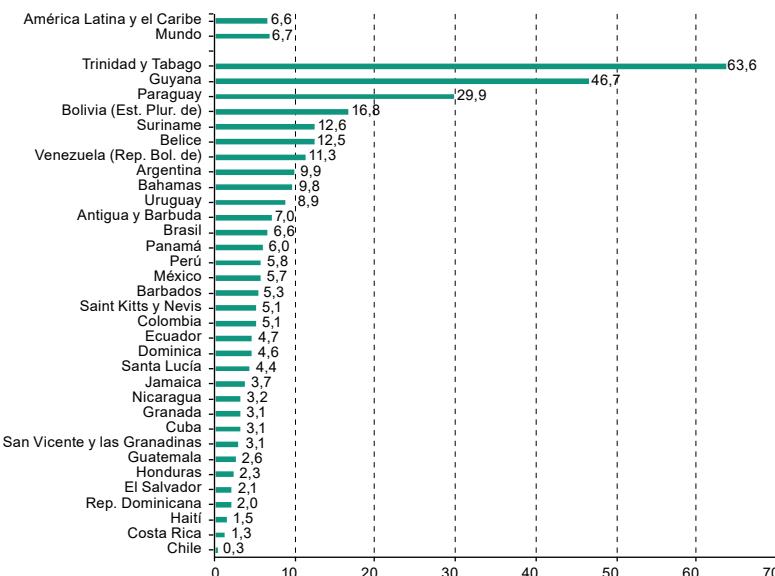


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAP-hist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, N° 2, Göttingen, Copernicus Publications, 2016; M. Muntean y otros, *Fossil CO<sub>2</sub> Emissions of All World Countries: 2018 Report*, Luxemburgo, Comisión Europea, 2018.

- d) Las emisiones per cápita. En 2016, las emisiones de América Latina y el Caribe fueron de alrededor de 4,2 Gt de CO<sub>2</sub> eq, que corresponden a aproximadamente 6,6 toneladas per cápita; esta cifra se ubica a la par de la media mundial, que es de 6,7 toneladas per cápita (véase el gráfico I.7). Las emisiones debidas al cambio de uso del suelo incrementan de forma significativa el nivel de emisiones y mantienen una media per cápita igual a la mundial, a pesar de que se cuenta con una matriz energética relativamente más limpia en la que hay un uso limitado del carbón y un amplio uso de la energía hidroeléctrica.

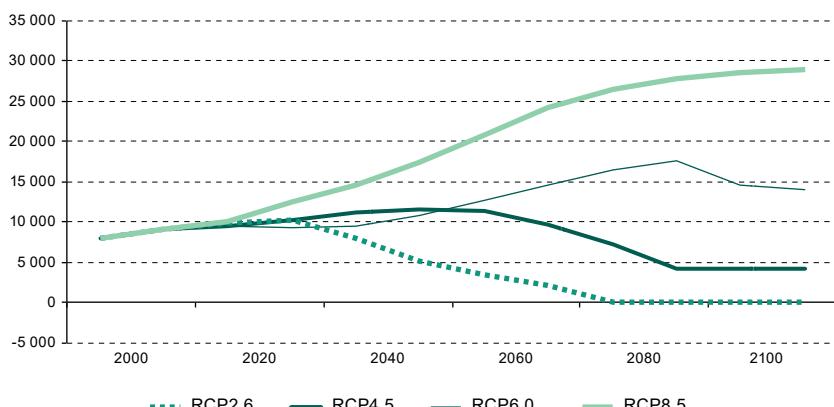
Desde el punto de vista dinámico, existen diversos escenarios de emisiones o concentraciones de gases de efecto invernadero que permiten construir proyecciones sobre el cambio climático (CEPAL, 2015a). Como se mencionó anteriormente, en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2013a) se consideran los siguientes escenarios: uno donde los procesos de mitigación conducen a un nivel de forzamiento radiativo muy bajo (el RCP2.6); dos escenarios de estabilización (RCP4.5 y RCP6.0), y un escenario con niveles muy altos de gases de efecto invernadero (RCP8.5) (véase el gráfico I.8).

**Gráfico I.7**  
**América Latina y el Caribe: emisiones de gases de efecto invernadero per cápita, 2016**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Güttschow y otros, "The PRIMAP-hist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, N° 2, Göttingen, Copernicus Publications, 2016; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Base de Datos Estadísticos Sustantivos de la Organización (FAOSTAT) [en línea] <http://www.fao.org/faostat/en/>.

**Gráfico I.8**  
**Emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, 2000-2100**  
*(En gigatoneladas de CO<sub>2</sub> al año)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de C. Le Quéré y otros, "Global carbon budget 2014", *Earth System Science Data*, vol. 7, Göttingen, Copernicus Publications, 2015; P. Kolp y K. Riahi, RCP Database, 2009 [en linea] <http://www.iiasa.ac.at/webapps/tnt/RcpDb>.

**Nota:** RCP significa trayectorias de concentración representativas.

Cada trayectoria que el IPCC analiza implica una relación entre la concentración de gases de efecto invernadero (el acervo depositado en la atmósfera), que se expresa en partes por millón, y la probabilidad de que aumente la temperatura y ocurran otras modificaciones climáticas (véase el cuadro I.2). El escenario más optimista, el RCP2.6, implica una concentración de gases de efecto invernadero, o CO<sub>2</sub> equivalente, de 475 partes por millón. Dicha concentración llevaría a un incremento de la temperatura superior a 1 °C en el 94% de los modelos climáticos, a 1,5 °C en el 56% y a 2 °C en el 22%. Con una acumulación térmica cercana a 1 °C estimada en 2015 con relación a 1961-1990, se espera que las emisiones que se generen en los próximos años continúen transformando el sistema climático.

**Cuadro I.2**  
**Escenarios de calentamiento global: proporción de modelos climáticos**  
**cuyas proyecciones superan el aumento de la temperatura media anual**  
**en el período 2081-2100 con respecto a 1850-1900<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*

Escenario	Concentración combinada de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O en 2100 (en partes por millón de CO <sub>2</sub> equivalente)	ΔT>+1,0 °C	ΔT>+1,5 °C	ΔT>+2,0 °C	ΔT>+3,0 °C	ΔT>+4,0 °C
RCP2.6 <sup>b</sup>	475	94	56	22	0	0
RCP4.5	630	100	100	79	12	0
RCP6.0	800	100	100	100	36	0
RCP8.5	1 313	100	100	100	100	62

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 2013.

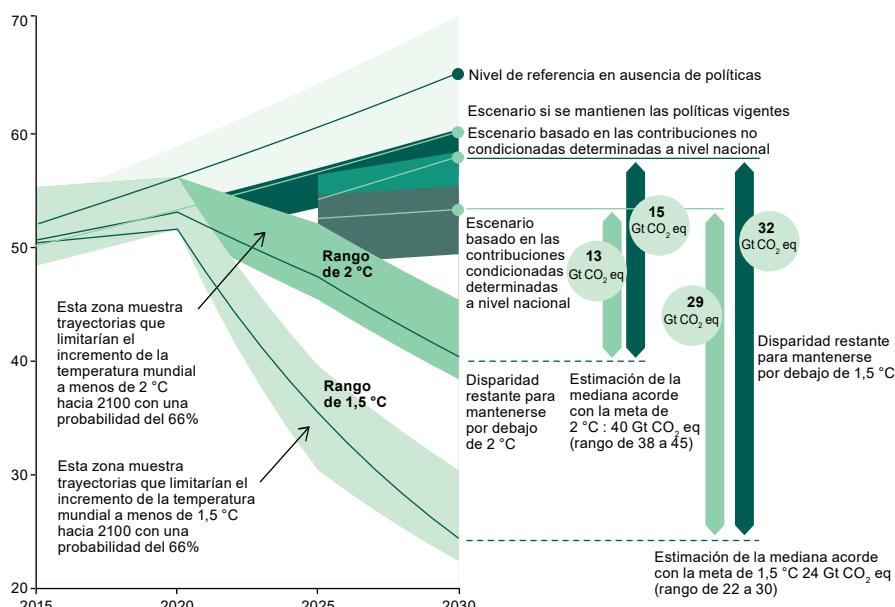
<sup>a</sup> Las proyecciones se refieren a los modelos globales de la quinta fase del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5).

<sup>b</sup> RCP significa trayectorias de concentración representativas.

Como ya se señaló, en el extremo de los escenarios de forzamiento radiativo del IPCC (2013b) se considera un aumento de entre 1,7 °C y 4,8 °C de la temperatura hacia finales del siglo, si la trayectoria inercial continúa. Asimismo, se esperan otras transformaciones climáticas, como un aumento promedio del nivel medio del mar de entre 40 cm y 63 cm. De igual manera, las proyecciones indican que, hacia el final del siglo XXI, los glaciares del mundo se reducirán entre el 15% y el 55% en el escenario RCP2.6, y entre el 35% y el 85% en el escenario RCP8.5, y que, muy probablemente, se intensificarán los patrones de precipitación (IPCC, 2013a).

Como se señaló anteriormente, los escenarios climáticos y de emisiones de gases de efecto invernadero muestran, con cierto grado de incertidumbre, que estabilizar el clima en un aumento de temperatura no superior a los 2 °C implicaría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de las 50 Gt de CO<sub>2</sub> eq que se emitieron en 2016 a 24 Gt de CO<sub>2</sub> eq en 2030 (véase el gráfico I.9). Ello significaría disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente per cápita de casi siete toneladas, que es lo que se emite en la actualidad, a aproximadamente tres toneladas en 2030, dados los aproximadamente 7.000 millones de habitantes que el planeta tiene en el presente y los 8.500 millones que se proyecta habrá en 2030. Por consiguiente, el reto es pasar de aproximadamente siete toneladas a tres toneladas per cápita en una década y, al mismo tiempo, mantener o aumentar el ritmo de crecimiento económico. Esto implicaría que la infraestructura que se está construyendo en la actualidad y que estará en uso en 2030 debe ser compatible con economías que generen emisiones bajas de CO<sub>2</sub>.

**Gráfico I.9**  
**Emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en diferentes escenarios**  
**y brecha de emisiones en 2030**  
*(En gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)*



**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *Emissions Gap Report 2018*, Nairobi, 2018.

El acuerdo alcanzado en la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 2015 fue un avance significativo, pero insuficiente, para atender el desafío del cambio climático. Los países de América Latina y el Caribe presentaron sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) en la Conferencia de las Partes de París y, durante 2016, ratificaron sus compromisos (véase el cuadro I.3). En las CDN se incluyen metas de mitigación y adaptación en un conjunto amplio de sectores y actividades económicas y, en algunos casos, se propone realizar acciones tempranas, antes de 2020. Se incluyen, además, metas por sectores y, en algunos países, incluso se especifican posibles instrumentos de política pública y ciertos mecanismos de mercado que se podrían utilizar. Además, en muchos casos, se distingue entre metas no condicionadas (objetivos que se deben alcanzar con recursos propios o nacionales) y metas condicionadas (que se han de alcanzar si se dispone de recursos adicionales)<sup>9</sup>. Las metas para estabilizar la temperatura en un aumento no superior a 2 °C implican un proceso de reducción significativo de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero entre 2020 y 2030 y el esfuerzo comprometido en las CDN es insuficiente para estabilizar las condiciones climáticas (PNUMA, 2018). Por ello, es necesario que, en próximas rondas o revisiones de estas, se eleven las metas establecidas (Black-Arbeláez, 2018).

En el recuadro I.1 se muestran los principales resultados del 25º período de sesiones de la Conferencia de las Partes (COP 25), celebrado en Madrid.

#### **Recuadro I.1** **Estado de las negociaciones internacionales en el marco** **del Acuerdo de París y avances relacionados**

En el 25º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 25), celebrado en Madrid en 2019, los principales puntos tratados fueron los siguientes:

- Una mayor ambición al revisar las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN);
- La incorporación de los océanos y de sectores como la movilidad eléctrica o la economía circular a las negociaciones;
- El acuerdo sobre mercados de carbono y sus reglas de contabilidad (artículo 6 del Acuerdo de París);
- La revisión del Mecanismo Internacional de Varsovia para las Pérdidas y los Daños relacionados con las Repercusiones del Cambio Climático;
- El plan de acción sobre el género;
- Medidas de respuesta

<sup>9</sup> Las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) representan los compromisos e iniciativas que cada uno de los países adoptó ante la comunidad internacional en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Dichos compromisos e iniciativas tienen por objeto reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mantener el incremento de la temperatura promedio mundial por debajo de los 2 °C o incluso de 1,5 °C respecto a la época preindustrial, teniendo en consideración las circunstancias nacionales, las estrategias de implementación, los mecanismos de monitoreo y la disponibilidad de información (CMNUCC, 2016).

---

**Recuadro I.1 (continuación)**

- Arreglos para el fortalecimiento de capacidades
- El marco de transparencia reforzado para las medidas y el apoyo establecido en la COP 21 y sus formatos de reporte

A continuación se recogen los principales avances:

**Ambición:** Un número creciente de países con pocas emisiones apoyan alcanzar la neutralidad en emisiones de carbono en 2050, bajo la Alianza de Ambición Climática. Por otro lado, los países mostraron también su ambición en cuanto a sus CDN actualizadas para 2020. Diez países de América Latina y el Caribe (Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, Paraguay y Perú) asumieron el compromiso de obtener el 70% de la generación eléctrica a partir de fuentes renovables en 2030, una iniciativa presentada por Colombia. La Comisión Europea anunció el Pacto Verde Europeo, cuyo principal objetivo es lograr que la Unión Europea sea climáticamente neutra. En cuanto a los grandes emisores de carbono, no muestran un mayor nivel de ambición. A medida que aumenta la cultura climática también aumenta la desvinculación de la negociación con la demanda social. La urgencia social no se está reflejando en el grado de ambición y la dinámica de la discusión del Acuerdo de París. Las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) realizaron importantes progresos en los documentos técnicos que permitirán avanzar de cara al 26º período de sesiones de la Conferencia (COP 26), que tendrá lugar en Glasgow (Reino Unido) en 2020. El régimen de consenso hace que los temas de negociación dependan de agendas cambiantes y no se pueda avanzar en áreas que deberían ser de interés común. Ahora bien, se reconoce la importancia de la ciencia para la toma de decisiones clave en la innovación, transferencia tecnológica, construcción de capacidades y soluciones basadas en la naturaleza, así como para una acción climática más ambiciosa, rápida y efectiva.

**Temas sectoriales:** Los Estados de América Latina reconocen su rol estratégico en las soluciones basadas en la naturaleza, dado que albergan varios de los sistemas costeros, montañosos, forestales e hidrícos más importantes del mundo. Por iniciativa de Chile, en la COP 25 se trató el tema de los océanos y los usos del suelo. En la jornada dedicada a la agricultura y los bosques se lanzó la Plataforma de Acción Climática en Agricultura de Latinoamérica y el Caribe (PLACA), a la que se adhirieron nueve países de la región y cuya primera reunión tendrá lugar en marzo de 2020. En la jornada sobre el tema de la energía, los ministros de Chile y Colombia establecieron la meta regional para América Latina y el Caribe de alcanzar un 70% en el uso de energía procedente de fuentes renovables en 2030. Se dedicó también una jornada al transporte. Se avanzó en la transversalización de la acción climática en todos los sectores productivos para que entraran a formar parte de la solución. Una coalición de Ministros de Finanzas de 51 países que representan el 30% del PIB mundial lanzó un plan de acción para enfrentar el cambio climático. El reconocimiento de la vulnerabilidad de los países africanos generó tensión frente a la posibilidad de que causara un sesgo en el flujo de los recursos financieros, al relativizar la vulnerabilidad de otras regiones del mundo. Se presentó el proyecto de apoyo al fortalecimiento de las autoridades nacionales designadas para la Argentina, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, el Paraguay y el Uruguay del Fondo Verde del Clima, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que ayudará a identificar y abordar las principales barreras para la movilidad eléctrica, por medio de evaluaciones y creación de las capacidades necesarias, así como la provisión de alternativas de financiamiento para acelerar la adopción de la tecnología de movilidad eléctrica.

---

---

**Recuadro I.1 (continuación)**

**Financiamiento:** Apenas se cuenta con 10.000 millones de dólares de 100.000 para el Fondo Verde para el Clima. Además, parte de este Fondo se entrega en forma de crédito, y por tanto se reduce su condición de mecanismo de transferencia internacional. Se espera que para la COP 26 se cuente con más mandatos (como mecanismo para recaudar fondos), y que la discusión sobre el financiamiento de largo plazo incluya una nueva meta colectiva de movilización de financiamiento de más de 100.000 millones de dólares al año. Esto se hará en el marco de la Conferencia de las Partes, y ya no se considerará solo a los países desarrollados recogidos en el anexo I de la CMNUCC como donantes, sino que también se incluirá a los países de desarrollo medio. Se renovaron las aportaciones al Fondo de Adaptación, pero su fuente de financiamiento (la cuota sobre las transacciones del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) expiró. No se aceptó el financiamiento con base en los resultados de mitigación de transferencia internacional. Hay un déficit de mandatos asociados a la adaptación: en los períodos de sesiones anteriores de la Conferencia no hubo solicitudes. No existe un mecanismo para financiar pérdidas y daños, ni hay financiamiento para el plan de género. Además, la discusión económico-financiera real ocurre fuera de la Convención Marco sobre el Cambio Climático.

**Transparencia en la presentación de informes de avance:** No se ha progresado en este ámbito. Se volverá a intentar en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que tendrá lugar en Bonn en junio de 2020, con el objetivo de adoptar una decisión de cara a la COP 26. Los países de América Latina y el Caribe apoyan el uso de formularios comunes tabulares, siempre que se cuente con capacitación para su cumplimentación y para el proceso de auditoría, dado que son altamente técnicos.

**Pérdidas y daños:** Se renovó el Mecanismo Internacional de Varsovia, que apoya a los más vulnerables frente al cambio climático. En este ámbito se creó la Red de Santiago para Evitar, Reducir al Mínimo y Afrontar las Pérdidas y los Daños, diseñada para catalizar el apoyo técnico a la hora de enfrentar los efectos y desarrollar capacidades en los países más vulnerables. Quedaron pendientes la definición de la gobernanza del Mecanismo Internacional de Varsovia y su financiamiento.

**Actores no estatales:** Los gobiernos locales muestran una mayor ambición que los nacionales, pues obtienen importantes cobeneficios de la acción climática; sin embargo, no son parte de la CMNUCC, y su aporte queda subsumido en el esfuerzo nacional. Los países de la Asociación Independiente de América Latina y el Caribe (AILAC), junto con la Argentina y el Uruguay, han manifestado interés por abordar la acción climática desde el nivel local, implicando en mayor medida a las ciudades y al sector privado en sus metas climáticas. Se extendió cinco años más la Agenda Mundial de Acción para el Clima, orientada a la promoción e implementación de la acción climática por parte de actores no estatales como gobiernos locales y empresas. Se acordó la extensión del programa de capacitación y participación climática de la Alianza de Marrakech para la Acción Mundial sobre el Clima. Este supone una oportunidad para generar consensos sociales con respecto a la ambición interna e internacional. El financiamiento mínimo para la capacitación se situaría en el orden de los miles de dólares. Hay un déficit de mandatos relacionadas con este ámbito.

**Plan de acción sobre el género:** Se aprobó la versión mejorada del programa de trabajo de Lima sobre el género y su plan de acción sobre el género por 5 años, en la que participaron ampliamente México, Costa Rica y el Perú, y que se revisará en 2022. El plan presta especial atención a la

---

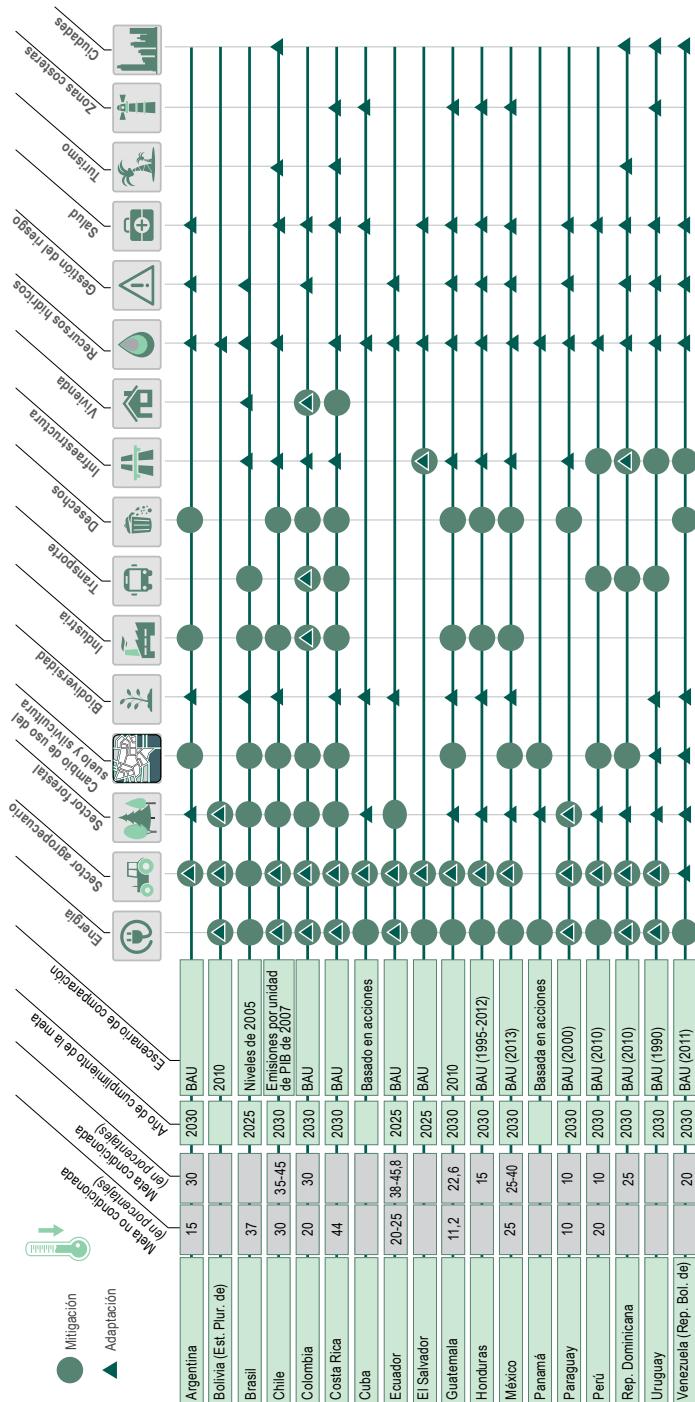
**Recuadro I.1 (conclusión)**

implementación y ampliación de soluciones justas desde el punto de vista climático a partir de una perspectiva de género. Permitirá fortalecer el rol y el empoderamiento de las mujeres en sus respectivas comunidades locales, dotándolas de herramientas para enfrentar de mejor forma el cambio climático. Es innovador al establecer un vínculo central entre la agenda de derechos humanos y los diferentes tipos de discriminación que sufren las mujeres en función de su condición. Se acordó, en este marco, organizar un taller técnico de género, crear una red formal de mujeres negociadoras en el proceso de la CMNUCC y celebrar un evento de alto nivel sobre justicia de género para el cambio climático y la diversidad biológica. No hay acuerdo de financiamiento para el plan de acción sobre el género, pero hay compromiso de lograrlo. Se exhortó a una mejor recolección de datos y un mejor uso de las herramientas de política (como la presupuestación con enfoque de género). El trabajo del plan de acción sobre el género se extenderá más allá del ámbito de las Naciones Unidas.

**Mercados (artículo 6 del Acuerdo de París):** Se lograron progresos en los documentos técnicos que permitirán avanzar de cara a la COP 26; no obstante, no hay acuerdo en materia de mercados, por lo que el financiamiento internacional privado no tiene certezas. Posiblemente, las soluciones *de facto* provengan de transacciones, aun en ausencia de un marco negociado. Los intereses son muy disímiles entre los países que tienen costos de mitigación relativamente menores y los de mayores costos, y eso dificulta los acuerdos por consenso. Por un lado, persiste en el mundo desarrollado la cultura de externalizar los esfuerzos en países en desarrollo, con argumentos de integridad ambiental, y por el otro lado, en los países en desarrollo se argumenta la necesidad de mantener la integridad de los certificados que reflejan los esfuerzos de mitigación pasados, así como sus relaciones contractuales. Se tensa, por tanto, la disputa entre la integridad económica de los esfuerzos pasados con la ambición climática, en un contexto en que las metas de mitigación son insuficientes de por sí e insignificantes de mantenerse la validez de los certificados emitidos durante la etapa del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Por tanto, la discusión oscila entre aumentar la ambición de las metas o invalidar los certificados de las reducciones pasadas, con su consiguiente costo económico. Costa Rica propuso los principios de San José para una alta ambición e integridad en los mercados internacionales de carbono, según los cuales se eliminarían las reducciones consideradas en el marco del Protocolo de Kyoto. Varios países latinos se adhirieron, no así el Brasil, Chile y México. Varios Estados europeos también rechazaron esta opción.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro I.3**  
**Contribuciones determinadas a nivel nacional de los países de América Latina: metas no condicionadas y condicionadas de reducción de gases de efecto invernadero, año de referencia y sectores prioritarios de mitigación y adaptación**



**Fuente:** A. Bárcena y otros (coords.), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: una visión gráfica* (LC/T/S.2017/84/Rev.1), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018.  
**Nota:** La sigla BAU (*business as usual*) hace referencia al escenario en que todo sigue igual.

## Capítulo II

# Los efectos del cambio climático en la región

Hay cuatro rasgos que caracterizan el fenómeno del cambio climático y dificultan su solución, particularmente en los países en desarrollo y, en especial, en América Latina y el Caribe (CEPAL, 2015a):

- i) La paradoja temporal. El cambio climático es un proceso cuyos efectos plenos surgen a largo plazo. No obstante, aunque los efectos sean difíciles de identificar, cada vez hay más conciencia de que su solución requiere actuar en lo inmediato y atender simultáneamente los procesos de mitigación y adaptación.
- ii) La asimetría fundamental entre las emisiones y la vulnerabilidad. Las emisiones totales de América Latina y el Caribe representan solo el 8,3% de las emisiones mundiales<sup>1</sup>, pero, al mismo tiempo, la región es particularmente vulnerable al impacto del cambio climático debido a sus características geográficas, climáticas, socioeconómicas y demográficas (CEPAL, 2015a). Un ejemplo es la gran sensibilidad de sus activos naturales, como los bosques y la biodiversidad, ante ese cambio. Se estima que, hacia 2050, el costo económico del cambio climático en la región representará entre el 1,5% y el 5% del producto interno bruto (PIB) regional actual, por la suma de las pérdidas agrícolas y de generación hidroeléctrica, los vectores transmisores de enfermedades y los

---

<sup>1</sup> A pesar de que el nivel de emisiones regionales sea bajo en comparación con el de las emisiones mundiales, su importancia local es muy alta, porque las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la quema de combustibles fósiles van asociadas a la emisión de otros contaminantes dañinos para la salud. Como se verá más adelante, esa carga contaminante es grave en muchas ciudades de América Latina y el Caribe.

- fenómenos extremos, entre otros factores destructivos<sup>2</sup>. Este impacto es no lineal y heterogéneo entre las subregiones y los períodos (en el extremo del Cono Sur incluso se pueden esperar efectos positivos en algunos períodos).
- iii) La desigualdad en el interior de los países. A nivel nacional también hay una condición asimétrica que, combinada con la del punto anterior, da como resultado una doble desigualdad. En general, los pobres son más vulnerables al impacto negativo del cambio climático, al tiempo que su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero dentro del país es menor que la de los grupos que tienen ingresos mayores. Esto es resultado de patrones segmentados y muy diferenciados en materia de consumo de combustibles fósiles.
  - iv) La inevitabilidad y la urgencia de la adaptación. Ante la mayor frecuencia de los fenómenos climáticos extremos y la trayectoria inercial de las emisiones de gases de efecto invernadero, que probablemente conducirá a un aumento de la temperatura de al menos 2 °C durante el siglo XXI, es inevitable implementar procesos de adaptación para reducir los daños esperados. Sin embargo, la adaptación tiene límites, enfrenta barreras y puede ser ineficiente: en el futuro habrá daños residuales y algunos irreversibles, así como costos adicionales. La adaptación puede llevar a que se adopten medidas que mejoren las condiciones sociales y ambientales en la región, como contener la deforestación, proteger la biodiversidad, elevar la resiliencia de las actividades económicas y proteger la infraestructura crítica (CEPAL, 2015a). Esta inevitabilidad debiera ser vista como un motor para lograr un desarrollo más sostenible.

## A. Algunos patrones de consumo y cambio climático

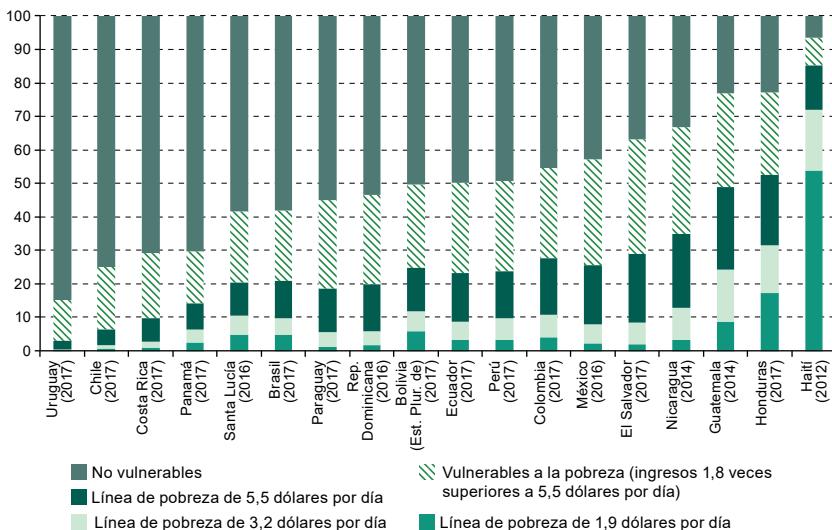
En América Latina hubo un gran dinamismo económico durante el auge de los precios de las materias primas: la tasa de crecimiento promedio anual del PIB fue del 3,0% entre 1990 y 2015, lo que derivó en una tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita del 1,6% en esos mismos años. Este rápido crecimiento, junto con la aplicación de importantes políticas sociales, contribuyó a sacar de la pobreza a una parte significativa de la población. La tasa de pobreza se redujo del 48,4% al 29,2% entre 1990 y 2015 (CEPAL, 2016). El crecimiento y la reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe permitieron conformar nuevos grupos de ingresos bajos y medios, algunos

---

<sup>2</sup> Ese costo puede estar subestimado, pues en él solo se incluyen algunos sectores y no se incorporan todos los efectos potenciales ni los procesos de retroalimentación o adaptación.

de los cuales aún son muy vulnerables a los choques macroeconómicos o climáticos, pues su nivel de ingreso es apenas 1,8 veces superior al de la línea de pobreza (véase el gráfico II.1).

**Gráfico II.1**  
**América Latina y el Caribe (18 países): grupos vulnerables a la pobreza, por nivel de ingreso, 2012-2017<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, DataBank [base de datos en línea] <https://databank.worldbank.org/home.aspx>.

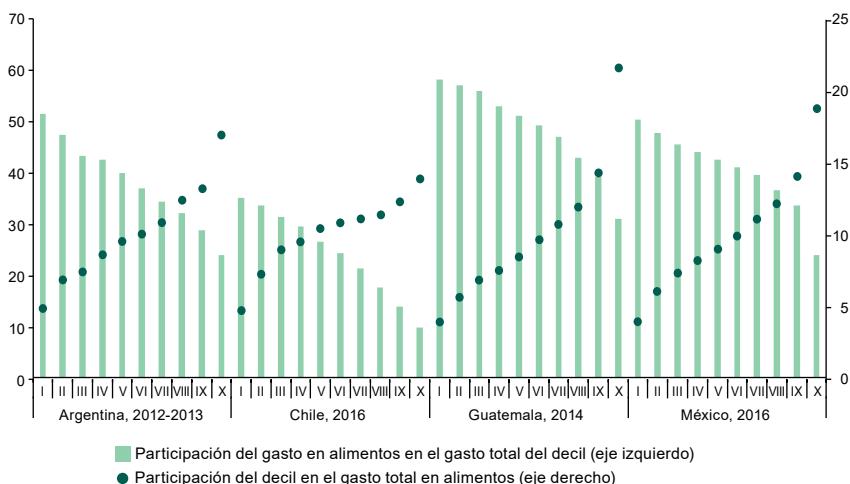
<sup>a</sup> Último dato disponible.

La reducción de la pobreza y el dinamismo permitieron que nuevos grupos de consumidores se incorporaran a la estructura de consumo vigente del estilo de desarrollo actual. Y si bien los alimentos representan uno de los principales rubros de gasto de los hogares (Gamaletsos, 1973; Lluch, Powell y Williams, 1977), la participación de estos en el gasto total por decil disminuye a medida que aumenta el ingreso (véase el gráfico II.2), lo que refleja la conocida ley de Engel (Chai y Moneta, 2010; Lewbel, 2012). De esta manera se amplía el espacio de consumo de nuevos bienes y servicios, lo cual resulta decisivo para avanzar hacia un estilo de desarrollo más sostenible o no hacerlo (CEPAL, 2014a; Galindo y otros, 2015).

Estos nuevos espacios de consumo no coinciden con un desarrollo sostenible (Ferrer-i-Carbonell y van den Bergh, 2004) ni con el cumplimiento de las metas climáticas que los países han manifestado en sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN). Según el patrón de consumo actual, a

medida que aumenta el ingreso, el consumo de combustibles crece de forma más que proporcional (véase el gráfico II.3). El consumo de combustibles para el transporte se concentra en los deciles de ingresos más altos. Los hogares del décimo decil representan más de un cuarto del gasto nacional total en combustibles. Por otro lado, la participación del gasto en combustibles para el transporte en el gasto total por decil es relativamente modesta en el presupuesto de los hogares<sup>3</sup>.

**Gráfico II.2**  
**América Latina (4 países): composición del gasto en alimentos de los hogares, por decil de ingreso, 2012-2016<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*

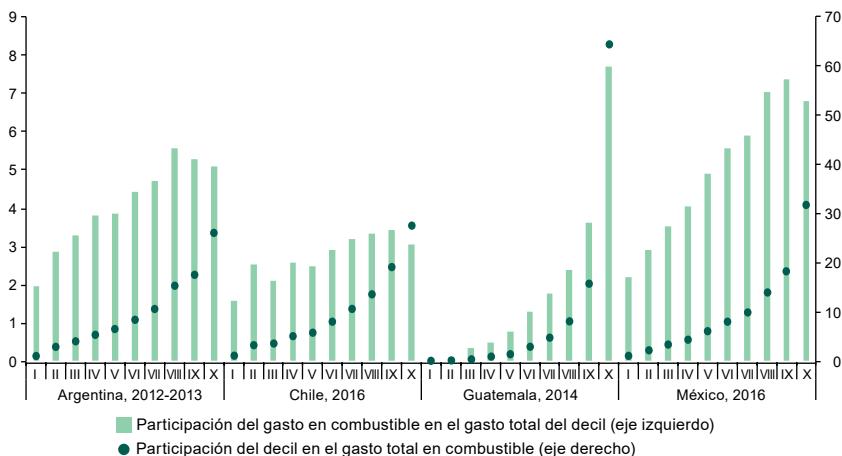


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGHO) 2012-2013; Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) 2016; Instituto Nacional de Estadística (INE), Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) 2014; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2016.

<sup>a</sup> Los datos corresponden a la última encuesta disponible.

<sup>3</sup> Esta combinación de responsabilidad muy diferenciada en cuanto a las emisiones por uso de movilidad privada y bajo peso en el presupuesto de los hogares indica que sería muy progresivo aplicar una política tributaria ambiental sobre la movilidad privada y una política de creación de infraestructura que favoreciera la movilidad pública y activa (como caminar o ir en bicicleta).

**Gráfico II.3**  
**América Latina (4 países): composición del gasto de los hogares en combustibles para el transporte (gasolina, diésel y biodiésel), por decil de ingreso, 2012-2016<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENIGH) 2012-2013; Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) 2016; Instituto Nacional de Estadística (INE), Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) 2014; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2016.

<sup>a</sup> Los datos corresponden a la última encuesta disponible.

La concentración del gasto en combustibles para el transporte en los grupos de ingresos medios y altos es más evidente al considerar el porcentaje de personas por quintil que realmente consumen gasolina y disponen de un auto (Hernández y Antón, 2014; Poterba, 1991; CEPAL, 2014a). Esta composición del gasto coincide con diversas estimaciones econométricas que se informan en la literatura. Cuando estos resultados se sintetizan en un metaanálisis<sup>4</sup>, se encuentra que la elasticidad ingreso de la demanda de gasolina en algunos países y períodos es cercana a uno o incluso superior a esa cifra, y que es más elevada en los países en desarrollo, como los de América Latina, que en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (con exclusión de Chile y México). De igual manera, según las estimaciones del metaanálisis, la elasticidad precio de la demanda de gasolina es baja y su valor absoluto es menor en América Latina que en los países de la OCDE (véase el cuadro II.1). Estos resultados reflejan que, en América Latina, la presencia de sustitutos adecuados para el transporte privado es escasa y que,

<sup>4</sup> En el metaanálisis se resumen, integran e interpretan los resultados de diversos estudios empíricos, lo que permite obtener un impacto aproximado o la magnitud de la relación entre las variables mediante un estimador ponderado del efecto combinado de los valores que se encontraron en cada estudio, donde los pesos se asignan teniendo en cuenta la precisión (varianza o error estándar) de los resultados de cada trabajo (Sterne y Palmer, 2009).

en un entorno de rápido crecimiento económico, sería insuficiente intentar reducir el consumo de gasolina únicamente por medio del mecanismo de los precios. Por consiguiente, resulta necesario complementar de manera coherente este mecanismo con regulaciones (CEPAL, 2014a; Galindo y otros, 2015) y con inversión en opciones alternativas.

**Cuadro II.1**

**América Latina y países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)<sup>a</sup>: metaanálisis de la elasticidad ingreso y la elasticidad precio de la demanda de gasolina, por región, alrededor de 2014**

	Países de la OCDE	América Latina
<b>Elasticidad ingreso</b>		
Elasticidad de largo plazo	0,55	0,69
Elasticidad de corto plazo	0,24	0,26
<b>Elasticidad precio</b>		
Elasticidad de largo plazo	-0,41	-0,31
Elasticidad de corto plazo	-0,22	-0,17

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información oficial publicada en 2014.

**Nota:** La estimación de la elasticidad ponderada por la desviación estándar fue realizada según el modelo de efectos aleatorios. En todos los casos, la prueba Q rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de las estimaciones. De igual manera, el estadístico I2 indica, en relación con la elasticidad ingreso y precio de largo y de corto plazo, que la proporción de la variación observada en la magnitud de los efectos atribuible a la heterogeneidad entre los estudios es superior al 85%. En estos resultados se corrige por potenciales problemas de sesgo en las estimaciones individuales.

<sup>a</sup> Con exclusión de México y Chile.

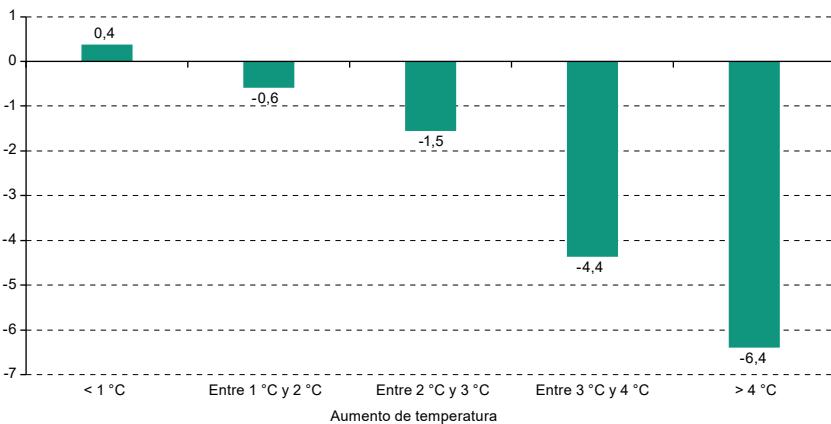
Además de aumentar el peso de la quema de combustibles fósiles, el patrón de consumo mundial y regional induce el cambio de uso del suelo, cuyo impacto en la región se describe en el apartado sobre agricultura y en el apartado sobre biodiversidad. Dicho cambio es un contribuyente importante de América Latina y el Caribe a las emisiones mundiales. El patrón de consumo latinoamericano, así como el mundial, que inducen a la deforestación en la región, apuntan a una dirección no deseable desde el punto de vista climático. A su vez, la vulnerabilidad de los grupos sociales debida a la fragilidad de su nivel de ingreso les da poca resiliencia a los choques. Esto pone en evidencia la tensión entre la necesidad de lograr mejoras duraderas en cuanto al bienestar y que estas se produzcan en el marco de patrones de producción y consumo menos intensivos en carbono.

## B. El impacto del cambio climático

El impacto del cambio climático está en curso y ya se ha manifestado tanto a nivel mundial como en América Latina y el Caribe. Este impacto es significativo, no lineal y heterogéneo (incluso hay algunos efectos positivos en la agricultura de la parte sur del continente), y es muy probable que aumente. Por ejemplo, existe evidencia de que hay efectos en las actividades

agropecuarias, el agua, la biodiversidad, el nivel del mar, los bosques, el turismo, la salud y las áreas urbanas (Magrin y otros, 2014; CEPAL, 2009 y 2010; Galindo y otros, 2014). Las estimaciones de diversos estudios sugieren que el impacto aumentará exponencialmente a medida que se incremente la temperatura (Nordhaus y Moffat, 2017): un aumento de entre 2 °C y 3 °C reducirá el PIB mundial alrededor de un 1,5% (véase el gráfico II.4), impacto que será heterogéneo en los distintos países.

**Gráfico II.4**  
**Impacto del cambio climático en el producto interno bruto (PIB) mundial, por rango de temperatura, según diversos estudios**  
*(En porcentajes del PIB mundial)*



**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de W. Nordhaus y A. Moffat, "A survey of global impacts of climate change: replication, survey methods, and a statistical analysis", *NBER Working Paper*, N° 23646, Cambridge, Oficina Nacional de Investigaciones Económicas (NBER), 2017.

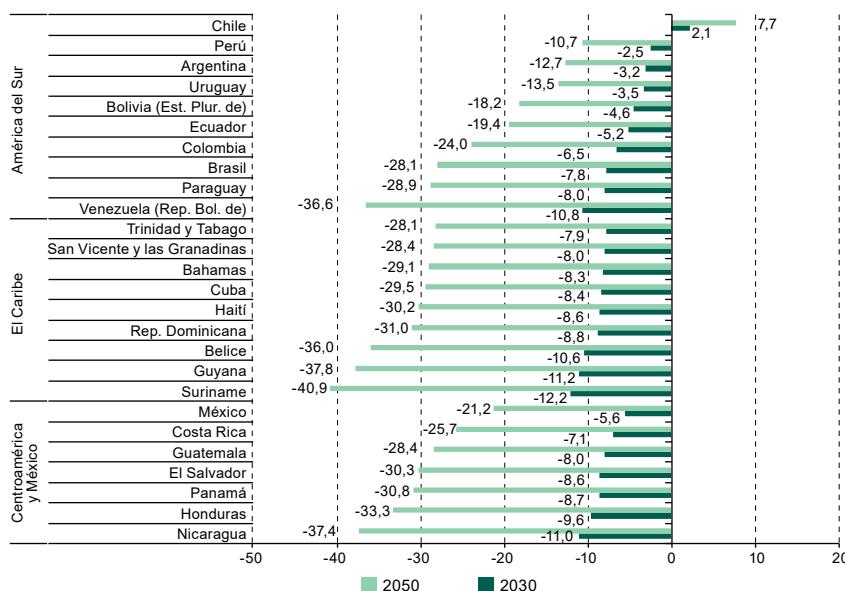
Como ya se señaló, sobre la base de estudios realizados de 1990 a 2010, se estima que, si la temperatura aumenta 2,5 °C (lo que probablemente ocurrirá hacia alrededor de 2050), el cambio climático tendrá un costo para América Latina y el Caribe de entre el 1,5% y el 5% del PIB actual (Bosello, Carraro y De Cian, 2010). En una estimación más reciente (Vergara y otros, 2014), ese costo se ubica en torno a una pérdida del 2% del PIB. Estas estimaciones tienen incertidumbres, no son periódicas, son conservadoras, se limitan a ciertos sectores y regiones, y tienen diversas limitaciones metodológicas, como las dificultades para incorporar los procesos de adaptación, la pérdida de biodiversidad y los potenciales efectos de los fenómenos climáticos extremos (Stern, 2013; Galindo y otros, 2014).

Se ha establecido que, a nivel mundial, existe una relación no lineal entre la productividad y la temperatura: las temperaturas superiores a 13 °C hacen que la productividad decrezca, por lo que se estima que, en un escenario sin mitigación, el PIB per cápita mundial podría reducirse un 23% hacia 2100 (Burke, Hsiang y Miguel, 2015). En el caso de América Latina

y el Caribe, las estimaciones muestran que los efectos adversos pueden materializarse de forma significativa en un horizonte de tan solo diez años (véase el gráfico II.5). Hacia 2030, por ejemplo, el PIB per cápita de Belice, Guyana, Nicaragua, Suriname y Venezuela (República Bolivariana de) sería un 10% inferior al que hubiera sido sin cambio climático; en el resto de las economías de la región, la reducción supera el 5%, con la excepción de la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), el Perú y el Uruguay. Se estima que, en Chile, por otra parte, el PIB se incrementará (Burke, Hsiang y Miguel, 2015). Es importante mencionar que el impacto se relaciona solamente con el aumento de la temperatura y no toma en cuenta los costos derivados de los desastres naturales, la disponibilidad de agua o las pérdidas de rendimiento agrícola, entre otros factores. Para 2050, el efecto es evidentemente mayor.

Gráfico II.5

**América Latina y el Caribe (26 países): proyección de la variación del producto interno bruto (PIB) per cápita por el aumento de la temperatura, 2030 y 2050<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de M. Burke, S. Hsiang y E. Miguel, "Global non-linear effect of temperature on economic production", *Nature*, N° 527, Berlín, Springer, 2015.

<sup>a</sup> Diferencia porcentual entre el PIB per cápita sin cambio climático y el PIB per cápita en el escenario pesimista de aumento de la temperatura.

Las canales de transmisión del impacto del cambio climático son de muy diversa índole y pueden incluir posibles efectos colaterales o de retroalimentación (CEPAL, 2015a). Algunos de estos efectos se sintetizan en el cuadro II.2.

**Cuadro II.2**  
**América Latina: impacto potencial y riesgos del cambio climático**

Impacto	Riesgos claves	Impulsores climáticos
Agricultura	Disminución de la producción y la calidad de los alimentos y los ingresos; alza de los precios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturas en aumento y episodios extremos</li> <li>- Precipitación errática, fuera del rango biológico, y episodios extremos</li> <li>- Fertilización por aumento de la concentración de CO<sub>2</sub></li> </ul>
Agua	Menor disponibilidad de agua en regiones semiáridas y dependientes del derretimiento de los glaciares; inundaciones en áreas rurales y urbanas relacionadas con precipitaciones extremas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tendencia al aumento de la temperatura</li> <li>- Tendencia a la sequía</li> <li>- Cubierta de nieve</li> <li>- Aumento de las precipitaciones</li> </ul>
Biodiversidad y bosques	Desaparición de bosques, blanqueamiento de corales, y pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la deforestación</li> <li>- Fertilización por aumento de la concentración de CO<sub>2</sub></li> <li>- Tendencia al aumento de la temperatura</li> <li>- Acidificación de los océanos</li> </ul>
Salud	Propagación de enfermedades transmitidas por vectores a mayores altitudes y latitudes que en su distribución original	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la temperatura</li> <li>- Aumento de las precipitaciones</li> </ul>
Turismo	Pérdida de infraestructura, alza del nivel del mar, aparición de especies invasoras y fenómenos extremos en zonas costeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alza del nivel del mar</li> <li>- Temperaturas extremas</li> <li>- Precipitaciones extremas e inundaciones</li> </ul>
Pobreza	Disminución de los ingresos de la población vulnerable, principalmente los agrícolas, y aumento de la desigualdad de los ingresos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la temperatura y de los episodios extremos</li> <li>- Tendencia a la sequía</li> <li>- Precipitación errática o fuera del parámetro de la fisiología de los cultivos</li> </ul>

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), “Central and South America”, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Volume II: Regional Aspects*, V. Barros y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 2014; L. Galindo y otros, “Cambio climático, agricultura y pobreza en América Latina: una aproximación empírica”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.620), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014.

## C. Los efectos en las actividades agropecuarias

El peso del sector agrícola en el PIB de la región viene reduciéndose: pasó del 10% en 1980 a cerca del 4,7% en 2017, aunque el ritmo de la reducción fue menor que en el resto del mundo. El empleo en el sector agrícola como porcentaje del empleo total también se redujo: pasó del 19% en 1992 al 14% en 2017<sup>5</sup>, si bien hubo diferencias entre los países y disminuyó más lentamente que la participación del sector agrícola en el PIB. En este sentido, el sector agrícola desempeña un papel como amortiguador de los choques macroeconómicos y de la incidencia de estos en las condiciones sociales (CEPAL/OIT/FAO, 2012).

<sup>5</sup> Los datos provienen de Banco Mundial (2019).

Las actividades agropecuarias son particularmente sensibles al clima y, por tanto, al cambio climático. El sector agropecuario de América Latina y el Caribe representaba alrededor del 5% del PIB en 2017<sup>6</sup>, concentraba el 14% de la población ocupada y originaba alrededor del 29% de las exportaciones regionales<sup>7</sup>. Además, alrededor del 20% de la población vive en las zonas rurales. Las actividades agropecuarias son también fundamentales para la seguridad alimentaria, el dinamismo económico y la reducción de la pobreza (Galindo y otros, 2014; CEPAL, 2019; Banco Mundial, 2019).

Como corresponde a la fisiología vegetal y animal, el impacto del cambio climático en América Latina y el Caribe coincide con una relación en forma de U invertida entre el rendimiento agrícola y pecuario (y, por ello, el ingreso neto de ese sector), y la temperatura y la precipitación. La relación tiene diferentes puntos de inflexión según el tipo de producto y la región, y una elevada incertidumbre en lo que respecta a la magnitud del impacto esperado (véase el cuadro II.3). Asimismo, hay una relación negativa entre los fenómenos climáticos extremos (días de calor o precipitación extremos, sequías, inundaciones o fenómenos naturales extremos) y el rendimiento agropecuario, así como una creciente preocupación por los procesos de desertificación y degradación de las tierras, intensificados por el cambio climático (IPCC, 2014a; Galindo y otros, 2014). Además, este impacto difiere según el tipo de unidad productiva; por ejemplo, si se trata de granjas con irrigación o sin ella (Dinar y Mendelsohn, 2012; Mendelsohn y Dinar, 2009; Massetti y Mendelsohn, 2011; Seo y Mendelsohn, 2007; Mendelsohn, 2007; Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007; Galindo, Alatorre y Reyes, 2015a).

Las diferentes condiciones socioeconómicas en las distintas regiones agrícolas hacen que el impacto del cambio climático sea heterogéneo según la región y el país. Una forma de comparar estos resultados es mediante el impacto marginal monetario, que ofrece una cuantificación de los efectos del cambio climático sobre las actividades agrícolas, como la que se puede ver en el cuadro II.3.

En el cuadro II.4, se sintetizan los resultados de diferentes estudios sobre América Latina que se refieren al impacto marginal promedio de la temperatura y la precipitación sobre los ingresos por hectárea de las granjas, así como a sus respectivas sensibilidades o elasticidades. Estas elasticidades son heterogéneas e indican la relevancia que los cambios en el sistema climático tienen sobre las actividades agropecuarias. Destaca el hecho de que todas las elasticidades informadas respecto a la temperatura son negativas (salvo en el estudio de Lozanoff y Cap sobre la Argentina), mientras que las elasticidades de la precipitación presentan resultados mixtos.

<sup>6</sup> Participación en el PIB anual por actividad económica a precios corrientes.

<sup>7</sup> Se considera la exportación de alimentos y de materias primas agrícolas en el total de los bienes exportados.

**Cuadro II.3**  
**Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y América del Sur: estimación del cambio de los ingresos agropecuarios asociado al aumento de la temperatura, 1998-2008**

Autor	País	Aumento de temperatura (en °C)	Cambio en el ingreso (en porcentaje)
Sanghi (1998) <sup>a</sup>	Brasil	2,0	Del -5 al -11
Mendelsohn, y otros (2000) <sup>b</sup>	América del Sur	2,0	Del 0,18 al 0,46
Lozanoff y Cap (2011) <sup>c</sup>	Argentina	De 2,0 a 3,0	Del -20 al -50
Timmings (2006)	Brasil	2,0	-0,621
González y Velasco (2008)	Chile	2,5 y 5,0	0,74 y 1,48
Seo y Mendelsohn (2007) <sup>d</sup>	América del Sur	1,9, 3,3 y 5	-64, -38 y -20 (granjas pequeñas) -42, -88 y -8 (granjas grandes)
Seo y Mendelsohn (2007) <sup>e</sup>	América del Sur	De 1,4 a 5,1	Del -9,3 al -18,9
		De 1,3 a 3,2	Del -5,0 al -19,1
		De 0,6 a 2,0	Del 41,5 al 49,5
		De 1,4 a 5,1	Exógeno: del -6,9 al -32,9 Endógeno: del 5,4 al -28,0
Seo y Mendelsohn (2007) <sup>f</sup>	América del Sur	De 1,3 a 3,2	Exógeno: del -5,7 al -17,6 Endógeno: del -4,2 al -19,0
		De 0,6 a 2,0	Exógeno: del 4,7 al 0,1 Endógeno: del 9,7 al -1,1
Mendelsohn y otros (2007)	Brasil	10g	-33
Seo y Mendelsohn (2008b)	América del Sur	De 5,1 a 2,0	Del -23 al -43
Seo y Mendelsohn (2007)	América del Sur	1,9, 3,3 y 5	Del -14,2 al -53,0 Del -14,8 al -30,2 Del 2,3 al -12,4
Sanghi y Mendelsohn (2008) <sup>g</sup>	Brasil	De 1,0 a 3,5	Del -1,3 al -38,5
Mendelsohn, Arellano y Christensen (2010) <sup>h</sup>	Méjico	De 2,3 a 5,1	Del -42,6 al -54,1
Cunha y otros (2011)	Brasil	2,0	-14

Cuadro II.3 (conclusión)

Autor	País	Aumento de temperatura (en °C)	Cambio en el ingreso (en porcentaje) <sup>a</sup>
Seo (2011) <sup>b</sup>	América del Sur	1,2, 2,0 y 2,6	Del -26 a 17 (irrigación privada) Del -12 a -25 (irrigación pública)
Galindo, Reyes y Alatorre (2015) <sup>c</sup>	Perú	3,7, 4,2, 3,1 y 3,6	Del -17 al -29 (secano) Del -8 al -13 (por hectárea)
Galindo, Reyes y Alatorre (2015) <sup>d</sup>	México	2,5	Del -18,6 al 36,4 (por hectárea)

**Fuente:** I. Galindo y otros, "Cambio climático, agricultura y pobreza en América Latina: una aproximación empírica", *Documentos de Proyectos (LC/W 620)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014; L. Galindo, O. Reyes y J. Alatorre, "Climate change, irrigation and agricultural activities in Mexico: a Ricardian analysis with panel data", *Journal of Development and Agricultural Economics*, vol. 7, N° 7, 2015; J. Lozano y E. Cap, "El impacto del cambio climático sobre la agricultura argentina: un estudio económico", Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2011; R. Mendelsohn, J. Arellano y P. Christensen, "A Ricardian analysis of Mexican farms", *Environment and Development Economics*, vol. 15, N° 2, Cambridge, Cambridge University Press, 2010; R. Mendelsohn y otros, "Climate analysis with satellite versus weather station data", *Climatic Change*, vol. 81, N° 1, Berlín, Springer, 2007; S. Seo, "An analysis of public adaptation to climate change using agricultural water schemes in South America", *Ecological Economics*, vol. 70, N° 4, Ámsterdam, Elsevier, 2011; S. Seo y R. Mendelsohn, "Climate change impacts on Latin American farmland values: the role of farm type", *Revista de Economía y Agronegocio*, vol. 6, N° 2, Vicosia, Universidad Federal de Vicosia, 2008; N. São y R. Mendelsohn, "An analysis of crop choice: adapting to climate change in Latin American farms", *Policy Research Working Paper*, N° 4182, Washington, D.C., Banco Mundial, 2007; A. Sanghi y R. Mendelsohn, "The impacts of global warming on farmers in Brazil and India", *Global Environmental Change*, vol. 18, N° 4, Ámsterdam, Elsevier, 2008; C. Timmins, "Endogenous land use and the Ricardian valuation of climate change", *Environmental and Resource Economics*, vol. 33, N° 1, Venecia, European Association of Environmental and Resource Economists, 2006; R. Mendelsohn y otros, "Country-specific market impacts of climate change", *Climatic Change*, vol. 45, N° 3-4, Berlín, Springer, 2000; R. González y J. Velasco, "Evaluation of the impact of climatic changes on the economic value of land in agricultural systems in Chile", *Chilean Journal of Agricultural Research*, vol. 68, N° 1, Chillán, Institución de Investigaciones Agropecuarias (INIA), 2008; D. Cunha y otros, "Impacts of climate change on Brazilian agriculture: an adaptation strategy", *Proceedings of 1st Climate Change, Economic Development, Environment and People Conference*, P. Marianov (ed.), Siemensa Kamennica, Universidad Edicions, 2011; A. Sanghi, "Global warming and climate sensitivity: Brazilian and Indian agriculture", Chicago, Universidad de Chicago, 1998.

**Nota:** La fertilización de carbono no se incluye en las estimaciones, que se realizan según el modelo ricardiano. En este se estima el impacto potencial del cambio climático en el valor económico de la tierra o en los ingresos netos por hectárea, bajo el supuesto de que, en un mercado competitivo, el valor de la tierra refleja el nivel de productividad. Los diferentes niveles de productividad son consecuencia de un conjunto de variables de control, como las condiciones climáticas y el uso de electricidad y fertilizantes (Diray y Mendelsohn, 2012). El modelo ricardiano está sujeto, desde luego, a diversas críticas (Cline, 2007). En el cuadro, los valores positivos representan beneficios y los negativos representan daños.

<sup>a</sup> En el escenario climático se supone que las precipitaciones aumentan el 7%.

<sup>b</sup> El impacto se expresa como porcentaje del PIB.

<sup>c</sup> En el escenario climático se supone que las precipitaciones se modifican del -5% al 10%.

<sup>d</sup> El nivel medio de precipitación puntual podría aumentar (o disminuir) en algunos países, aun cuando se experimente una reducción (o aumento) de la lluvia total anual.

<sup>e</sup> Las precipitaciones aumentan y disminuyen con el tiempo, sin patrón aparente.

<sup>f</sup> En el modelo exógeno se predicen daños mayores y menores beneficios que en el modelo endógeno en todos los escenarios. La diferencia aumenta con el tiempo.

<sup>g</sup> En porcentaje.

<sup>h</sup> En el escenario climático se supone que las precipitaciones se modifican entre el -8% y el 14%.

<sup>i</sup> Se hacen proyecciones en caso de reducción y aumento de la precipitación anual en un conjunto de escenarios de cambio climático.

<sup>j</sup> El ingreso de los agricultores tiende a crecer en las tierras donde se practican técnicas de riego, pero se producen pérdidas en aquellas donde la producción agrícola es de secano.

<sup>k</sup> Se considera un escenario climático con aumento general de las precipitaciones y otro con disminución general de estas. Se toman en cuenta los siguientes países de América del Sur: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de).

<sup>l</sup> En las estimaciones del modelo ACCESS se considera un aumento de la temperatura de 3,7 °C y de 4,2 °C, así como un cambio de las precipitaciones del 12,9% y el 4,0% en el verano y el invierno, respectivamente; en las estimaciones del modelo CNRM-CM5 se considera un aumento de la temperatura de 3,1 °C y 3,6 °C, así como un cambio de las precipitaciones del 18,9% y el 3,1% en el verano y el invierno, respectivamente.

<sup>m</sup> El impacto proyectado en los ingresos netos por hectárea, considerando todo tipo de granjas, se estima a partir de un aumento de 2,5 °C en la temperatura y una reducción del 10% en las precipitaciones.

**Cuadro II.4**  
**América Latina (8 países): impacto marginal del cambio climático en los ingresos de la agricultura, 2006-2015**

		Temperatura	Precipitación		
Países y autores	Granjas	Cambio marginal de los ingresos (en dólares por hectárea/°C)	Elasticidad	Cambio marginal de los ingresos (en dólares por hectárea/mm/mes)	Elasticidad
Argentina (Lozanoff y Cap. 2011)	Agricultura familiar	1 638	0,64	-184	-1,04
	Agricultura comercial	1 364	1,43	-136,8	-1,82
Brasil (Mendelsohn y otros, 2007) <sup>a</sup>	Agricultura (estación meteorológica)		-0,97		2,32
	Agricultura (satélite)		-0,31		0,03
	Agricultura (combinación de estación meteorológica y satélite)		-0,18		0,01
Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de) (Seo y Mendelsohn, 2008a)	Agricultura	-74	-0,53	-49,9	-2,16
	Ganadería	-175	-2,47	-1,9	-0,15
	Granjas mixtas	-88	-0,99	-34,6	-2,32
	Muestra total	-76	-0,68	-22,5	-1,22
Expectativa		-94,7	-0,85	-35,2	-1,91
Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de) (Seo y Mendelsohn, 2008b)	Agricultura familiar	-221,84	-1,61	-3,12	-0,13
	Agricultura comercial	-144,32	-1,51	-52,62	-3,31
	Agricultura secano	-143,59	-1,46	-39,91	-2,42
	Agricultura riego	-408,71	-2,63	36,78	1,29
	Muestra total	-175,28	-1,55	-30,37	-1,60
Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de) (Mendelsohn, 2008)	Agricultura familiar	-155	14	55	
	Agricultura familiar secano	-101		-125	
	Agricultura familiar riego	-198		45	
	Agricultura comercial	-157		35	
	Agricultura comercial secano	-170		-117	
	Agricultura comercial riego			253	

Cuadro II.4 (conclusión)

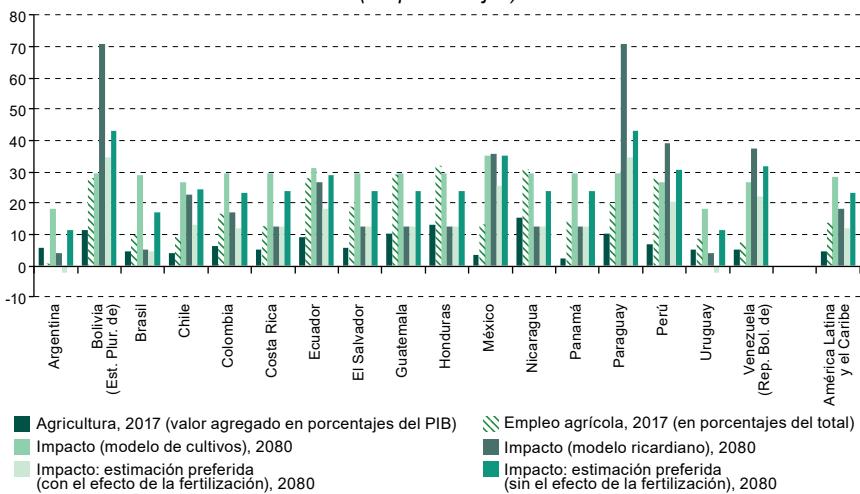
Países y autores	Granjas	Cambio marginal de los ingresos (en dólares por hectárea/°C)	Elasticidad	Precipitación
México (Mendelsohn, Arellano y Christensen, 2010) <sup>b</sup>	Agricultura familiar	-4.217	-626,5	
	Agricultura comercial	-4.995	-99,9	
	Agricultura secano	-5.938	-47,1	
	Agricultura riego	-20.304	-4.938,4	
Muestra total		-7.151	-768	
Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de) (Seo, 2011)	Agricultura (riego privado)	-504,98	-3,65	-3,72
	Agricultura (riego público)	-242,92	-1,88	-1,75
	Agricultura (secano)	-165,50	-2,08	-0,25
Méjico (Galindo, Reyes y Alatorre, 2015) <sup>a</sup>	Agricultura riego	-6.384	-3,47	-2,13
	Agricultura secano	-624,16	-1,89	-2,34
	Agricultura mixta	-2.273	-3,19	-2,18

**Fuente:** L. Galindo, O. Reyes y J. Alatorre, "Climate change, irrigation and agricultural activities in Mexico: a Ricardian analysis with panel data", *Journal of Development and Agricultural Economics*, vol. 7, N° 7, 2015; J. Lozano y E. Cap, "El impacto del cambio climático sobre la agricultura argentina: un estudio económico", Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2011; R. Mendelsohn, "The impact of climate change on agriculture in developing countries", *Journal of Natural Resources Policy Research*, vol. 1, N° 1, Routledge, Taylor & Francis, 2008; R. Mendelsohn, J. Arellano y P. Christensen, "A Ricardian analysis of Mexican farms", *Environment and Development Economics*, vol. 15, N° 2, Cambridge, Cambridge University Press, 2010; R. Mendelsohn y otros, "Climate analysis with satellite versus weather station data", *Climatic Change*, vol. 81, N° 1, Berlin, Springer, 2007; S. Seo, "An analysis of public adaptation to climate change using agricultural water schemes in South America", *Ecological Economics*, vol. 70, N° 4, Amsterdam, Elsevier, 2011; S. Seo y R. Mendelsohn, "A Ricardian analysis of the impact of climate change on South American farms", *Chilean Journal of Agricultural Research*, vol. 68, N° 1, Chillán, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), 2008; S. Seo y R. Mendelsohn, "Climate change impacts on Latin American farmland values: the role of farm type", *Revista de Economía e Agronegocio*, vol. 6, N° 2, Vícosa, Universidad Federal de Vícosa, 2008.

**Nota:** El impacto marginal está evaluado en el promedio de las variables climáticas. Las elasticidades se calculan como la proporción entre la variación porcentual de los ingresos netos por hectárea y el porcentaje de cambio de la temperatura o la precipitación.  
<sup>a</sup> Análisis de los efectos del cambio climático en los ingresos agrícolas con respecto a la fuente de los datos climáticos: i) estación meteorológica, ii) satélite y iii) combinación de i) y ii).  
<sup>b</sup> En los estudios sobre México, los resultados se expresan en pesos mexicanos por hectárea (pesos/ha) y no en dólares por hectárea, como es el caso de los demás estudios.

Las pérdidas potenciales que el cambio climático puede ocasionar en las actividades agrícolas van a estar afectadas además por factores humanos, como la tenencia de la tierra o la aplicación de diversas políticas públicas en el sector agropecuario. En lo que respecta al primer factor, cuando la propiedad está disociada del uso, disminuyen los incentivos para invertir en adaptación. En el gráfico II.6 aparece la estimación de dichas pérdidas hacia 2080.

**Gráfico II.6**  
**América Latina y el Caribe (17 países): pérdida esperada en el sector agrícola por efecto del cambio climático, 2080**  
*(En porcentajes)*

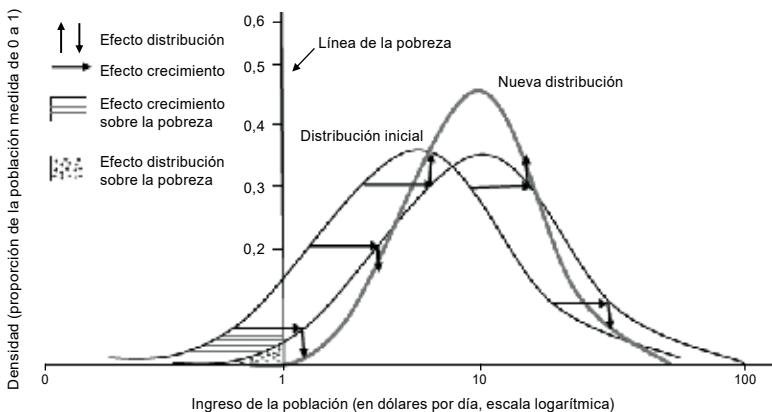


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>; W. Cline, *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*, Washington, D.C., Peterson Institute for International Economics (PIIE), 2007.

**Nota:** En la columna correspondiente a la agricultura de 2017, el gráfico se refiere a la participación del valor agregado agrícola en el producto interno bruto (PIB) total. El impacto del cambio climático sobre la agricultura se obtuvo a partir de una función lineal de la estimación preferida del impacto en 2080 que se menciona en Cline (2007). El impacto correspondiente a América Latina y el Caribe es el promedio simple. Se supuso que el impacto correspondiente al Paraguay es el que se informa en el rubro "Otros Sudamérica" (Cline, 2007); se supuso que el impacto correspondiente al Uruguay es el mismo que el de la Argentina. El modelo de cultivos estima el impacto de las variables climáticas sobre la producción o los rendimientos de los cultivos y, con ello, pronostica el impacto potencial del cambio climático. Con el modelo ricardiano, se estiman los efectos potenciales del cambio climático en los valores económicos de la tierra o en los ingresos netos por hectárea, partiendo del supuesto de que, en un mercado competitivo, los valores de la tierra reflejan los niveles de productividad. De ese modo, los diferentes niveles de productividad son consecuencia de un conjunto de variables de control, tales como el uso de electricidad y fertilizantes, y de las condiciones climáticas (Dinar y Mendelsohn, 2012).

Para reducir la pobreza en general es necesario que se modifique el ingreso medio individual por efecto del crecimiento económico o de modificaciones en la distribución del ingreso (Bourguignon y Morrisson, 2002; Epaulard, 2003; CEPAL, 2013). Bajo el supuesto de una distribución (log) normal constante de los ingresos, un aumento del ingreso medio de la población se traduce en una reducción de la pobreza (véase el diagrama II.1; Datt y Ravallion, 1992; OCDE, 2010).

**Diagrama II.1**  
**Descomposición universal del cambio de la pobreza en efecto ingreso**  
**y efecto distribución**



**Fuente:** F. Bourguignon, "The growth elasticity of poverty reduction: explaining heterogeneity across country and time periods", *Inequality and Growth: Theory and Policy Implications*, T. Eicher y S. Turnovsky (eds.), Cambridge, The MIT Press, 2003.

El cambio de los patrones climáticos afecta la productividad agrícola y los ingresos de los agricultores, lo que también incide en el ingreso total de los hogares rurales. En este sentido, es esperable que el cambio climático incremente la pobreza rural (Mendelsohn y otros, 2007) y la desigualdad en dos pasos: primero, por su incidencia en el crecimiento del sector agrícola (Thurlow, Zhu y Diao, 2009), y, segundo, por la incidencia de este último en la evolución de la pobreza (Thurlow, Zhu y Diao, 2009; Christiaensen, Demery y Kuhl, 2011; Christiaensen y Demery, 2007). El sector agrícola sigue teniendo una importancia estratégica en la región y una parte significativa de la pobreza más intensa se concentra en las áreas rurales (Byerlee, Diao y Jackson, 2005; Christiaensen, Demery y Kuhl, 2011; Nissanke y Thorbecke, 2007; Ravallion y Chen, 2007). Véase un estudio sobre el caso de México en el recuadro II.1.

En América Latina existiría una relación inversa entre crecimiento económico y pobreza; las estimaciones muestran que, por cada punto de crecimiento económico, la sensibilidad (elasticidad) de la indigencia y la pobreza (esta última dependiendo del indicador) es de entre 1,5 y 1,7, y entre 0,94 y 1,76, respectivamente. Por su parte, la sensibilidad o elasticidad a los cambios en la distribución del ingreso es positiva y estadísticamente significativa en todos los casos (Galindo y otros, 2014). El cambio climático, sumado a los cambios de signo en los ciclos económicos, puede erosionar el avance logrado en la lucha contra la pobreza y la indigencia (véase el gráfico II.7).

### Recuadro II.1

#### Cambio climático, distribución del ingreso y pobreza en México

Se estimó el impacto del cambio climático en la desigualdad y la pobreza de México. Con ese fin, se utilizaron datos de la Encuesta Nacional a Hogares Rurales de México (ENHRUM) de 2002 y de los modelos del Hadley Centre for Climate Prediction and Research (modelo Hadley), el Parallel Climate Model (PCM) y el Center for Climate Systems Research (modelo MIMR) para predecir los cambios esperados en cuanto a la temperatura y la precipitación hacia 2100. Los resultados señalan que, si la temperatura se incrementara 1 °C en las cuatro estaciones, el ingreso agrícola per cápita anual disminuiría casi 1.000 pesos mexicanos (50 dólares<sup>a</sup>). Así mismo, una disminución de un milímetro en la lluvia de cada estación estaría asociada a un aumento de un poco más de 100 pesos mexicanos (cinco dólares) en el ingreso agrícola (véase el cuadro 1). Los efectos de las variaciones de la temperatura y la precipitación sobre el ingreso agrícola de las familias son diferentes en cada estación. Un incremento de 1 °C en la temperatura de primavera podría estar asociado a una disminución cercana a los 2.500 pesos (unos 125 dólares) del ingreso per cápita anual de los hogares agrícolas<sup>b</sup>. Esta monto ha de compararse con el ingreso promedio total de dichos hogares, que es algo superior a 13.000 pesos (unos 650 dólares). Por otra parte, una disminución de un milímetro mensual en la lluvia del invierno podría ocasionar un aumento de un poco más de 200 pesos (10 dólares) en el ingreso agrícola per cápita anual, mientras que, si tal disminución se presentara en primavera, podría ocasionar una disminución de casi 130 pesos (6,5 dólares) en dicho ingreso.

**Cuadro 1**

**México: estimación del cambio marginal en el ingreso per cápita agrícola ante cambios marginales en las variables climáticas, 2100**  
*(En pesos mexicanos)*

	Temperatura		Precipitación	
	Cambio marginal	Error estándar	Cambio marginal	Error estándar
Primavera	-2 521,55	1 956,63	126,11*	64,67
Verano	-219,99	1 949,08	21,02	27,03
Otoño	2 445,87	2 037,08	-37,08	55,19
Invierno	-630,09	1 344,15	-215,57**	86,56
Total	-927,77**	406,09	-105,51**	50,62

**Fuente:** A. López-Feldman, "Cambio climático, distribución del ingreso y la pobreza: el caso de México", *Documentos de Proyectos (LC/W.555)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014; Programa de Estudios del Cambio Económico y la Sustentabilidad del Agro Mexicano (PRECESAM), Encuesta Nacional a Hogares Rurales de México (ENHRUM) 2002.

**Nota:** \*  $p < 0,10$ , \*\*  $p < 0,05$ . El concepto "cambio marginal" hace referencia al cambio en el ingreso per cápita agrícola ante un incremento de 1 °C en la temperatura media y una disminución de 1 mm en la precipitación media en todas las estaciones.

Los resultados de las estimaciones econométricas permiten calcular el ingreso agrícola per cápita y el ingreso total per cápita en cada uno de los tres modelos climáticos considerados (Hadley, PCM y MIMR). El ingreso per cápita promedio de los hogares incluidos en la muestra es de un poco más de 15.000 pesos anuales (750 dólares). Los resultados de las simulaciones muestran que, debido a una caída del ingreso agrícola, el ingreso total promedio disminuye en los tres modelos climáticos. La caída más fuerte se presenta con el modelo Hadley, donde el ingreso se reduciría a casi 12.800 pesos (640 dólares).

#### Recuadro II.1 (conclusión)

Las simulaciones muestran que, en el caso de México, los cambios en las variables climáticas darían como resultado un aumento de la pobreza, medida mediante las tres variantes del índice de Foster, Greer y Thorbecke (FGT), y de la desigualdad, medida mediante el coeficiente de Gini (véase el cuadro 2). Los resultados en dos de los tres modelos indican que el cambio climático puede incrementar de manera importante la pobreza y la desigualdad. El impacto negativo más fuerte sobre la pobreza es el que se obtiene en el modelo Hadley, donde el porcentaje de hogares en situación de pobreza extrema en el ámbito rural aumentaría 11 puntos porcentuales como resultado del cambio climático. En lo referente a la desigualdad, el mismo modelo indica un aumento de más del 20% en el coeficiente de Gini.

Cuadro 2

#### México: impacto del cambio climático en la pobreza y la desigualdad en el ámbito rural, según distintos modelos climáticos, 2014

	Pobreza		Desigualdad	
	Incidencia (en porcentajes)	Profundidad	Severidad	Coeficiente de Gini
Nivel actual	38	0,221	0,193	0,599
<b>Modelos climáticos</b>				
Modelo Hadley	49	0,444	0,598	0,737
Modelo PCM	40	0,254	0,249	0,619
Modelo MIMR	48	0,439	0,586	0,734

**Fuente:** A. López-Feldman, "Cambio climático, distribución del ingreso y la pobreza: el caso de México", *Documentos de Proyectos* (LC/W.555), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014; Programa de Estudios del Cambio Económico y la Sustentabilidad del Agro Mexicano (PRECESAM), Encuesta Nacional a Hogares Rurales de México (ENHRUM) 2002.

**Nota:** El índice de incidencia de la pobreza se define como la proporción de la población que vive por debajo de la línea de pobreza. La profundidad de la pobreza se define como la distancia media a la que se encuentran de la línea de pobreza los individuos que viven por debajo de ella, expresada como proporción de esta línea; es decir, representa el ingreso agregado que les falta para alcanzar la línea de pobreza, normalizado por la población. La severidad de la pobreza mide el déficit de ingresos de los individuos que viven por debajo de la línea de pobreza, elevándolo al cuadrado; es decir, indica la suma al cuadrado de la distancia que existe entre los individuos y la línea de pobreza.

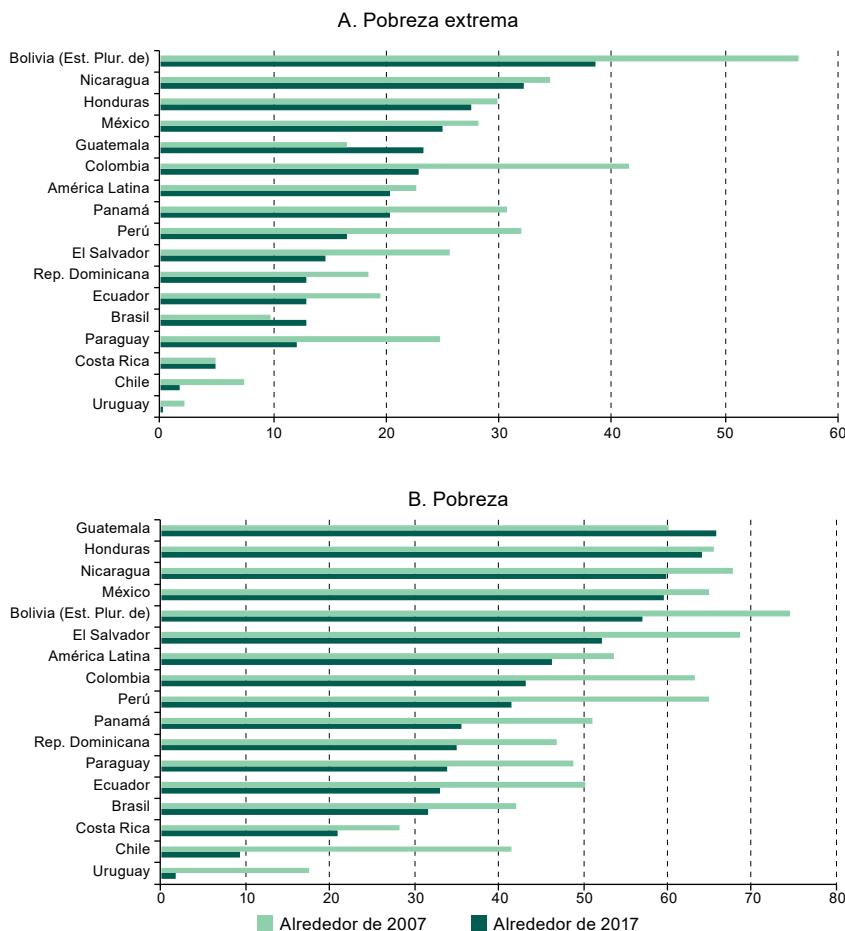
Estas estimaciones de la magnitud potencial del impacto del cambio climático en la pobreza y la desigualdad de México respaldan la hipótesis de que el cambio climático tendría un efecto significativo en el bienestar de los hogares. Por ello, es importante tomar medidas que reduzcan este impacto. Esto es particularmente importante en el caso de los hogares cuya principal fuente de ingresos es la actividad agrícola, por tratarse de un sector vulnerable de la población.

**Fuente:** L. Galindo y otros, "Cambio climático, la distribución del ingreso y la pobreza: el caso de México", *Síntesis de políticas públicas sobre cambio climático*, Santiago, Unión Europea/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017; A. López-Feldman, "Cambio climático, distribución del ingreso y la pobreza: el caso de México", *Documentos de Proyectos* (LC/W.555), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014; Programa de Estudios del Cambio Económico y la Sustentabilidad del Agro Mexicano (PRECESAM), Encuesta Nacional a Hogares Rurales de México (ENHRUM) 2002.

<sup>a</sup> El tipo de cambio oscila en torno a 20 pesos mexicanos por dólar en 2018 y 2019.

<sup>b</sup> El cambio no es estadísticamente significativo.

**Gráfico II.7**  
**América Latina (16 países): proporción de la población rural por debajo de las líneas de pobreza extrema y de pobreza, alrededor de 2007 y 2017**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), CEPALSTAT [base de datos en línea] [http://estadísticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/Portada.asp;Pactos para la igualdad: hacia un futuro sostenible \(LC/G.2586\(SES.35/3\)\)](http://estadísticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp;Pactos%20para%20la%20igualdad%3B%20hacia%20un%20futuro%20sostenible%20(LC/G.2586(SES.35/3))), Santiago, 2014; L. Galindo y otros, "El cambio climático, la agricultura y la pobreza en América Latina", *Síntesis de políticas públicas sobre cambio climático*, Santiago, Unión Europea/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017.

Las relaciones entre el crecimiento económico, que reduce la pobreza, y la mala distribución del ingreso, que la acentúa (Adams Jr., 2004; Bourguignon, 2003 y 2004; Datt y Ravallion, 1992; Ravallion, 1995; Fan, Gulati y Thorat, 2008), permiten construir escenarios prospectivos sobre el

impacto que el cambio climático podría tener en la pobreza a través de su incidencia en el ritmo de crecimiento del sector agrícola (Epaulard, 2003; Ravallion y Datt, 2002)<sup>8</sup>.

Para estimar el impacto potencial del clima en la pobreza rural se construyó un escenario base o inercial. A los efectos de construir dicho escenario se supuso que el comportamiento histórico de la tasa de crecimiento promedio per cápita de cada país se mantiene constante hacia 2025, se utilizaron los pronósticos de crecimiento poblacional del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)-División de Población de la CEPAL, y se mantuvo constante la distribución del ingreso. Las proyecciones de este escenario inercial indican que, hacia 2025, la pobreza y la indigencia rurales en América Latina se reducirían considerablemente menos debido al efecto del cambio climático en la agricultura<sup>9</sup>. Ello muestra que el cambio climático incide en la pobreza rural y afecta los objetivos de política social de la región.

## D. El reto hídrico y el cambio climático

En América Latina y el Caribe hay una gran disponibilidad de recursos hídricos distribuidos de forma heterogénea entre las subregiones y los países (Magrin y otros, 2007). La disponibilidad de agua es de alrededor de 13.867 billones de metros cúbicos ( $m^3$ ), lo que equivale a 22.162  $m^3$  de agua per cápita. En 2014 se extrajeron 329.728 millones de metros cúbicos<sup>10</sup>, entre los cuales el 71% se destinó al uso agrícola, el 17% al consumo doméstico y el 12% al uso industrial (véase el gráfico II.8).

El cambio climático pone en riesgo la disponibilidad de agua<sup>11</sup>; al mismo tiempo, la demanda para el consumo humano aumenta a medida que mejora el ingreso y crece la población. En dicha demanda inciden el costo del suministro, el precio de otros bienes, las características demográficas y socioeconómicas de los hogares, y el clima, en particular la temperatura y la precipitación (véase el cuadro II.5).

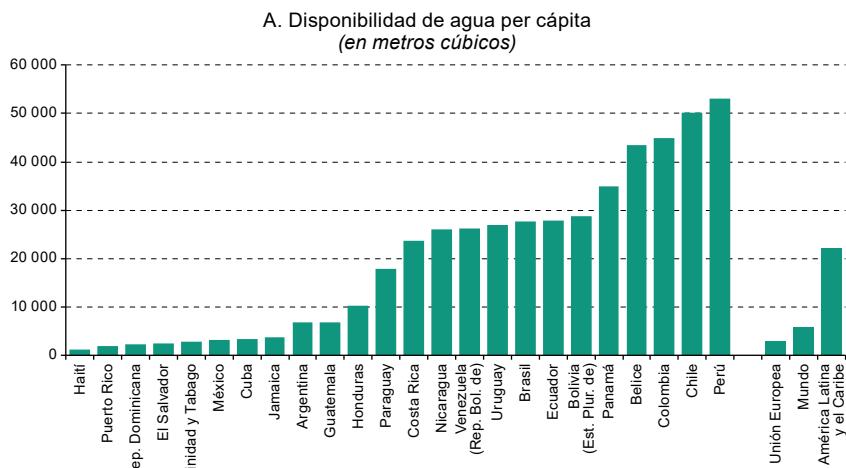
<sup>8</sup> Además, existe otra relación entre el crecimiento económico y la pobreza, de naturaleza inversa, si se considera que la reducción de la pobreza contribuiría al crecimiento económico a largo plazo (Aghion, Caroli y García-Peñalosa, 1999; Alesina y Rodrik, 1994).

<sup>9</sup> Véanse más datos del modelo en Galindo y otros (2014).

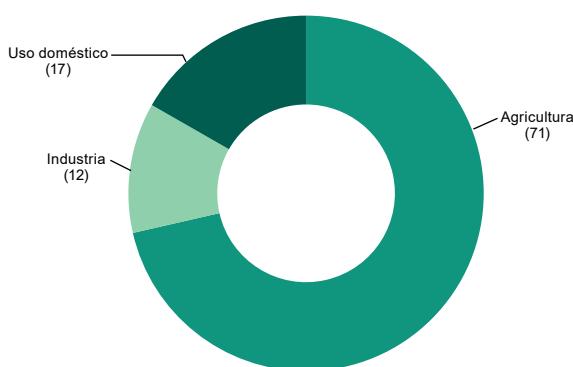
<sup>10</sup> Véase Banco Mundial (2019).

<sup>11</sup> Otra fuente de presión proviene de los procesos de deforestación. De acuerdo con Antonio Nobre, del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil, la evapotranspiración de la selva amazónica constituye un importante río aéreo, de mayor caudal que el río Amazonas mismo, que, tras ser redireccionado por la cordillera andina, precipita en el Cono Sur y abastece zonas urbano-rurales como las de São Paulo, Río de Janeiro y Buenos Aires. Este fenómeno, que podría estar en peligro debido al proceso de deforestación en curso (Nobre, 2014), explica la radical diferencia entre la zona oriental selvática y la occidental desértica de la cordillera andina, así como la ausencia de fenómenos meteorológicos extremos en la costa atlántica del Brasil.

**Gráfico II.8**  
**América Latina y el Caribe (24 países): disponibilidad de agua per cápita, por país, y distribución del uso en el total de la región, 2014<sup>a</sup>**



B. Distribución del uso de agua, por sector  
*(en porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>.

**Nota:** Los datos de disponibilidad de agua per cápita corresponden a los flujos de agua dulce internos y se refieren a los recursos renovables internos (flujos de ríos internos y agua subterránea de la lluvia) de cada país. Los datos de la distribución del uso corresponden al agua extraída de su fuente para un uso determinado. La extracción para la agricultura son los retiros totales destinados al riego y la producción de ganado; el uso doméstico incluye el agua potable, el uso o el suministro municipal y el uso destinado a los servicios públicos, los establecimientos comerciales y los hogares, y el rubro industria corresponde a la extracción total para uso industrial directo (lo que abarca los retiros destinados a la refrigeración de las centrales termoeléctricas).

<sup>a</sup> Último dato disponible.

Cuadro II.5

**Metaanálisis de la elasticidad precio e ingreso de la demanda de agua, 1997-2014**

Autor	Método	Elasticidad	
		Precio	Ingreso
Espey, Espey y Shaw (1997)	Metaanálisis	Corto plazo: -0,38 (de -0,03 a -2,23)	
		Largo plazo: -0,64 (de -0,10 a -3,33)	
Dalhuisen y otros (2003)	Metaanálisis	-0,41	0,43
Arbués, García-Valiñas y Martínez-Espíñeira (2003)	Encuesta		De 0,1 a 0,4
Strand y Walker (2005)	Variables instrumentales	-0,3	
Olmstead, Hanemann y Stavins (2007)	Modelo de elección discreta/continua	-0,33	
Worthington y Hoffman (2008)	Encuesta	Corto plazo: de 0 a -0,5	
		Largo plazo: de -0,5 a -1	
Nauges y Whittington (2009)	Encuesta	De -0,3 a -0,6	De 0,1 a 0,3
Grafton y otros (2011)	Variables instrumentales	-0,429	0,11
Sebri (2014)	Metaanálisis	-0,365 (de -3,054 a -0,002)	0,207 (de -0,440 a 1,560)

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624), Santiago, 2015; M. Espéy, J. Espéy y W. Shaw, "Price elasticity of residential demand for water: a meta-analysis", *Water Resources Research*, vol. 33, N° 6, Hoboken, Wiley, 1997; J. Dalhuisen y otros, "Price and income elasticities of residential water demand: a meta-analysis", *Land Economics*, vol. 79, N° 2, Madison, University of Wisconsin Press, 2003; F. Arbués, M. García-Valiñas y R. Martínez-Espíñeira, "Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review", *The Journal of Socio-Economics*, vol. 32, N° 1, Amsterdam, Elsevier, 2003; J. Strand e I. Walker, "Water markets and demand in Central American cities", *Environment and Development Economics*, vol. 10, N° 3, Cambridge, Cambridge University Press, 2005; S. Olmstead, W. Hanemann y R. Stavins, "Water demand under alternative price structures", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 54, N° 2, Amsterdam, Elsevier, 2007; A. Worthington y M. Hoffman, "An empirical survey of residential water demand modelling", *Journal of Economic Surveys*, vol. 22, N° 5, Hoboken, Wiley, 2008; C. Nauges y D. Whittington, "Estimation of water demand in developing countries: an overview", *The World Bank Research Observer*, vol. 25, N° 2, Washington, D.C., Banco Mundial, 2009; Q. Grafton y otros, "Determinants of residential water consumption: evidence and analysis from a 10-country household survey", *Water Resources Research*, vol. 47, N° 8, Hoboken, Wiley, 2011; M. Sebri, "A meta-analysis of residential water demand studies", *Environment, Development and Sustainability*, vol. 16, N° 3, Berlin, Springer, 2014.

**Nota:** Espéy, Espéy y Shaw (1997) utilizaron 24 artículos con 124 elasticidades precio de la demanda de agua residencial en los Estados Unidos. Dalhuisen y otros (2003) utilizaron 64 estudios que dieron como resultado 296 elasticidades precio y 161 elasticidades ingreso. Arbués, García-Valiñas y Martínez-Espíñeira (2003) estudiaron la estimación de la demanda de agua residencial; sin embargo, pocos de los estudios considerados se publicaron después de 1990. Strand y Walker (2005) calcularon la demanda de agua en 17 ciudades de Centroamérica y la República Bolivariana de Venezuela. Olmstead, Hanemann y Stavins (2007) usaron un modelo estructural de elección discreta-continua en datos de hogares de 11 áreas urbanas de los Estados Unidos y el Canadá. Nauges y Whittington (2009) recopilaron estudios de Centroamérica (El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá), la República Bolivariana de Venezuela, África (Kenya y Madagascar) y Asia (Arabia Saudita, Camboya, Filipinas, Indonesia, Sri Lanka y Viet Nam). Grafton y otros (2011) estimaron la demanda de agua residencial en diez países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (Australia, Canadá, Chequia, Francia, Holanda, Italia, México, Noruega, República de Corea y Suecia). Sebri (2014) identificó 100 estudios sobre demanda de agua residencial, de los cuales obtuvo 638 estimaciones de la elasticidad precio; en lo que respecta a la elasticidad ingreso contó con 72 estudios, de los cuales obtuvo 332 elasticidades.

El cambio climático modifica los patrones de precipitación, la humedad del suelo y la escorrentía; además, contribuye al derretimiento de los glaciares, que incide en la disponibilidad y la trayectoria del consumo hídrico (véase el anexo A1 para conocer las variaciones esperadas por subregión en América Latina y el Caribe). Un aumento de la temperatura se traducirá en un aumento de la demanda de agua que intensificará las presiones sobre este recurso (Sebri, 2014). Por ejemplo, se espera que, al acentuarse el cambio climático, aumente el número de personas en situación de estrés hídrico (IPCC, 2008, 2014a; CEPAL, 2015a)<sup>12</sup>. Este impacto es evidente en la región.

A modo de ejemplo, en Colombia se observa una disminución del caudal de los ríos Magdalena y Cauca, y lo mismo ocurre en Centroamérica, donde los ríos expresan los efectos de una tendencia a la sequía (Carmona Duque y Poveda Jaramillo, 2011; Dai, 2011; CEPAL, 2015a). Hay un rápido retroceso y derretimiento de los glaciares andinos de Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia, el Ecuador, el Perú y Venezuela (República Bolivariana de): se ha perdido un área de entre el 20% y el 50%, principalmente desde finales de la década de 1970, y dicha pérdida está asociada al aumento de la temperatura. Esto reduce la disponibilidad del recurso hídrico (Magrin y otros, 2014; Bradley y otros, 2009) en sus respectivas cuencas y en varias ciudades. El glaciar Cotacachi del Ecuador ya desapareció, y esto ha afectado la agricultura y el turismo, además de provocar la pérdida de biodiversidad (Vergara y otros, 2009). En Colombia, el volcán nevado de Santa Isabel perdió el 44% de su cubierta de hielo, con la consiguiente pérdida de atractivo turístico. En Chile, el tamaño del glaciar San Quintín ha disminuido rápidamente (PNUMA/CEPAL/GRID-Arendal, 2010).

Por el contrario, el caudal de la laguna Mar Chiquita, en las provincias de Córdoba y Santiago del Estero (Argentina), ha aumentado, así como el de la Laguna de los Patos, en el sur del Brasil, debido al incremento de las precipitaciones y a la reducción de la evapotranspiración causada por el cambio del uso del suelo (IPCC, 2014a; Doyle y Barros, 2011; Saurral, Barros y Lettenmaier, 2008; Magrin y otros, 2014; Marques, 2012; Bucher y Curto, 2012; Pasquini y otros, 2006; Rodrigues y otros, 2010).

<sup>12</sup> El estrés hídrico es un concepto que describe en qué medida la población está expuesta al riesgo de falta de agua. Se considera que una cuenca padece estrés hídrico cuando su disponibilidad de agua por habitante es inferior a 1.000 m<sup>3</sup>/año (tomando como base el promedio histórico de la escorrentía) o cuando el cociente entre la extracción de agua y el promedio anual histórico de escorrentía es superior a 0,4 (IPCC, 2008).

## E. Salud y cambio climático

### 1. La salud y las ciudades

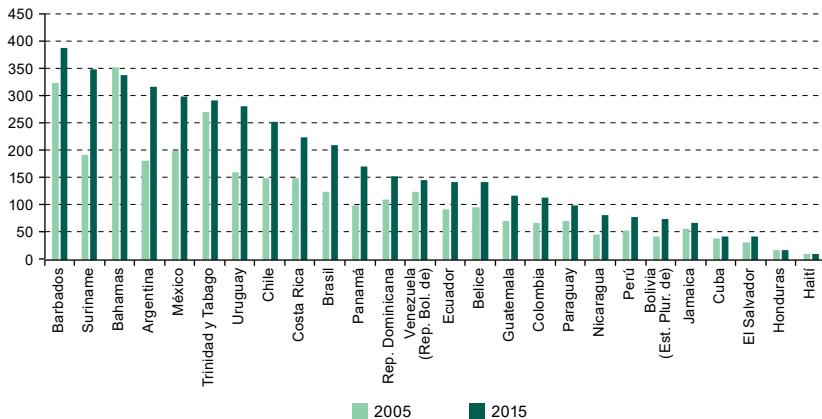
El 70% de los gases de efecto invernadero (ONU-Hábitat, 2011) se emiten en las ciudades, y en ellas se consume el 80% de la energía producida a nivel mundial (Sánchez, 2013). En 1950, solo el 41% de la población de América Latina y el Caribe habitaba en la zona urbana (CEPAL, 2013), pero, en la actualidad, lo hace el 80% (CEPAL/MINURVI/ONU-Hábitat, 2016). Este proceso de urbanización ha tenido consecuencias económicas y sociales favorables, como un mayor dinamismo en las actividades productivas, el desarrollo de los servicios, el aumento de la productividad y el aprovechamiento de economías de escala (CEPAL/MINURVI/ONU-Hábitat, 2016; McGranahan y Satterthwaite, 2014). Sin embargo, la urbanización también ha dado lugar a externalidades negativas, como la contaminación atmosférica, la generación de gases de efecto invernadero, los accidentes viales, la congestión vial, los problemas de salud y la contaminación del agua, que erosionan las bases de sustentación del dinamismo económico (CEPAL, 2015a).

Esta compleja matriz de externalidades negativas es consustancial al actual estilo de desarrollo (Galindo y otros, 2015) y sugiere una trayectoria inercial de largo plazo que es insostenible. Por ejemplo, el transporte en las zonas urbanas de la región tiene costos asociados a los accidentes de tránsito, la congestión vehicular, la construcción de infraestructura que fomenta las emisiones de CO<sub>2</sub> y la contaminación atmosférica, lo que provoca efectos significativos en la salud y el bienestar de la población (Parry y Small, 2005; Bell y otros, 2006; Hernández y Antón, 2014; Borja-Aburto y otros, 1998; Rosales-Castillo y otros, 2001). El aumento del tráfico vehicular incide de forma negativa sobre la productividad (Weisbrod, Vary y Treyz, 2003; Hymel, 2009; Harriet, Poku y Emmanuel, 2013; Salon y otros, 2012; Litman y Laube, 2002; Litman, 2014; Olawale, Adebambo y Boye, 2015; Schwartz y Rosen, 2015; Mpogole y Msangi, 2016). Hay investigaciones empíricas en las que se ha encontrado un vínculo positivo y estadísticamente significativo entre la mayor movilidad y el desarrollo urbano, el aumento de la productividad y el incremento de los ingresos (Prud'homme y Lee, 1999; Cervero, 2001; Graham, 2007; Broersma y Van Dijk, 2007; Hymel, 2009).

Además, de mantenerse el estilo de desarrollo que fomenta el uso del transporte privado, es muy probable que las externalidades negativas se intensifiquen. Por ejemplo, en América Latina y el Caribe ya hay 199 vehículos por cada 1.000 habitantes (véase el gráfico II.9). No obstante, esta cifra es muy inferior al promedio de los países desarrollados (CEPAL, 2014b), entre cuyas tasas de motorización hay diferencias significativas. La tasa de Europa es casi dos veces la de la región (577 vehículos por cada 1.000 habitantes), pero inferior a la de los Estados Unidos y el Canadá (806 vehículos por cada

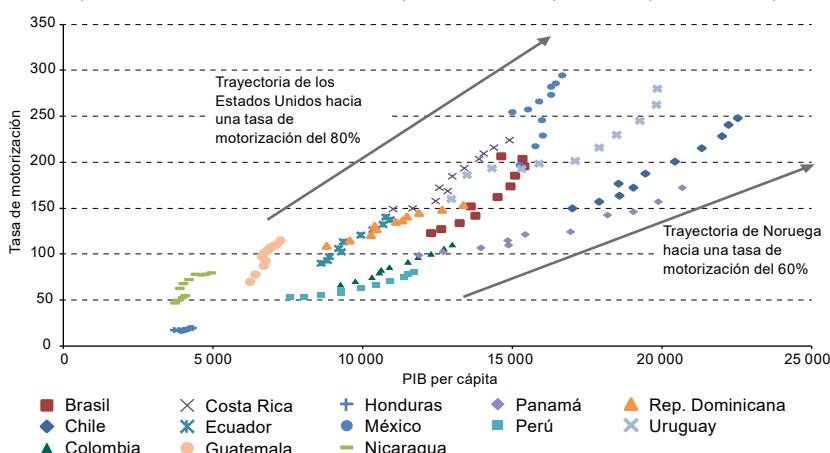
1.000 habitantes), lo que indica que la forma urbana y la disponibilidad y la calidad del transporte público inciden en el uso del automóvil, y, por lo tanto, la región debe decidir sobre el sistema de movilidad urbana (véase el gráfico II.10).

**Gráfico II.9**  
**América Latina y el Caribe (26 países): tasa de motorización, 2005 y 2015**  
*(En número de automóviles por cada 1.000 habitantes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA).

**Gráfico II.10**  
**América Latina (13 países): tasa de motorización, producto interno bruto (PIB) per cápita y comparación con las tendencias de los Estados Unidos y Noruega, 2005-2015**  
*(En número de vehículos a motor por cada 1.000 personas y en dólares<sup>a</sup>)*



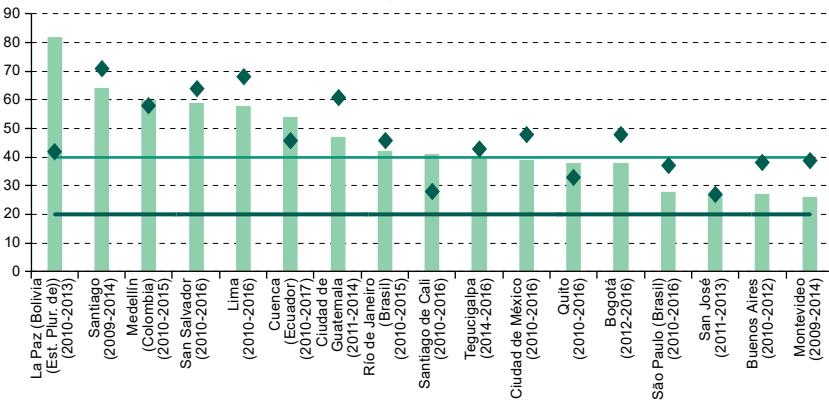
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La ineeficiencia de la desigualdad* (LC/SES.37/3-P), Santiago, 2018; Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA); Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

<sup>a</sup> En paridad del poder adquisitivo a precios constantes de 2011.

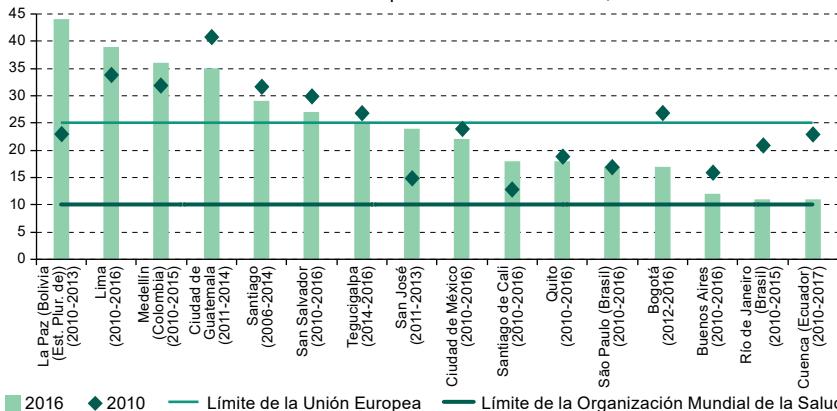
Sin embargo, a pesar de que, en América Latina y el Caribe, el nivel de motorización es relativamente bajo, las normas de salud están peligrosamente rebasadas en un considerable número de ciudades (véase el gráfico II.11). Es importante tomar en cuenta también que las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la quema de combustibles fósiles llevan aparejadas la emisión de otros contaminantes (como las partículas suspendidas y los óxidos de azufre y nitrógeno) que están reglamentados a nivel local y tienen importantes efectos negativos sobre la salud.

**Gráfico II.11**  
**América Latina y el Caribe (20 ciudades): concentración de materia particulada gruesa (MP10) y materia particulada fina (MP2,5), alrededor de 2016**  
*(En  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

A. Concentración promedio anual de MP10



B. Concentración promedio anual de MP2,5



■ 2016    ◆ 2010    — Límite de la Unión Europea    — Límite de la Organización Mundial de la Salud

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Mundial de la Salud (OMS), Ambient Air Pollution Database, 2017 [en línea] <https://www.who.int/airpollution/data/cities/en/>.

El aumento del uso del transporte privado y el consecuente consumo de gasolina es el factor urbano que más aporta a las emisiones de gases de efecto invernadero. Los contaminantes locales asociados se traducen en enfermedades respiratorias, asma y bronquitis, cuyos efectos más pronunciados se observan en la población infantil y en los mayores de 65 años (Cropper y Sahin, 2009; Lozano, 2004; Pino y otros, 2004; Barnett y otros, 2005).

Además, los efectos de la contaminación atmosférica local en la salud de la población se intensifican como consecuencia del cambio climático (IPCC, 2013a). El incremento de la temperatura local en superficie puede desencadenar, con un nivel medio de confianza, retroalimentaciones químicas que aumenten el nivel máximo de ozono y de materia particulada fina (MP2,5), lo que tendría consecuencias negativas para la salud (IPCC, 2013b)<sup>13</sup>. De ahí que no se deba esgrimir el bajo nivel relativo de las emisiones de gases de efecto invernadero en los países de América Latina y el Caribe como argumento para no actuar frente al cambio climático. En su expresión local, esas emisiones dan lugar a una situación que es muy preocupante en las ciudades de la región. Como las emisiones de gases de efecto invernadero y las de contaminantes locales urbanos van aparejadas, actuar sobre las unas y no sobre las otras simplemente no tiene sentido. Como se mostró en el apartado sobre patrones de consumo, sería muy progresivo actuar de forma decidida tanto en el ámbito fiscal como en el de la inversión en infraestructura para mejorar la movilidad pública y contener la privada en las ciudades de América Latina y el Caribe (véase un estudio de caso en el recuadro II.2).

#### Recuadro II.2

#### Ecuador, El Salvador y México: efectos de aplicar un impuesto a las gasolinas sobre el bienestar

Dado que el precio de los combustibles fósiles se cotiza a nivel internacional, la diferencia en el precio final que el consumidor paga por la gasolina en el ámbito nacional se explica, en buena parte, por los impuestos. En cada país se aplican impuestos distintos a la gasolina, y existen dos motivos por los que estos tributos son importantes. En primer lugar, porque son muy recaudatorios, lo que reduce la debilidad de los sistemas de recaudación en América Latina, y porque pueden ser progresivos, pese a los obstáculos que introducen los grupos de interés, si se acompañan de medidas compensatorias como la devolución de montos fijos y la construcción de sistemas de movilidad alternativos. En segundo lugar, estos impuestos pueden utilizarse como instrumentos para internalizar las externalidades causadas por la contaminación, la congestión y los accidentes. Estos argumentos son relevantes para América Latina debido a la baja elasticidad precio de la demanda de las gasolinas y a la creciente tasa de motorización que hay en las ciudades.

<sup>13</sup> MP2,5 se refiere a partículas con un diámetro menor de 2,5 micrómetros.

## Recuadro II.2 (continuación)

Se empleó la metodología de Parry y Small (2005) para estimar un impuesto óptimo a la gasolina en México, el Ecuador y El Salvador, considerando las externalidades negativas generadas por el transporte. Según los resultados de la situación que había en 2014, el impuesto óptimo –desagregado entre el impuesto pigouviano, el impuesto óptimo de Ramsey<sup>a</sup> y el efecto de la congestión sobre la oferta laboral– hubiera sido de 48,2 centavos de dólar en México, 31,2 en el Ecuador y 28,4 en El Salvador (véase el cuadro 1). Estos resultados deben tomarse con precaución debido a la incertidumbre relacionada con el valor de ciertos parámetros. Según un análisis de sensibilidad que se llevó a cabo, el impuesto óptimo se ubicaba entre 28 y 90 centavos de dólar en México, entre 21 y 71 en el Ecuador, y entre 20 y 64 en El Salvador.

**Cuadro 1**  
**México, Ecuador y El Salvador: estimación del impuesto óptimo**  
**a la gasolina, 2014**  
*(En centavos por litro en dólares de 2011)*

Elementos del impuesto óptimo	México	Ecuador	El Salvador
a) Impuesto pigouviano ajustado:	41,8	20,9	20,8
Contaminación por combustible	4,6	4,2	4,6
Contaminación por distancia recorrida	12,0	9,3	9,0
Congestión	11,0	5,8	5,2
Accidentes	14,2	1,6	2,0
b) Impuesto óptimo de Ramsey	6,1	9,9	7,5
c) Efecto de la congestión sobre la oferta laboral	0,3	0,4	0,1
Impuesto óptimo a la gasolina	48,2	31,2	28,4

**Fuente:** F. Hernández y A. Antón, “El impuesto sobre las gasolinas: una aplicación para el Ecuador, El Salvador y México”, Documentos de Proyectos (LC/W.597), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014.

Hay una diferencia importante entre los países en cuanto a los costos asociados a la congestión y a los accidentes, que en el Ecuador y El Salvador son menores que en México. El impuesto por la contaminación que genera el combustible es de poco más de 4 centavos por litro (similar al que se informa en Parry y Small, 2005). En los tres casos, el efecto de la congestión sobre la oferta laboral es un componente muy pequeño respecto al total del impuesto.

En México y el Ecuador, aplicar el impuesto óptimo podría generar una ganancia del 12,9% y el 11,8% en materia de bienestar, respectivamente (véase el cuadro 2). Dicha ganancia se mide como la variación del gasto (en porcentaje) con respecto al gasto inicial en gasolina, antes de impuestos. En El Salvador, la ganancia sería de solamente el 0,6%. Esta diferencia es resultado de la brecha entre el impuesto vigente y el óptimo. Un impuesto a la gasolina de 0 centavos habría dado como resultado un pequeño incremento del bienestar en México en 2014, cuando había un subsidio ocasional. Por otra parte, el impuesto que se cobraba en El Salvador era 2,6 veces inferior al nivel óptimo. Si el tributo hubiera sido de 0 centavos, se habría observado una pequeña reducción del bienestar.

## Recuadro II.2 (conclusión)

Cuadro 2

**México, Ecuador y El Salvador: efectos de aplicar un impuesto a la gasolina sobre el bienestar, 2014<sup>a</sup>**

México			
	Proporción del impuesto óptimo a la gasolina	Impuesto (en centavos/litro)	Cambio en el bienestar (en porcentajes)
Impuesto óptimo $t_F^* = 48,2$	0	0	2,9
	0,25 $t_F^*$	12,0	8,1
	0,50 $t_F^*$	24,1	11,1
	0,75 $t_F^*$	36,1	12,5
	1 ( $t_F^*$ )	48,2	12,9
	1,25 $t_F^*$	60,2	12,6
	1,50 $t_F^*$	72,2	11,7
Ecuador			
	Proporción del impuesto óptimo a la gasolina	Tasa (en centavos/litro)	Cambio en el bienestar (en porcentajes)
Impuesto óptimo $t_F^* = 31,2$	0	0	0,0
	0,25 $t_F^*$	7,8	6,2
	0,50 $t_F^*$	15,6	9,7
	0,75 $t_F^*$	23,4	11,4
	1 ( $t_F^*$ )	31,2	11,8
	1,25 $t_F^*$	39,0	11,4
	1,50 $t_F^*$	46,8	10,4
El Salvador			
	Proporción del impuesto óptimo a la gasolina	Tasa (en centavos/litro)	Cambio en el bienestar (en porcentajes)
Impuesto óptimo $t_F^* = 28,4$	0	0	-1,1
	0,25 $t_F^*$	7,1	-0,3
	0,50 $t_F^*$	14,2	0,2
	0,75 $t_F^*$	21,3	0,5
	1 ( $t_F^*$ )	28,4	0,6
	1,25 $t_F^*$	35,5	0,5
	1,50 $t_F^*$	42,6	0,3

**Fuente:** F. Hernández y A. Antón, “El impuesto sobre las gasolinas: una aplicación para el Ecuador, El Salvador y México”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.597), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014.

<sup>a</sup> Respecto a la tasa vigente, expresado como porcentaje del gasto inicial antes de impuesto.

**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de F. Hernández y A. Antón, “El impuesto sobre las gasolinas: una aplicación para el Ecuador, El Salvador y México”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.597), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014; I. Parry y K. Small, “Does Britain or the United States have the right gasoline tax?”, *American Economic Review*, vol. 95, N° 4, Nashville, Asociación Estadounidense de Economía, 2005.

<sup>a</sup> La regla de Ramsey (1927) sugiere que a los bienes que tienen un alto grado de complementariedad con el ocio se les deben aplicar impuestos altos. Esto se debe a que el ocio puro no es objeto de impuestos; por lo tanto, la segunda mejor solución es gravar con impuestos altos los bienes de mercado que son complementos del ocio. En este caso, la gasolina se considera un complemento débil del ocio.

## **2. Otros efectos y modificación de los vectores que transmiten enfermedades**

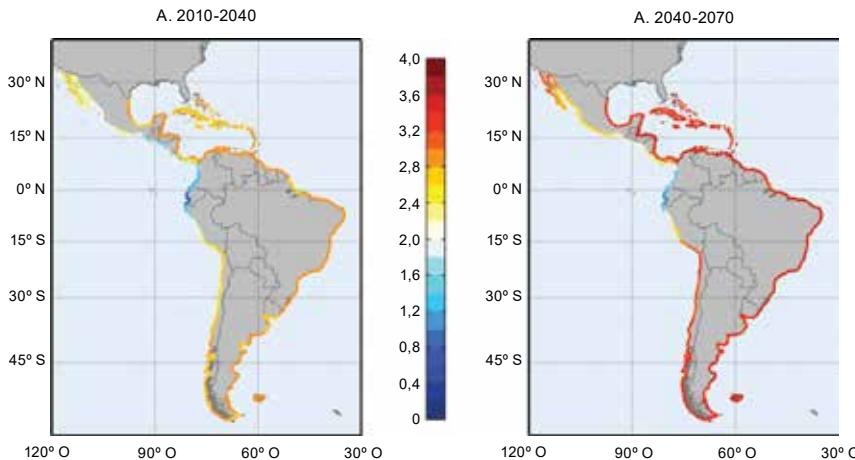
Entre los efectos del cambio climático en la salud se encuentran además otros canales de transmisión de enfermedades, como los siguientes: las olas de calor; el aumento del área de distribución de los vectores de la malaria, el paludismo y el dengue debido a los cambios en materia de precipitación y temperatura; las enfermedades diarreicas debidas a las inundaciones (IPCC, 2007a y 2014b; OMS/OMM/PNUMA, 2008), y las enfermedades respiratorias, la enfermedad de Chagas, el asma bronquial y la bronconeumonía (McMichael, 1993; Schwartz, Levin y Hodge, 1997; Checkley y otros, 2000; Patz y otros, 2000).

En América Latina, los principales efectos sobre la salud asociados al cambio climático son la malaria, el dengue, el estrés por calor y el cólera (Magrin y otros, 2007). El mayor riesgo de trasmisión de la malaria se da en las regiones tropicales y subtropicales de América del Sur (OMS/OMM/PNUMA, 2008). A su vez, el riesgo de contraer dengue es muy sensible a los cambios de temperatura, incluso a los muy pequeños (OMS, 2004; Hales y otros, 2002; Confalonieri y otros, 2007). Según los informes, el Brasil, Honduras, Guatemala y Nicaragua son los países donde hubo el mayor número de casos de dengue entre 1990 y 2007. Y aunque no es fácil atribuir los episodios al cambio climático, el efecto de este en todos estos elementos da como resultado cargas adicionales para los sistemas de salud y más barreras que obstaculizan la superación de la pobreza.

## **F. El impacto que el alza del nivel del mar tiene en las costas**

En la actualidad, el nivel del mar aumenta a un ritmo medio de 3,3 milímetros al año en el mundo y, a finales del siglo XXI, como se mencionó en el capítulo I, puede llegar a aumentar entre 40 y 63 centímetros (IPCC, 2013b). En América Latina y el Caribe, el nivel del mar aumentó entre 2 y 7 milímetros al año entre 1950 y 2008; el menor aumento fue en las zonas del Ecuador y el mayor, en las del norte del Brasil y la República Bolivariana de Venezuela. Las proyecciones realizadas por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria) (CEPAL, 2011b) indican que, entre 2010 y 2040, el mayor aumento ocurrirá en la costa atlántica, particularmente en la costa del norte de América del Sur y en las islas caribeñas. Asimismo, se proyecta que entre 2040 y 2070 el ritmo de subida del nivel promedio del mar se acelerará y podrá llegar a los 3,6 milímetros al año (véase el mapa II.1).

**Mapa II.1**  
**América Latina y el Caribe: aumento promedio del nivel medio del mar,**  
**2010-2040 y 2040-2070**  
*(En milímetros por año)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.447/Rev.1), Santiago, 2011.

En este contexto, junto con el alza del nivel del mar van cambiando el oleaje y su altura, la penetración en tierra, la temperatura superficial del agua, la salinidad, el componente meteorológico de las mareas y la dinámica de los fenómenos extremos (los huracanes y el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur). Esto aumentará la complejidad del impacto y la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y ecológicos de la región. Así, se espera un aumento de la erosión costera, un mayor blanqueamiento de los corales, la reducción de algunos usos turísticos y de la defensa de costa de las playas, una menor operatividad de las infraestructuras portuarias y seguridad de las obras marítimas, y mayor inundación de los ecosistemas (CEPAL, 2012a). En el mapa II.2 se muestra la dinámica costera y el posible impacto de su alteración debido al cambio climático.

Las características físicas y socioeconómicas de la región, donde hay numerosos países insulares en desarrollo y un alto porcentaje de población asentada en zonas costeras, y donde es probable que aumente la construcción de infraestructura en zonas vulnerables, pueden intensificar los efectos del alza del nivel del mar (CEPAL, 2012a). Esto debiera motivar a que se actualicen los procedimientos de autorización para construir en la zona de influencia de la subida del nivel del mar, incluidas las adecuaciones a los requisitos exigibles en las manifestaciones de impacto ambiental y el proceso de ordenamiento territorial. Además, dado que hay vías comunicantes económicas entre países asociados a las decisiones de inversión, como sucede en el caso de la construcción de infraestructura turística, esta actualización debiera coordinarse entre los países de la región que son receptores de inversión extranjera en infraestructura.

**Mapa II.2**  
**América Latina y el Caribe: impacto del cambio climático en las zonas costeras y la dinámica costera**

A. Impacto en la zona costera



- Inundaciones
  - Zonas urbanas afectadas por inundaciones
  - Afectación de infraestructuras por debajo de 1 m
  - >40% de cambio durante los últimos 60 años debido al aumento total del nivel del mar en 100 años (excluye huracanes)
  - >6 mm/año en inundaciones costeras extremas
- Erosión de las playas
  - Cambios de la tasa potencial de transporte de sedimentos
  - Erosión debido a la rotación de las playas

B. Dinámica costera



- Puertos marítimos
  - Posible afectación de la navegación en puertos marítimos debido al aumento de la altura de las olas
  - Reducción de la fiabilidad de las estructuras costeras
  - >0,3 m/año en Hs12 <0,1 mm/año en la altura media anual de las olas
  - Menor aumento del nivel del mar detectado (aproximadamente 1 mm/año)
  - De un 30% a un 40% de cambio en una inundación de 50 años en los decenios de 1950 a 1960 y de 1998 a 2008
  - Cambio de dirección del flujo anual medio de energía (en °C/año)
  - Tendencias marcadas de mareas de tormenta extremas

**Fuente:** Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), “Central and South America”, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Volume II: Regional Aspects*, V. Barros y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 2014.

**Nota:** “Hs 12” se refiere a la “altura de ola significativa”, que es la serie de olas de mayor altura durante 12 horas y que define el nivel de resistencia que debe tener la infraestructura portuaria para mantenerse operativa. “Una inundación de 50 años” se refiere a eventos cuya magnitud es tal que solo se producen cada 50 años. Los hay también de mayores magnitudes y, por tanto, de menor frecuencia y mayor espaciamiento; por ejemplo, de cada 100 años o más.

La pérdida de operatividad y seguridad en los puertos y los daños a la infraestructura tienen costos económicos, sociales y ambientales, y se deberá reevaluar la funcionalidad y operatividad de parte importante de la infraestructura portuaria a los efectos de adaptarla. Este problema se da también en las ciudades costeras, donde la mayor parte de la infraestructura de defensa, transporte, abastecimiento de agua, energía y saneamiento ha sido diseñada para condiciones climáticas que van a cambiar sustancialmente. Por su parte, el sector turístico puede verse afectado por la erosión, el retroceso de las playas, los fenómenos extremos y la aparición de especies

invasivas, como sucede ya con la proliferación del sargazo en amplias zonas del Caribe. A su vez, el impacto del cambio climático en los ecosistemas marinos y costeros se da en un contexto de vulnerabilidad preexistente, fruto de las actividades humanas que se llevan a cabo en torno a ellos (el turismo, la expansión urbana no planificada, la contaminación por fuentes terrestres y la acuicultura), lo que amenaza los recursos pesqueros, los corales y los manglares (IPCC, 2014a; CEPAL, 2012a). Algunos de estos efectos ya son patentes, por ejemplo, el mencionado blanqueamiento del coral mesoamericano, asociado al aumento de la temperatura y la acidificación del mar, y la pérdida de manglares en Centroamérica y América del Sur (Magrin y otros, 2014).

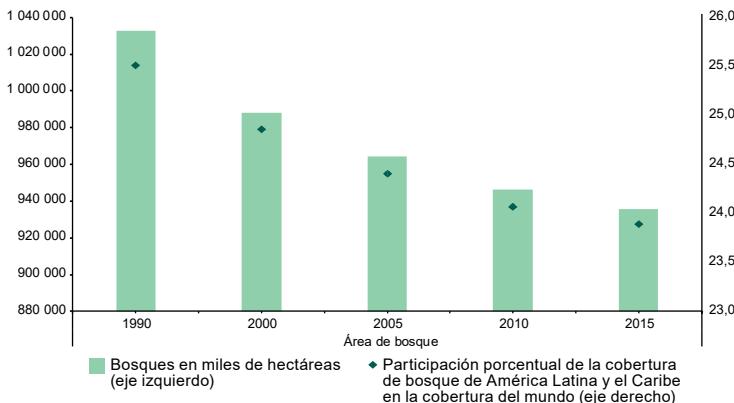
Esto evidencia la necesidad de implementar medidas de adaptación que reduzcan esas vulnerabilidades. Por ello, se deben mejorar las normas del sector de la construcción para que se incorporen los efectos del cambio climático y se asegure que la infraestructura siga funcionando en caso de fenómenos extremos. Además, se deben incluir oficialmente las proyecciones de alza del nivel del mar en los planes de ordenamiento territorial de las zonas costeras y se debe avanzar hacia mecanismos que permitan transferir los riesgos asociados con la infraestructura portuaria y costera a través del mercado de seguros.

## G. Biodiversidad, bosques y cambio climático

En América Latina y el Caribe hay una variedad climática y ecosistémica que da como resultado una gran diversidad biológica (Magrin y otros, 2014; Guevara y Laborde, 2008; Mittermeier, Robles y Mittermeier, 1997; Székely, 2009). Se han identificado 178 regiones ecológicas que representan más del 50% de la biodiversidad del planeta. Además, en la región se encuentran el 21% de las ecorregiones terrestres, el 22% de las de agua dulce y el 16% de las marítimas (CEPAL, 2014b), así como los hábitats del 40% de las especies de flora y fauna del mundo (Galindo y otros, 2017a). Entre el 25% y el 50% de las especies de América Latina y el Caribe son endémicas (Herzog y otros, 2011) y son particularmente susceptibles a los efectos del cambio climático debido a sus dificultades para adaptarse a hábitats diferentes (IPCC, 2002). Hay además un gran patrimonio forestal integrado por 935 millones de hectáreas de bosques, que en 2015 representaba el 23% del total mundial (véase el gráfico II.12) y cuya área disminuye debido al cambio de uso del suelo. El 47% de los bosques eran primarios, lo que equivalía al 34% de los bosques primarios del mundo<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Las áreas de bosque se calcularon a partir de FAO (2015).

**Gráfico II.12**  
**América Latina y el Caribe: cobertura de bosque, 1990-2015**  
*(En miles de hectáreas y en porcentajes)*



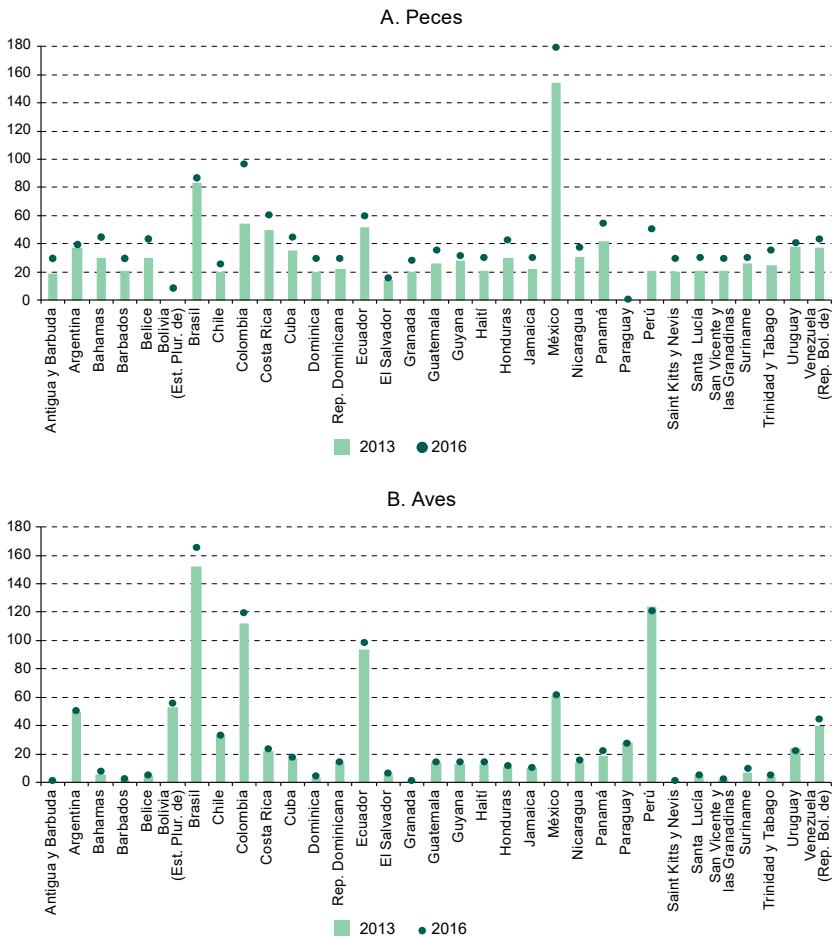
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), *La evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: compendio de datos*, Roma, 2015.

**Nota:** FAO (2015) es el último dato disponible a la fecha de redacción del texto. Los totales de la región se basan en los países respecto de los cuales hay una serie de tiempo completa correspondiente a los años analizados: 1990, 2000, 2005, 2010 y 2015.

Esta riqueza natural de la región está en riesgo como consecuencia de una compleja matriz de factores que intensifica el cambio climático. Este acentúa la pérdida de biodiversidad, altera el hábitat y favorece las especies invasoras, a lo que se suma el deterioro directo por sobreexplotación y contaminación. Los efectos negativos en la biodiversidad de la región se explican por la gran sensibilidad de los ecosistemas y la dificultad de las especies para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas (Magrin y otros, 2014). Por ello, se esperan consecuencias negativas para las poblaciones dependientes de la agricultura, la pesca y el turismo, que necesitan que los recursos biológicos y ecosistémicos se conserven.

En la región se encuentran 5 de los 20 países del mundo donde hay mayor número de especies de fauna amenazadas (Brasil, Colombia, Ecuador, México y Perú), y 7 de los 20 donde hay mayor número de especies de plantas amenazadas (Brasil, Colombia, Cuba, Jamaica, México, Panamá y Perú) (PNUMA, 2010). Esto quiere decir que la biodiversidad ya es vulnerable en la región y está amenazada de base por la destrucción del hábitat y la sobreexplotación de las especies, a lo que se suma el efecto del cambio climático sobre los biomas. A su vez, la transformación del paisaje debido al cambio del uso del suelo alimenta el cambio climático. En el gráfico II.13 se presenta el número de especies amenazadas de aves y peces.

**Gráfico II.13**  
**América Latina y el Caribe (33 países): especies amenazadas, por grupo taxonómico, 2013 y 2016**  
*(En unidades)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

**Nota:** Las especies amenazadas son el número de especies que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha clasificado como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras, indeterminadas, fuera de peligro o insuficientemente conocidas.

El cambio climático se intensifica debido a procesos como el cambio de uso del suelo y la deforestación, que son los mismos que tienen un fuerte impacto sobre la biodiversidad en América Latina. Por ejemplo, el cambio de uso del suelo ya ha creado seis puntos críticos en lo que respecta a la pérdida de biodiversidad: Mesoamérica, la ecorregión terrestre prioritaria

Chocó-Darién-Ecuador occidental, los Andes tropicales, la zona central de Chile, el bosque atlántico brasileño y el Cerrado brasileño (Mittermeier y otros, 2005). La deforestación puede llevar a que en la selva amazónica se supere un umbral crítico que, dado el aumento de la temperatura y el cambio en los patrones de precipitación, ocasionaría daños irreversibles a la biodiversidad (IPCC, 2014a). Así, el cambio climático acelerará la pérdida de especies de flora y fauna, deteriorará los ecosistemas y aumentará la pérdida de los bienes y servicios que estos brindan. Los ecosistemas que las actividades humanas ya han afectado negativamente resultarán aún más afectados (véase el mapa II.3).

**Mapa II.3**  
**América Latina: impacto esperado del cambio climático en la biodiversidad, 2050**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (CEPAL/PNUMA), *Gráficos Vitales del Cambio Climático para América Latina y El Caribe* (DEW/1327/PA), Santiago, 2010.

Además, las transformaciones de la biodiversidad tienen efectos colaterales en el clima. Por ejemplo, en la cuenca del Amazonas, el 50% de las lluvias se origina por la evaporación de la superficie y por el agua que la vegetación transpira. La reducción de esa cobertura conduciría a una disminución del 20% de la lluvia y al aumento de la temperatura de la superficie (IPCC, 2007a; Nobre, 2014).

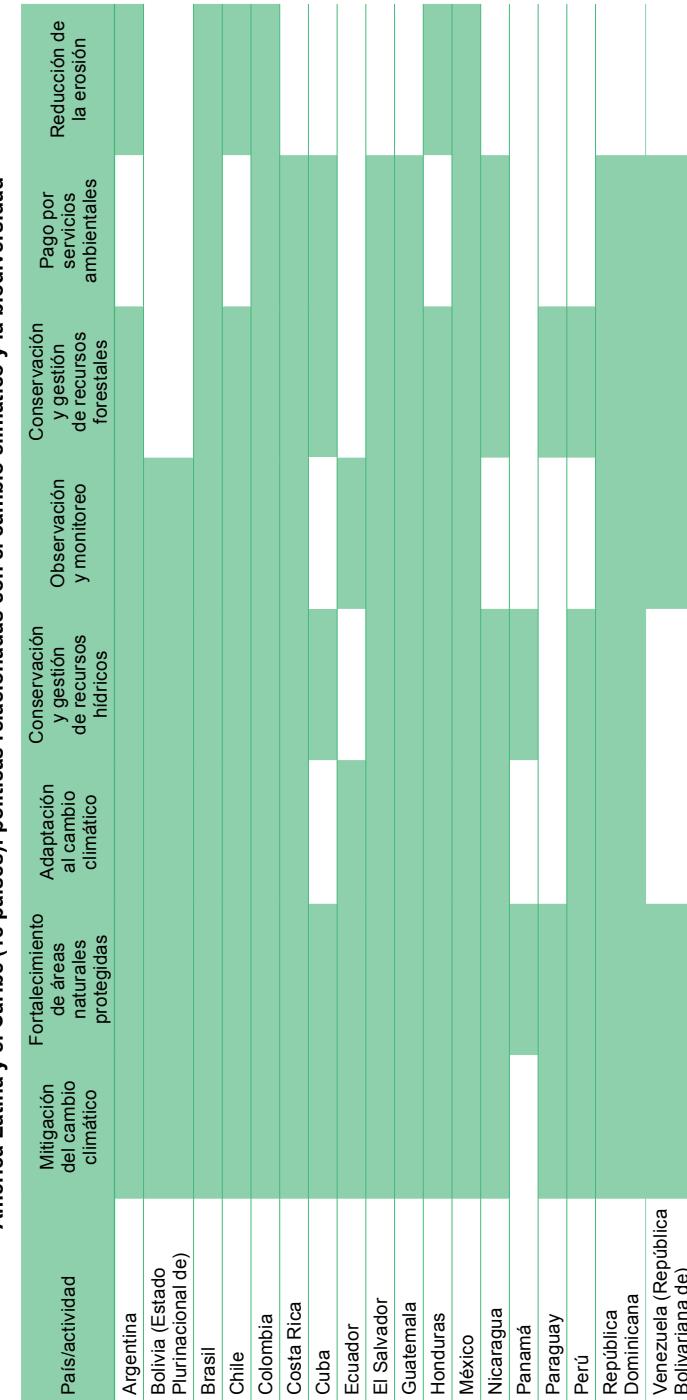
La importancia económica, social y ambiental de la conservación de la biodiversidad radica en los bienes y servicios que aporta a las actividades económicas y el bienestar social. Los ecosistemas ofrecen cuatro tipos de servicios (Galindo y otros, 2017a):

- i) Los servicios de aprovisionamiento que se obtienen como comida o insumos productivos. Por ejemplo, la conservación de las zonas costeras, los manglares y los arrecifes de coral es esencial para la productividad de las actividades pesqueras (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).
- ii) Los servicios de regulación provistos a partir de los procesos naturales de los ecosistemas, como la formación del suelo, el ciclo de los nutrientes y la producción primaria, que mantienen las condiciones de vida en el planeta (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).
- iii) Los servicios de soporte provistos de manera indirecta por los procesos naturales de los ecosistemas, como el mejoramiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el mantenimiento de los ciclos de nutrientes y la purificación del agua (López y Montes, 2011; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Por ejemplo, la calidad del agua en las fuentes naturales y los flujos de agua temporales son regulados por la vegetación, los microorganismos y el mismo suelo.
- iv) Los servicios culturales, que son beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, la belleza escénica, la inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Por ejemplo, la belleza estética que ofrece la biodiversidad permite el desarrollo de actividades como el ecoturismo, que explica el 7% del turismo mundial (Gómez y Ortega, 2007).

En la región hay una amplia gama de políticas destinadas a promover la adaptación al cambio climático, mitigarlo y conservar la biodiversidad (véase el cuadro II.6) (Galindo y otros, 2017a), y ya hay 4 millones de km<sup>2</sup> de áreas protegidas, que representan el 20% del total mundial (CEPAL/OIT/FAO, 2012; PNUMA, 2010; CEPAL, 2015a). Asimismo, en los planes y programas de respuesta al cambio climático de varios países se han ido incorporando estrategias, actividades y proyectos relacionados con la adaptación basada en los ecosistemas (Vergara y otros, 2014). Dado que los ecosistemas son amortiguadores naturales de los fenómenos climáticos extremos, si esas medidas se ejecutaran mediante procesos de gestión adecuados podrían llegar a ser más eficientes y eficaces que la creación de estructuras físicas de ingeniería (Colls, Ash e Ikkala, 2009)<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Por ejemplo, se podrían utilizar manglares en lugar de rompeolas artificiales, la forestación de las cuencas altas para retener los suelos y evitar la sedimentación en las zonas bajas, o la reforestación como protección contra los deslaves, entre otros.

**América Latina y el Caribe (18 países): políticas relacionadas con el cambio climático y la biodiversidad**



Fuente: L. Galindo y otros, "Procesos de adaptación al cambio climático: análisis de América Latina", *Síntesis de Políticas Públicas sobre Cambio Climático*, Santiago, Unión Europea/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017.

## H. Administración del riesgo asociado a los fenómenos climáticos extremos

Los fenómenos climáticos extremos se pueden convertir en eventos desastrosos para las actividades económicas, las condiciones sociales y los ecosistemas. Por consiguiente, su efecto es el de un choque, aleatorio en su magnitud y ubicación geográfica, que perturba la estabilidad económica y social (Murlidharan y Shah, 2001; CEPAL, 2015a). Los efectos netos dependen de las condiciones nacionales y locales, y del período considerado. En general, los fenómenos climáticos extremos tienen un efecto negativo coyuntural sobre el bienestar de la población, que no necesariamente se refleja en la trayectoria del PIB<sup>16</sup>. Asimismo, tienen un efecto débil o difícil de cuantificar en el mediano y largo plazos<sup>17 18</sup>. Entre los factores que determinan el efecto destacan el tipo de desastre y su severidad, el sector afectado, la estructura y la composición de la economía, y el ingreso per cápita<sup>19</sup>.

Los efectos de los desastres naturales son más fuertes en los países en desarrollo que en los países avanzados, y el sector agrícola normalmente los sufre de manera más intensa (Fomby, Ikeda y Loayza, 2013; Benson y Clay, 2004; CEPAL, 2015a). Por ejemplo, el impacto de las sequías más severas sobre el crecimiento del PIB es del -1% y, sobre el crecimiento agrícola, del -2,2% (véase el cuadro II.7). Esto sugiere que las regiones como Centroamérica y el Caribe son particularmente sensibles a los desastres naturales (Martine y Guzman, 2002) por su menor tamaño y exposición. Los países más grandes tienen más opciones para compensar su efecto. Los fenómenos climáticos extremos y el deterioro de los ecosistemas gatillan procesos de retroalimentación; por ejemplo, la deforestación y la destrucción de los manglares aumentan la vulnerabilidad en las costas y otras áreas geográficas (Ruth y Ibarrarán, 2009; Mechler, 2009).

<sup>16</sup> En este sentido, en algunas regiones las inundaciones constituyen una excepción, ya que se traducen posteriormente en un aumento de la productividad agrícola (Loayza y otros, 2009).

<sup>17</sup> Se consideran de mediano plazo los períodos de uno a tres años. Los efectos de largo plazo son difíciles de identificar debido a los problemas para definir una línea base (Kahn, 2005).

<sup>18</sup> Albala-Bertrand (1993), Benson y Clay (2003), Hochrainer (2006), Loayza y otros (2009), Murlidharan y Shah (2001).

<sup>19</sup> Haab y McConnell (2003), Freeman, Herriges y Kling (2003), Ruth y Ibarrarán (2009), Loayza y otros (2009), Hallegatte y Przyluski (2010), Charvériat (2000), Rasmussen (2004).

**Cuadro II.7**  
**Efecto de los desastres naturales sobre el crecimiento económico**  
*(En porcentajes)*

Desastre natural	Efecto sobre el crecimiento del PIB	Efecto sobre el crecimiento agrícola	Efecto sobre el crecimiento industrial	Efecto sobre el crecimiento de los servicios
Sequías	-1,0***	-2,2***	-1,0*	0,3
Inundaciones	0,3	0,6	0,1	0,4
Terremotos	-0,0	-0,1	0,3	0,0
Tormentas	-0,9**	-0,8**	-0,9	-0,9

**Fuente:** N. Loayza y otros, "Natural disasters and growth: going beyond the averages", *Policy Research Working Paper*, N° 4980, Washington, D.C., Banco Mundial, 2009.

**Nota:** \* significativo al 10%; \*\* significativo al 5%; \*\*\* significativo al 1%. Los efectos se estiman sobre la tasa de crecimiento del producto y no sobre el nivel del producto. De esta manera, una sequía severa podría reducir el crecimiento del PIB total y del PIB industrial en un 1%, mientras que el crecimiento del PIB agrícola se reduciría en un 2,2%.

Los desastres naturales tienen además efectos colaterales, por ejemplo, en las finanzas públicas y la infraestructura, además de provocar pérdidas en la propiedad, cambios del modo de vida y desarticulación del transporte y el comercio internacional, al tiempo que refuerzan las trampas de la pobreza (Caballeros-Otero y Zapata, 1995; Murlidharan y Shah, 2001; Mechler, 2009). Los desastres naturales inciden negativamente en las condiciones sociales y por lo general lo hacen con mayor fuerza en los pobres (sobre todo en las personas mayores y los niños), pues estos suelen vivir en áreas de mayor riesgo, dependen de una sola fuente de ingreso, no tienen activos ni ahorros amortiguadores, no acceden al crédito y a los seguros, y tienen menos educación para enfrentar esos desastres (Kalkstein y Sheridan, 2007; Pelling, Özerdem y Barakat, 2002; Kahn, 2005; Kelly y Adger, 2000). La variabilidad climática es, como se dijo en el apartado sobre el impacto en las actividades agrícolas, uno de los principales factores que ocasionan fluctuaciones en los ingresos de ese sector, lo que afecta con más fuerza a los grupos de ingresos más bajos, que después de un choque climático pueden tardar hasta un decenio en recuperar el acervo de ganado (Dercon, 2006; Rosenzweig y Binswanger, 1993; Rasmussen, 2004).

Los desastres naturales también tienen repercusiones a largo plazo; por ejemplo, afectan la educación, pues aumentan la inasistencia escolar que después no se recupera. A la vez, incrementan la malnutrición, lo que reduce las habilidades cognitivas (Banco Mundial, 2010), con los consiguientes efectos en la productividad y los ingresos a largo plazo (CEPAL, 2015a). Al evaluar esos efectos siempre se debe tener en cuenta que gran parte de la población de la región vive en condiciones de vulnerabilidad (Cecchini y otros, 2012; Galindo y otros, 2014a).

## Capítulo III

### **Centroamérica y el Caribe: dos casos extremos de la asimetría entre bajas emisiones y alta vulnerabilidad**

En América Latina y el Caribe, dos subregiones destacan por su gran vulnerabilidad al cambio climático y por su reducida participación en la generación de emisiones: Centroamérica y el Caribe. Las particularidades climáticas, geográficas y socioeconómicas de estas subregiones justifican su análisis por separado. En este capítulo, se presenta el perfil de emisiones de los países de estas dos subregiones y se lleva a cabo un ejercicio de proyección a 2030 en el contexto de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN). Asimismo, se discuten los efectos potenciales del cambio climático, el aumento de la temperatura y el incremento del nivel del mar. Se analizan también la ocurrencia y los efectos de los fenómenos extremos y, en el caso particular del Caribe, se discute la iniciativa de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) para el canje de deuda por adaptación al cambio climático.

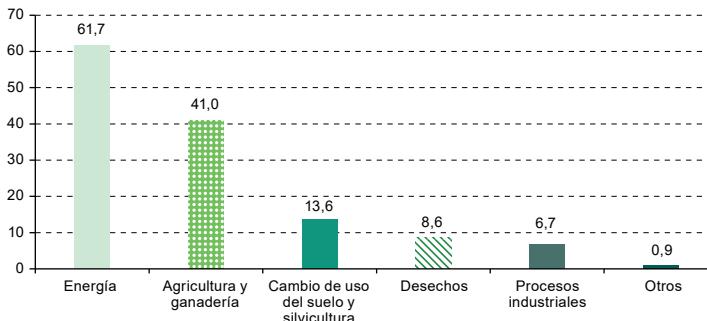
#### **A. Las emisiones de gases de efecto invernadero en Centroamérica**

Centroamérica es un caso paradigmático de la asimetría entre la emisión de gases de efecto invernadero y la vulnerabilidad ante el cambio climático: es una de las zonas más vulnerables del mundo, pese a que en 2016 solo se emitieron alrededor de 132 megatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente

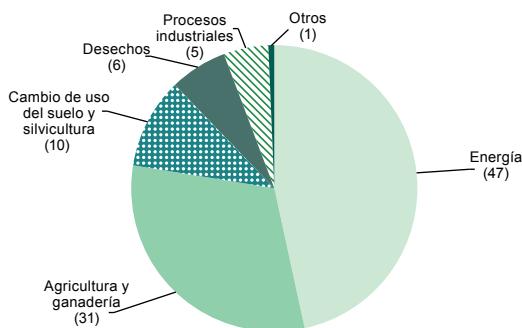
(Mt de CO<sub>2</sub> eq), lo que representa el 0,26% de las emisiones mundiales<sup>1</sup>. El sector de la energía<sup>2</sup> es la mayor fuente de emisiones y representa el 47% del total, y la generación de energía eléctrica es la actividad más intensiva en cuanto al uso de combustibles fósiles. El segundo rubro más emisor es la agricultura y la ganadería, con el 31%. El tercer rubro es el cambio de uso del suelo, con el 10% (véase el gráfico III.1).

**Gráfico III.1**  
**Centroamérica: emisiones de gases de efecto invernadero, 1990-2016**

A. Emisiones por sector, 2016  
(en miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)



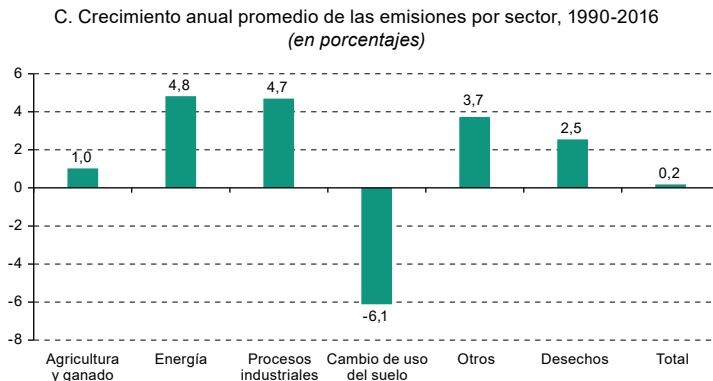
B. Estructura sectorial de las emisiones, 2016  
(en porcentajes)



<sup>1</sup> En los países de Centroamérica se emiten 2,8 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t de CO<sub>2</sub> eq) per cápita, frente a una media mundial de 6,7 t de CO<sub>2</sub> eq.

<sup>2</sup> Según las *Direcciones del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (IPCC, 2006), el sector energético comprende, principalmente: la exploración y explotación de las fuentes primarias de energía, la conversión de las fuentes primarias de energía en formas más utilizables en refinerías y centrales eléctricas, la transmisión y distribución de los combustibles y el uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles. Las emisiones surgen de estas actividades por combustión y como emisiones fugitivas, o por escape sin combustión.

Gráfico III.1 (conclusión)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAPhist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, Göttingen, Copernicus Publications, 2016; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Base de Datos Estadísticos Sustantivos de la Organización (FAOSTAT) [en línea] <http://www.fao.org/faostat/en/>.

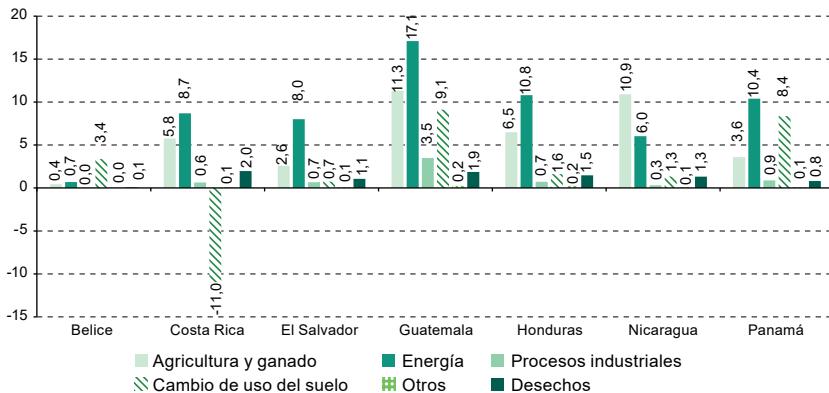
Entre 1990 y 2016, las emisiones aumentaron a una tasa del 0,2% anual. En ese período, las emisiones de los sectores de la energía y los procesos industriales fueron las que crecieron a mayor velocidad, a saber, a aproximadamente el 4,8% anual en promedio, mientras que las emisiones debidas al cambio de uso del suelo se redujeron a un ritmo anual promedio del 6,1%.

Se observan importantes diferencias en la trayectoria de las emisiones de los distintos países<sup>3</sup>. Por ejemplo, en Costa Rica se absorben emisiones gracias al cambio de uso del suelo, mientras que en Guatemala, Panamá y Belice hay una cantidad importante de emisiones derivadas del mismo rubro. Por otro lado, el sector de la energía y el de la agricultura desempeñan un papel relevante en la emisión de gases de efecto invernadero en todos los países (véase el gráfico III.2).

En la matriz energética de Centroamérica hay una importante penetración de energías renovables, gracias a lo cual se depende menos de la importación de combustibles fósiles para generar energía eléctrica, lo que otorga seguridad energética, al tiempo que ofrece ventajas en los frentes ambiental, económico y social, simultáneamente (véase el gráfico III.3).

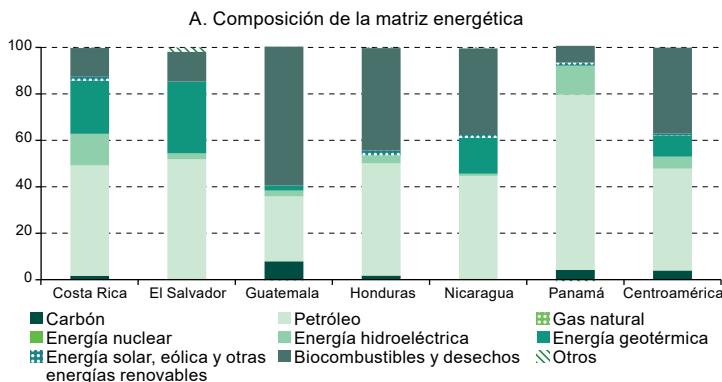
<sup>3</sup> Aunque en los países se dispone de información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero sobre la base de los inventarios nacionales, dicha información no es continua y solo se encuentra disponible en relación con años diversos. Por ese motivo se utilizan Gütschow y otros (2018) y FAO (2019) a los efectos de armonizar el análisis.

**Gráfico III.2**  
**Centroamérica (7 países): emisiones por sector y país, 2016**  
*(En megatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)*

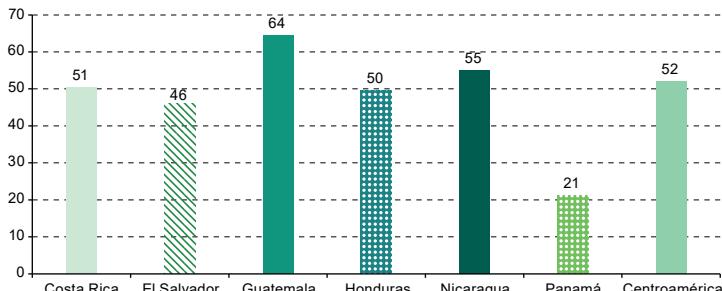


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Güttschow y otros, "The PRIMAPhist national historical emissions time series (18502016)", Potsdam, 2018 [en línea] <http://dataservices.gfz-potsdam.de/pik/showshort.php?id=escidoc:3842934>.

**Gráfico III.3**  
**Centroamérica (6 países): matriz energética, 2016**  
*(En porcentajes)*



**B. Participación de las fuentes renovables en la oferta total de energía**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de la Energía (IEA).

## **1. Las emisiones y el cambio de uso del suelo en Centroamérica**

Los bosques y ecosistemas naturales ocupan una considerable extensión del territorio de los países centroamericanos. Se estima que, en 2016, las áreas boscosas abarcaban conjuntamente 20,1 millones de hectáreas, lo que corresponde al 39% de la extensión territorial de la región. Estos bosques cumplen con diversas funciones relevantes para las actividades económicas y el bienestar social, como recargar los acuíferos, capturar y almacenar carbono, proporcionar valores culturales, recreativos y de belleza escénica, así como albergar especies de flora y fauna en una variedad de ecosistemas. Sin embargo, se observa que en la actualidad hay una fuerte presión sobre las áreas boscosas como consecuencia de la actividad antropogénica directa e indirecta, y que muchas de estas funciones no se reconocen en términos monetarios, lo que está contribuyendo a su deterioro.

En 1990, la cobertura forestal de Centroamérica, independientemente de su estado, era de 27 millones de hectáreas. Esa extensión fue decreciendo de forma casi lineal hasta reducirse a 20 millones en 2016 (véase el gráfico III.4). Ello sugiere una tasa de deforestación promedio de 27.000 ha/año en el período 1990-2016. No obstante, la reducción de la cobertura forestal no ocurre de manera homogénea en la región, sino que presenta diferencias importantes entre los países. Por ejemplo, la deforestación acumulada en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua desde 1990 ha sido particularmente elevada (véase el gráfico III.4). La tendencia opuesta se observa en Costa Rica, donde el ritmo de deforestación ascendía a 18.800 ha/año entre 1990 y 2000, y se pasó a una tasa de reforestación de aproximadamente 25.600 ha/año en el período 2001-2016.

Gráfico III.4

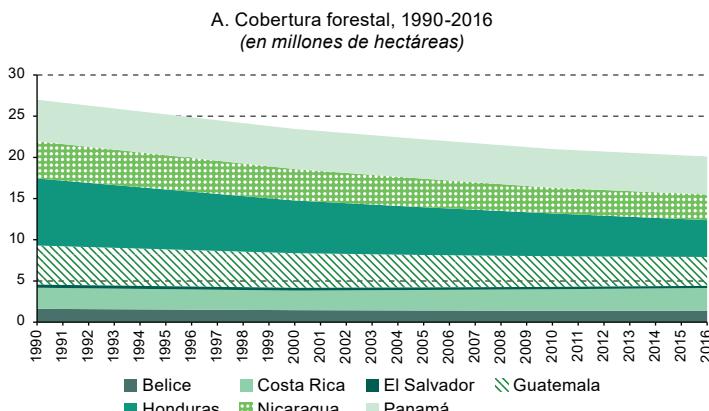
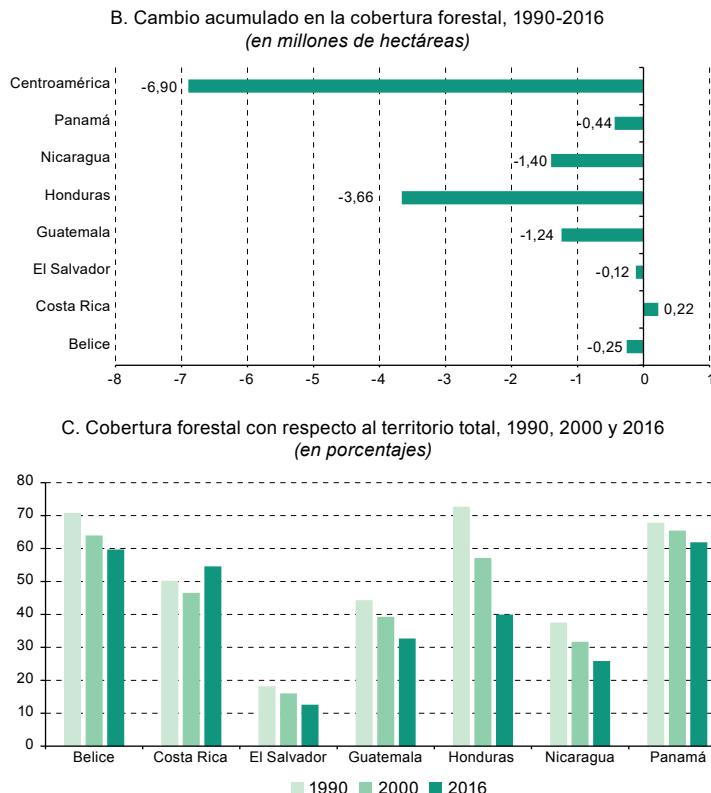


Gráfico III.4 (conclusión)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>.

La pérdida de bosques tiene diversas consecuencias negativas, entre las que se destacan las cinco siguientes:

- i) La erosión de los suelos, que implica una pérdida del valor económico de estos que refleja, por ejemplo, una pérdida de la productividad agrícola.
- ii) La pérdida de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, los bosques contribuyen al proceso de escorrentía superficial y a la recarga de acuíferos.
- iii) La pérdida de producción forestal.
- iv) La pérdida de recursos forestales destinados a la calefacción y la cocción.
- v) La reducción del potencial para capturar y retener carbono, lo que puede tener un costo económico (Vela Correa, López Blanco y Rodríguez Gamiño, 2012).

En cuanto a la consecuencia iv), el uso de leña y otro tipo de biomasa como combustible es elevado: aproximadamente el 31% de la matriz energética proviene de estos rubros, con importantes diferencias entre los países. Por consiguiente, la pérdida de recursos forestales puede comprometer los insumos energéticos, en especial los de la población pobre que vive en el medio rural.

En lo que respecta al punto v), en esta región de gran biodiversidad los tipos de vegetación son muy heterogéneos y esto hace que el contenido de carbono por hectárea varíe mucho: va desde 38,5 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por hectárea (t de CO<sub>2</sub> eq/ha) en Belice hasta 170,3 t de CO<sub>2</sub> eq/ha en Panamá (FAO, 2019), con un promedio de 96,6 t de CO<sub>2</sub> eq/ha (véase el recuadro III.1). A modo de ilustración, puede estimarse que, en 1990, cuando en Centroamérica había 27 millones de hectáreas de superficie boscosa, se almacenaba un total de 3.000 millones de t de CO<sub>2</sub> eq. Sin embargo, como consecuencia de la reducción neta de la cobertura, y suponiendo que los ecosistemas restantes hayan mantenido la misma capacidad promedio de almacenamiento de carbono, el contenido retenido en la región disminuyó a 2.316 millones de t de CO<sub>2</sub> eq (aproximadamente el 24%) durante el período 1990-2015.

#### Recuadro III.1 Estimación del valor monetario de la pérdida de bosques

Si se considera el establecimiento de un mercado mundial de emisiones de carbono con un precio por tonelada, se puede estimar el costo económico indirecto debido a la pérdida de reservorios de carbono sobre la base del contenido de CO<sub>2</sub> equivalente que se presenta en el cuadro 1. De esta manera, el costo económico indirecto se obtiene asignando al costo social del carbono un valor monetario de 25,84 dólares por cada tonelada que se emite o que se deja de almacenar; el intervalo de valores correspondientes al costo social va de 6 a 100 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (t de CO<sub>2</sub> eq) (Caballero y otros, 2019).

**Cuadro 1  
Centroamérica (7 países): contenido de carbono estimado, 1990 y 2015**

País	Superficie forestal (en miles de ha)		Capacidad promedio de almacenamiento de carbono (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente/ha)	Contenido de carbono estimado (en millones de t de CO <sub>2</sub> eq)	
	1990	2015		1990	2015
Belice	1 616	1 361	38,5	62,2	52,4
Costa Rica	2 564	2 786	89,2	228,7	248,5
El Salvador <sup>a</sup>	377	261	96,6	36,4	25,2
Guatemala	4 748	3 504	104,5	496,2	366,1
Honduras <sup>a</sup>	8 136	4 472	96,6	785,7	431,9
Nicaragua	4 514	3 114	131,2	592,2	408,6
Panamá	5 040	4 601	170,3	858,3	783,5
Total	26 995	20 098	96,6 <sup>b</sup>	3 060	2 316

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Base de Datos Estadísticos Sustantivos de la Organización (FAOSTAT) [en línea] <http://www.fao.org/faostat/en/>.

<sup>a</sup> Dado que, en el caso de El Salvador y Honduras, no se dispone de un dato de almacenamiento de carbono, a estos países se les asigna el valor promedio de los demás de la región, a saber, 96,6 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por hectárea (t de CO<sub>2</sub> eq/ha).

<sup>b</sup> Valor promedio.

## Recuadro III.1 (conclusión)

En el período 1990-2015, si se supone que el carbono tiene un costo social de 6 dólares, 25,84 dólares y 100 dólares por t de CO<sub>2</sub> eq, se estima que el costo indirecto causado por la pérdida potencial debida a las emisiones de CO<sub>2</sub> es de 4.462, 19.215 y 74.361 millones de dólares, respectivamente. Desde luego, estos costos varían de país en país e incluso se observan países que obtienen ganancias potenciales durante el período considerado (véase el cuadro 2).

**Cuadro 2**  
**Centroamérica (7 países): pérdida de los reservorios de carbono y costo social asociado, 1990-2015**

País	Pérdida de cobertura forestal (en miles de ha)	Pérdidas de carbono (en millones de toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (t de CO <sub>2</sub> eq))	Costo estimado de la deforestación (en millones de dólares)		
			Costo social del carbono: 6 dólares/t de CO <sub>2</sub> eq	Costo social del carbono: 25,84 dólares/t de CO <sub>2</sub> eq	Costo social del carbono: 100 dólares/t de CO <sub>2</sub> eq
Belice	-255	-10	-59	-253	-981
Costa Rica <sup>a</sup>	222	20	119	512	1 982
El Salvador	-116	-11	-67	-290	-1 124
Guatemala	-1 244	-130	-780	-3 360	-13 004
Honduras	-3 664	-354	-2 123	-9 143	-35 384
Nicaragua	-1 400	-184	-1 102	-4 746	-18 368
Panamá	-439	-75	-449	-1 934	-7 483
Total	-6 897	-744	-4 462	-19 215	-74 361

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Base de Datos Estadísticos Sustantivos de la Organización (FAOSTAT) [en línea] <http://www.fao.org/faostat/en/>.

<sup>a</sup> Dado que en Costa Rica se informa que el balance de la cobertura forestal es positivo en el período analizado, el costo social del carbono es negativo y se puede interpretar como un gasto no incurrido o un ahorro.

Ello muestra que los bosques tienen una creciente importancia económica, y que esa importancia no solo es directa, sino que también se relaciona con el costo social que puede asignarse a la tonelada de CO<sub>2</sub> y con el papel que los bosques pueden desempeñar a los efectos de cumplir con las metas de mitigación establecidas en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN).

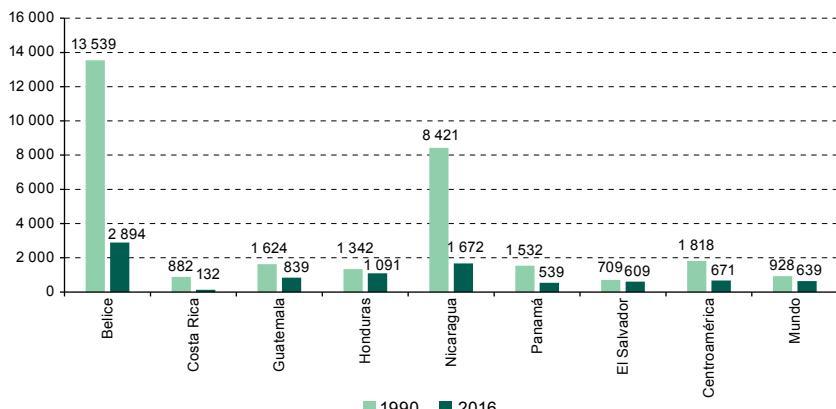
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Base de Datos Estadísticos Sustantivos de la Organización (FAOSTAT) [en línea] <http://www.fao.org/faostat/en/>; K. Caballero y otros, "El costo social del carbono: una visión agregada desde América Latina", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/10), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

## 2. La intensidad de las emisiones y las emisiones per cápita en Centroamérica

En Centroamérica, la razón entre las emisiones totales y el PIB es de 671 t de CO<sub>2</sub> eq por cada millón de dólares de 2010, valor apenas superior a la media mundial, que es de 639 t de CO<sub>2</sub> eq por cada millón de dólares

de 2010 (véase el gráfico III.5). Sin embargo, la tasa de descarbonización promedio anual de la región centroamericana entre 1990 y 2016 fue del 3,8%, frente a la tasa mundial que fue del 1,4%. Ello puede representar una ventaja competitiva en la nueva economía mundial del siglo XXI.

**Gráfico III.5**  
**Centroamérica (7 países): intensidad carbónica de la economía, 1990 y 2016**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por cada millón de dólares de 2010)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAPhist national historical emissions time series (1850-2016)", Potsdam, 2018 [en línea] <http://dataservices.gfz-potsdam.de/pik/showshort.php?id=escidoc:3842934>.

Las metas propuestas en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) se resumen en el cuadro III.1.

**Cuadro III.1**  
**Centroamérica (7 países): contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), 2019**

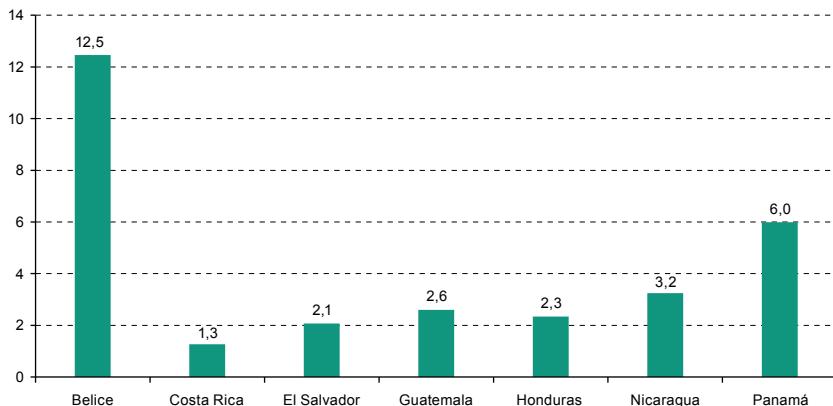
País	Porcentaje de reducción		Observaciones
	Incondicional	Condicional	
Belize	NA <sup>a</sup>	NA	Medidas
Costa Rica	44	44	Con respecto al escenario inercial
El Salvador	NA	NA	Medidas
Guatemala	11,2	22,6	Con respecto al escenario inercial
Honduras	NA	15	Con respecto al escenario inercial
Nicaragua	NA	NA	Medidas
Panamá	NA	NA	Medidas

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

<sup>a</sup> NA: No aplicable.

Las emisiones per cápita por país se muestran en el gráfico III.6.

**Gráfico III.6**  
**Centroamérica (7 países): emisiones per cápita, 2016**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, “The PRIMAPhist national historical emissions time series (1850-2016)”, Potsdam, 2018 [en línea] <http://dataservices.gfz-potsdam.de/pik/showshort.php?id=escidoc:3842934>.

Se estima que, para cumplir con los compromisos internacionales y llegar a estabilizar el aumento de la temperatura mundial en no más de 2 °C, es necesario reducir las emisiones mundiales de 50 gigatoneladas (Gt) de CO<sub>2</sub> eq, que es lo que se emite en la actualidad, a 40 Gt de CO<sub>2</sub> eq hacia 2030. Esto implica reducir las emisiones per cápita de aproximadamente 7 t de CO<sub>2</sub> eq a menos de 5 t de CO<sub>2</sub> eq por habitante en el mismo período (PNUMA, 2018).

A los efectos de identificar el esfuerzo de mitigación regional, se construyen los tres escenarios hipotéticos hacia 2030 que se indican a continuación:

- i) Escenario inercial (E1). Se construye considerando el desempeño histórico de la intensidad carbónica, así como una proyección del PIB del 4% anual.
- ii) Escenario sin descarbonización y una tasa de crecimiento anual del PIB del 4% (E2).
- iii) Escenario de contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) (E3). En este escenario, se estima que las emisiones se reducen el 20% en comparación con las del escenario inercial hacia 2030.

La proyección de las emisiones hace uso de la estrecha relación entre el crecimiento económico y las emisiones. De esta manera, es posible definir el nivel de emisiones a través de la siguiente ecuación:

$$GEI_t = \alpha_t * PIB_t \quad (1)$$

Donde  $GEI_t$  representa las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI),  $\alpha_t$  representa el monto de emisiones por unidad de PIB, o intensidad carbónica de la economía, y  $PIB_t$  representa el PIB. El subíndice  $t$  representa el año. De esta manera, suponiendo un comportamiento futuro para la intensidad carbónica y el PIB de cada país, es posible proyectar el comportamiento de las emisiones de GEI.

Una forma útil de expresar la ecuación (1) es mediante el uso de tasas de crecimiento:

$$\Delta GEI_t \approx \Delta \alpha_t + \Delta y_t \quad (2)$$

Donde  $\Delta$  representa el cambio porcentual anual de las variables. De esta forma, la tasa de crecimiento de las emisiones se aproxima a la suma de las tasas de crecimiento de la intensidad carbónica y del PIB. Así, en ausencia de un proceso de desacople de la economía ( $\Delta \alpha_t = 0$ ), las emisiones crecerán a la misma velocidad que el PIB. Por otro lado, si se desea mantener un alto crecimiento de la economía  $y$ , al mismo tiempo, reducir el crecimiento de las emisiones, es necesario disminuir la intensidad carbónica de la economía ( $\Delta \alpha_t < 0$ ). Por tanto, una reducción del nivel absoluto de emisiones requiere que la intensidad carbónica de la economía sea negativa  $y$ , en valor absoluto, mayor que el crecimiento del PIB ( $\Delta \alpha_t < 0$ ;  $|\Delta \alpha_t| > \Delta PIB_t$ ).

Los resultados se sintetizan en el cuadro III.2 y en el gráfico III.7.

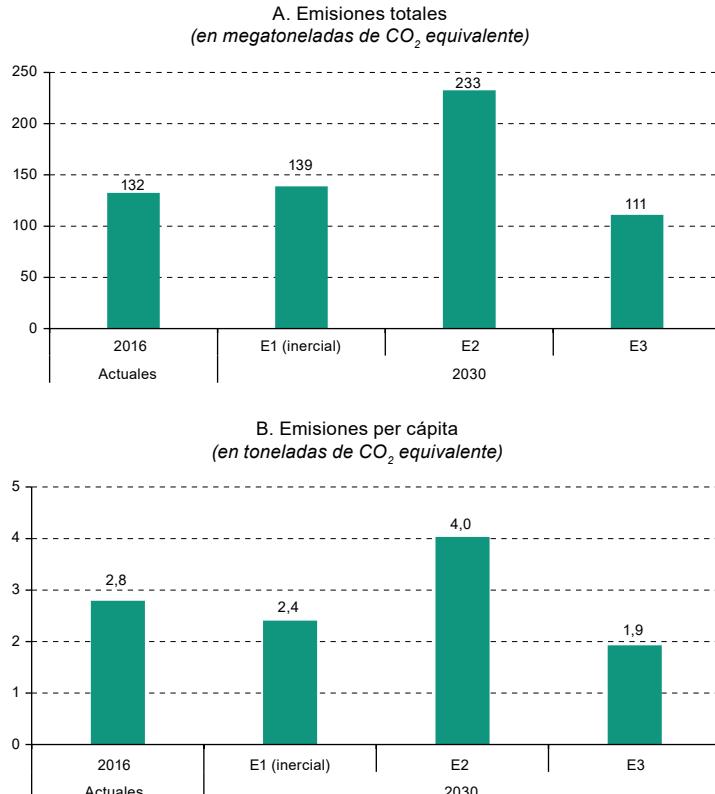
**Cuadro III.2  
Escenarios y supuestos, 2030**

Escenarios	Supuestos relativos al crecimiento anual promedio, 2016-2030		Resultados relativos a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), 2030			
	$\Delta PIB_t$	$\Delta \left( \frac{GEI}{PIB} \right)_t$	$\Delta GEI_t$	GEI (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	GEI per cápita (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente por habitante)	Diferencia con respecto al escenario E1 (en porcentajes)
Escenario E1	4,1	-3,8	0,34	139	2,4	-
Escenario E2	4,1	0	4,1	233	4,0	67
Escenario E3	4,1	-5,3	-1,2	111	1,9	-20

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

**Nota:** El escenario E1 es el escenario inercial, el E2 es uno en que la tasa de descarbonización es igual a cero, y, en el E3, se estima que las emisiones se reducen el 20% en comparación con las del escenario inercial.

**Gráfico III.7**  
**Simulación de emisiones de gases de efecto invernadero, 2016 y 2030**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

**Nota:** Los resultados ilustrados se obtuvieron mediante la aplicación de la fórmula  $\Delta GEI_t \approx \Delta \alpha_t + \Delta y_t$ , donde  $GEI_t$  representa las emisiones de gases de efecto invernadero,  $\alpha_t$  representa el monto de emisiones por unidad de PIB, o intensidad carbónica de la economía, el subíndice  $t$  representa el año y  $\Delta$  representa el cambio porcentual anual de las variables. El escenario E1 es el escenario inercial, el E2 presenta una tasa de descarbonización igual a cero y, en el E3, se estima que las emisiones se reducen el 20% en comparación con las del escenario inercial.

En el escenario inercial (E1) —en que se proyecta un crecimiento económico alto y la tasa de descarbonización que se observa en el agregado de los países sigue siendo elevada—, se llegaría a emitir un total de 139 Mt de CO<sub>2</sub> eq de gases de efecto invernadero hacia 2030, que es más de lo que se emite en la actualidad. En dicho escenario, se reducen las emisiones per cápita de gases de efecto invernadero: pasan de las actuales 2,8 t de CO<sub>2</sub> eq a 2,4 t de CO<sub>2</sub> eq en 2030. En este caso, de mantenerse la tasa de descarbonización histórica, se cumplirían los compromisos internacionales.

De hecho, aun en el caso del escenario E2, en que la tasa de descarbonización es cero, es decir, en que las emisiones crecen al mismo ritmo que la economía, las emisiones por habitante llegarían a 4,0 t de CO<sub>2</sub> eq, valor que sigue siendo inferior al que se establece en los compromisos internacionales. Ello ofrece un amplio margen de maniobra para el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) en la región.

Por último, los resultados del escenario E3, en que se aplica una política que acelera la descarbonización histórica a fin de que las emisiones se reduzcan (o la captura aumente) el 20% con respecto al escenario inercial, las emisiones per cápita se reducirían a 1,9 t de CO<sub>2</sub> eq por habitante hacia 2030, valor que se encuentra muy por debajo del objetivo mundial y muy cerca de la neutralidad carbónica.

Hacia 2030, el transporte y la generación de electricidad serán los principales aportantes de emisiones de gases de efecto invernadero. Cada vez preocupa más frenar la deforestación, mejorar la infraestructura de movilidad pública, evitar el impacto negativo de la movilidad privada, identificar los determinantes de la demanda de gasolinas y construir escenarios sobre la trayectoria posible de estos y el efecto de aplicar políticas públicas pertinentes. Según las estimaciones econométricas de la demanda de gasolinas en los países de Centroamérica, dicha demanda presenta una elasticidad ingreso elevada y una elasticidad precio baja, y esos valores son más pronunciados que en América Latina y el Caribe en su conjunto (véase el cuadro III.3).

**Cuadro III.3  
Centroamérica (6 países): elasticidad ingreso y precio de la demanda de gasolina a largo plazo, 1975-2012**

País	Elasticidad ingreso	Elasticidad precio
Costa Rica	0,750	-0,299
El Salvador	0,836	-0,217
Guatemala	0,880	-0,267
Honduras	0,948	-0,259
Nicaragua	0,855	-0,123
Panamá	0,839	-0,394

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

El modo en que el consumo de gasolinas responde al cambio en el ingreso permite prever que el crecimiento económico llevará a un rápido aumento de ese consumo, así como de la contaminación atmosférica y de otras externalidades negativas, como el tráfico vehicular y los accidentes viales (Cnossen, 2005). Por otra parte, el hecho de que la respuesta (elasticidad) al cambio de precio sea baja (inelástica) indica que la aplicación de impuestos al consumo, dentro de límites razonables, sería insuficiente para controlar ese aumento, y que es necesario invertir en opciones de movilidad pública

alternativa. Así, de mantenerse el estilo de desarrollo, el consumo privado de combustibles fósiles continuará aumentando de manera importante. Como ya se señaló, es posible que, aun sin grandes esfuerzos, las emisiones per cápita de Centroamérica se mantengan por debajo del umbral mundial de mediano plazo (2030). No obstante, dichas emisiones dificultarán el cumplimiento de las metas climáticas nacionales (y de otros objetivos de desarrollo sostenible) y la reducción de las externalidades negativas (Galindo y otros, 2014a).

Los países centroamericanos tienen el potencial para cumplir sus compromisos internacionales y, al mismo tiempo, evitar los perjuicios asociados a la contaminación urbana del transporte. Deberán apoyarse en la restauración de los ecosistemas degradados para ser menos vulnerables al impacto macroeconómico y climático, con inclusión social y preservación de los recursos naturales y ambientales. Las políticas fiscal, regulatoria y de inversión pueden contribuir de manera decisiva a este tránsito. En el caso centroamericano, la sinergia entre adaptación y mitigación es muy evidente y cada día es más viable la búsqueda de soluciones basadas en la naturaleza, los servicios ambientales y la forestación.

### **3. El impacto del cambio climático en Centroamérica**

Los fenómenos extremos, como las sequías, los ciclones y El Niño-Oscilación del Sur, se presentan de forma recurrente tanto en Centroamérica como en el Caribe, y su intensidad aumenta con el cambio climático. Dichos fenómenos magnifican la vulnerabilidad socioeconómica de la región, y los efectos del cambio climático la exponen a riesgos relacionados con la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria, la hidroelectricidad, la salud, el desempeño ecosistémico y las contingencias fiscales (CEPAL, 2018a).

#### **Recuadro III.2**

#### **Centroamérica y la República Dominicana: vulnerabilidad frente al cambio climático**

Según el Índice de Riesgo Climático Global de Germanwatch relativo a 183 países, el país donde el impacto fue mayor en el período 1996-2015 fue Honduras. Nicaragua ocupó el 4º lugar, Guatemala el 9º, la República Dominicana el 11º, El Salvador el 15º, Belice el 26º, Costa Rica el 78º y Panamá el 97º.

El Monitor de Vulnerabilidad Climática de DARA/CVF (2012) se basa en investigaciones e información científica sobre los efectos globales (pérdidas y beneficios) del cambio climático y la economía del carbono desde el punto de vista económico, ambiental y de la salud hacia 2010 y 2030 (promedios anuales). El indicador del impacto del cambio climático en una población consta de dos partes: la primera se refiere al efecto del cambio climático y, la segunda, al impacto derivado del papel que el carbono desempeña en la sociedad, es decir, a la intensidad de carbono. En cuanto a esta última parte, se evalúa el impacto económico, ambiental y en la salud, y se considera la adquisición y el consumo de combustibles, así como la liberación de gases de efecto invernadero debida a la combustión. Se analizan los costos y los beneficios de la extracción, la producción y el consumo, independientemente de sus efectos en el cambio climático. En el cuadro 1 se presentan las estimaciones correspondientes.

## Recuadro III.2 (conclusión)

Cuadro 1

**Centroamérica y la República Dominicana: Monitor de Vulnerabilidad Climática, pérdidas totales nacionales, 2010 y 2030**

	Costos económicos (en porcentajes del PIB)				Pérdidas humanas (en número de personas)			
	Impacto del cambio climático		Impacto de la intensidad de carbono		Impacto del cambio climático y la intensidad de carbono		Impacto del cambio climático	
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Belice	7,7	14,2	5,3	10,2	50	60	25 000	30 000
Costa Rica	3,1	6,3	0,6	0,9	700	850	75 000	200 000
El Salvador	3,6	7,2	0,5	0,8	1 500	1 500	100 000	150 000
Guatemala	2,9	5,8	0,8	1,2	3 500	5 000	1 100 000	1 200 000
Honduras	4,6	9,0	1,5	2,5	2 500	3 000	150 000	250 000
Nicaragua	6,3	11,7	2,4	4,3	1 500	2 000	95 000	200 000
Panamá	42	8,4	2,1	3,8	550	650	200 000	300 000
República Dominicana	2,4	4,8	0,3	0,3	3 000	3 500	250 000	400 000
							75 000	100 000

Fuente: Fundación DARA Internacional/Foro de Vulnerabilidad Climática (DARA/CVF), *Climate Vulnerability Monitor: A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet*, Madrid, 2012.

Nota: El impacto se presenta como promedio anual.

En el Monitor de Vulnerabilidad Climática también se estima un indicador del nivel de vulnerabilidad resultante de los daños producidos o de la ausencia de estos. El impacto es significativo en relación con el tamaño de la economía o la población. El mayor impacto es resultado de altos niveles de vulnerabilidad. El Monitor de Vulnerabilidad Climática clasifica el nivel de vulnerabilidad en cinco categorías que se determinan estadísticamente usando la desviación estándar. La clasificación va de agudo (categoría más vulnerable), a severo, alto, moderado y bajo (categoría menos vulnerable). Por ejemplo, en los países que tienen un nivel de vulnerabilidad bajo, el impacto del cambio climático es nulo o este ofrece beneficios. El nivel de vulnerabilidad de los países de Centroamérica se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2

**Centroamérica y la República Dominicana: nivel de vulnerabilidad según el Monitor de Vulnerabilidad Climática, 2010 y 2030**

	Cambio climático		Intensidad de carbono	
	2010	2030	2010	2030
Belice	Agudo	Agudo	Alto	Alto
Costa Rica	Moderado	Alto	Bajo	Bajo
El Salvador	Severo	Agudo	Bajo	Bajo
Guatemala	Moderado	Alto	Bajo	Moderado
Honduras	Severo	Agudo	Moderado	Moderado
Nicaragua	Moderado	Alto	Bajo	Moderado
Panamá	Moderado	Severo	Alto	Severo
República Dominicana	Alto	Agudo	Alto	Alto

Fuente: Fundación DARA Internacional/Foro de Vulnerabilidad Climática (DARA/CVF), *Climate Vulnerability Monitor: A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet*, Madrid, 2012.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Cambio climático en Centroamérica: impactos potenciales y opciones de política pública* (LC/MEX/L.1196), Ciudad de México, 2015; Fundación DARA Internacional/Foro de Vulnerabilidad Climática (DARA/CVF), *Climate Vulnerability Monitor: A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet*, Madrid, 2012.

En el último medio siglo, la temperatura promedio en Centroamérica aumentó 0,54 °C (SICA, 2011). A su vez, en el escenario de la trayectoria de concentración representativa RCP6.0, se espera que hacia 2081-2100 la temperatura aumente entre 1,8 °C y 3,5 °C respecto de 1986-2005 en el conjunto de Centroamérica y México. En el escenario RCP8.5, por su parte, se espera que dicho aumento sea de entre 2,9 °C y 5,5 °C. En cuanto a la precipitación, en el RCP6.0, se estima un cambio de entre el 5% y el 17% y, en el RCP8.5, uno de entre el 11% y el 26% (IPCC, 2013b).

Aunque en Centroamérica hay una gran disponibilidad de agua (aproximadamente 21.000 m<sup>3</sup>/año per cápita en 2014<sup>4</sup>), su distribución es muy desigual entre los países. La variabilidad del patrón interanual y las diferencias geográficas de la precipitación tienen fuertes efectos sobre ese acervo (SICA, 2011). En las próximas décadas, el actual patrón interanual bimodal de precipitación podría distorsionarse: la duración de los períodos de lluvia abundante podría extenderse y la canícula, que es el lapso con menos lluvia entre julio y agosto, podría disminuir. A más largo plazo, el volumen de precipitación anual se reduciría en gran parte de la región (CEPAL, 2012b y 2015a). En resumen, Centroamérica sería más caliente y más seca.

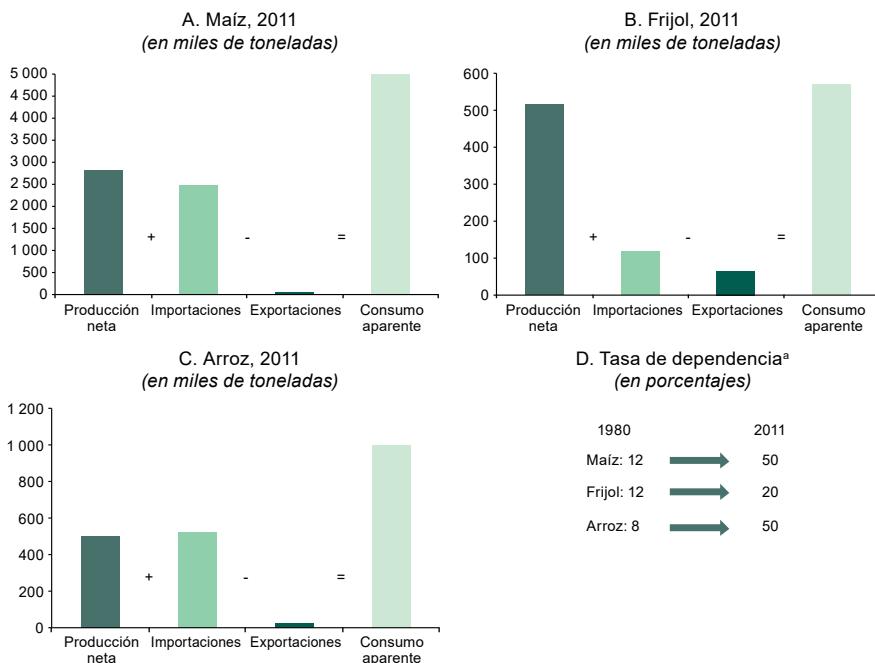
Estas transformaciones climáticas inciden en las actividades económicas, el bienestar social y los ecosistemas. La sensibilidad de las actividades agropecuarias al cambio climático es especialmente importante en Centroamérica, ya que ese sector es fundamental para la seguridad alimentaria y en él se genera el 9% del PIB regional, se emplea al 30% de la población ocupada y se producen insumos claves para las actividades agroindustriales (CEPAL, 2015a y 2019a).

Sin medidas de adaptación, la producción de los granos básicos podría disminuir significativamente en este siglo y la dependencia de las importaciones podría aumentar (véase el gráfico III.8). En el escenario B2 (el menos malo) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el rendimiento de los cultivos de maíz, frijol y arroz se reduciría el 17%, el 19% y el 30%, respectivamente, con respecto al de la última década; dicha reducción sería del 35%, el 43% y el 50% en el escenario A2. Ello tendría consecuencias negativas en la dinámica económica, las condiciones sociales y la reducción de la pobreza en la región (CEPAL/CAC/SICA, 2013a). Es posible que aumente la migración desde las zonas que pierdan sus aptitudes agrícolas o en las que haya fenómenos extremos de forma recurrente.

<sup>4</sup> De acuerdo con información de Banco Mundial (2019).

Gráfico III.8

**Centroamérica: producción neta, exportaciones, importaciones y consumo aparente de granos básicos, y tasa de dependencia, 1980 y 2011**

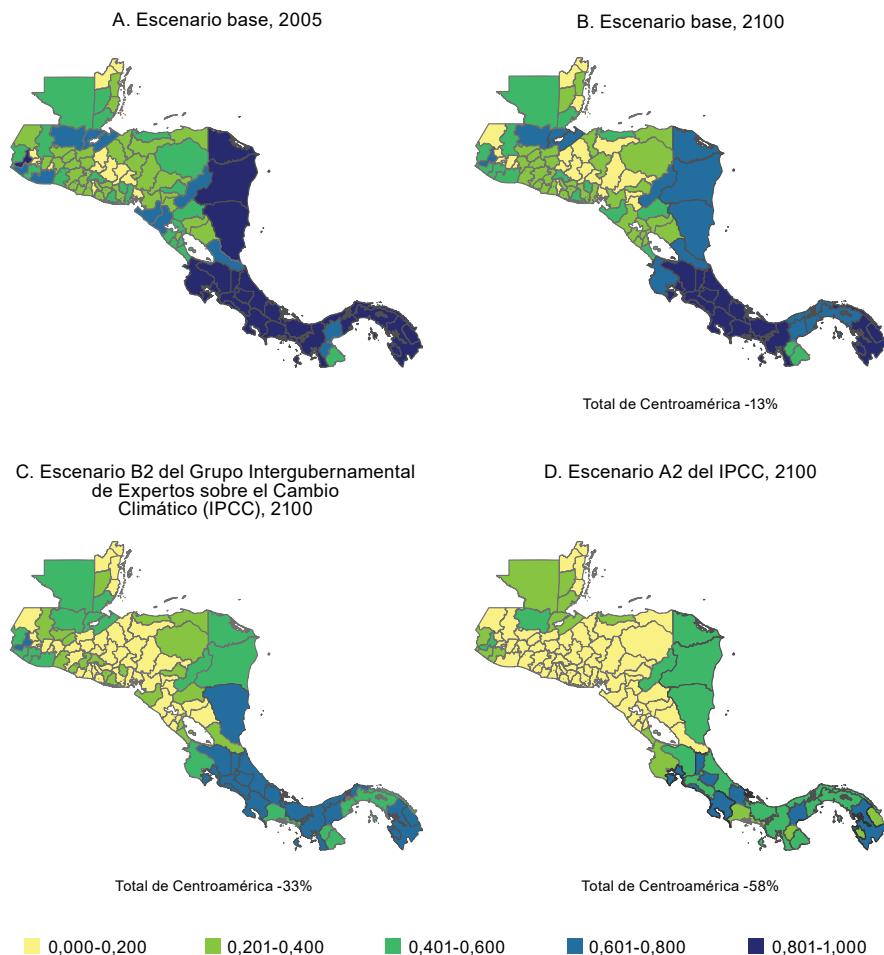


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe; paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624), Santiago, 2015.

<sup>a</sup> La tasa de dependencia representa el porcentaje de granos importados respecto del total de granos consumidos por los países.

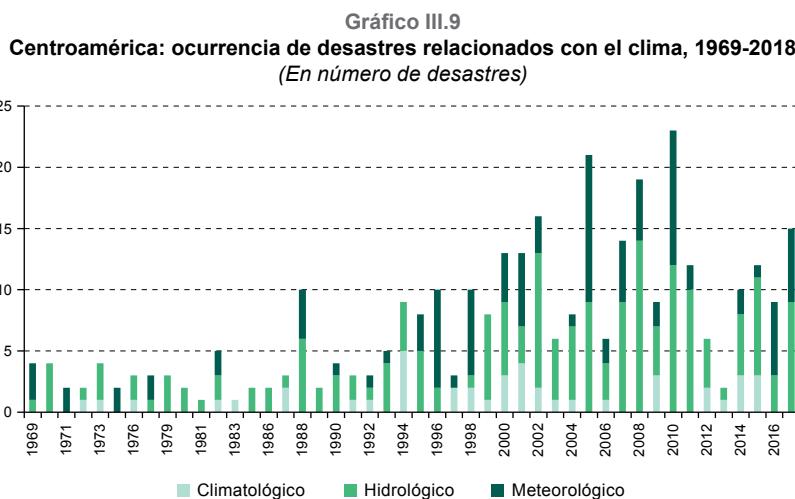
En Centroamérica hay una gran diversidad de ecosistemas, entre los que se encuentran los bosques tropicales, que en 2005 cubrían el 45% del territorio y contenían el 7% de la biodiversidad del planeta. En la actualidad están ocurriendo procesos graves de degradación y destrucción de la biodiversidad que probablemente se intensificarán con el cambio climático, como ya se ha mencionado. Se espera que el índice de biodiversidad potencial (IBP) se reduzca el 13% durante este siglo debido al cambio de uso del suelo, y en esa estimación no se toma en cuenta el cambio climático, que agudizaría esa pérdida. Se estima que, hacia finales del siglo, la reducción del IBP llegaría al 33% en el escenario B2 y al 58% en el escenario A2 del IPCC (véase el mapa III.1) (CEPAL, 2011a).

**Mapa III.1**  
**Centroamérica: índice de biodiversidad potencial, escenarios base,**  
**B2 y A2 con cambio de uso del suelo, 2005 y 2100**  
*(Diferencia con respecto al escenario base)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La economía del cambio climático en Centroamérica: reporte técnico 2011* (LC/MEX/L.1016), Ciudad de México, 2011; *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624), Santiago, 2015.

Según la Base de Datos Internacional sobre Desastres EMDAT, entre 1990 y 2018 hubo 288 fenómenos climáticos extremos, y se observó un crecimiento anual del 3% en las últimas tres décadas respecto de la década de 1970. Los fenómenos más recurrentes son las inundaciones, las tormentas, los deslizamientos y los aluviones (86% del total), seguidos de las sequías (9%). Estos fenómenos causan pérdidas económicas, sociales y ambientales significativas (CEPAL, 2011a; CEPAL/CAC/SICA, 2013b) (véase el gráfico III.9).

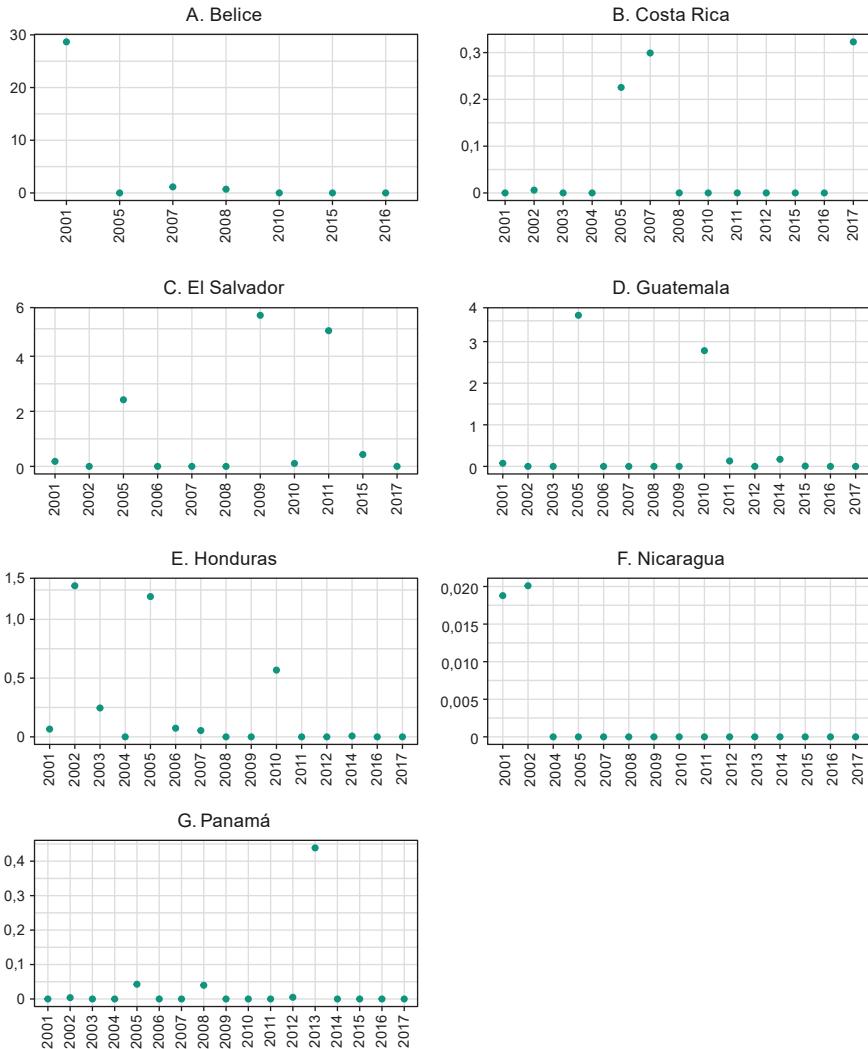


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Base de Datos Internacional sobre Desastres EMDAT [en línea] <https://www.emdat.be/>.

La estimación de las pérdidas y daños provocados por los fenómenos extremos en algunos casos alcanza cifras que equivalen a dos dígitos del PIB; este fue el caso de las pérdidas provocadas por el huracán Iris en Belice. Guatemala, Honduras y El Salvador también se han visto afectados por fenómenos que causaron un perjuicio importante a sus actividades económicas, así como considerables pérdidas humanas. Esto último también ocurrió en Nicaragua (véanse los gráficos III.10 y III.11). Además de estos costos, los fenómenos extremos intensifican la tendencia histórica hacia la emigración. Esto es notorio en el efecto de expulsión de la población causado por la sequía y el cambio de régimen de lluvias en las regiones del “corredor seco”, sobre todo en los tres países del norte de Centroamérica.

Gráfico III.10

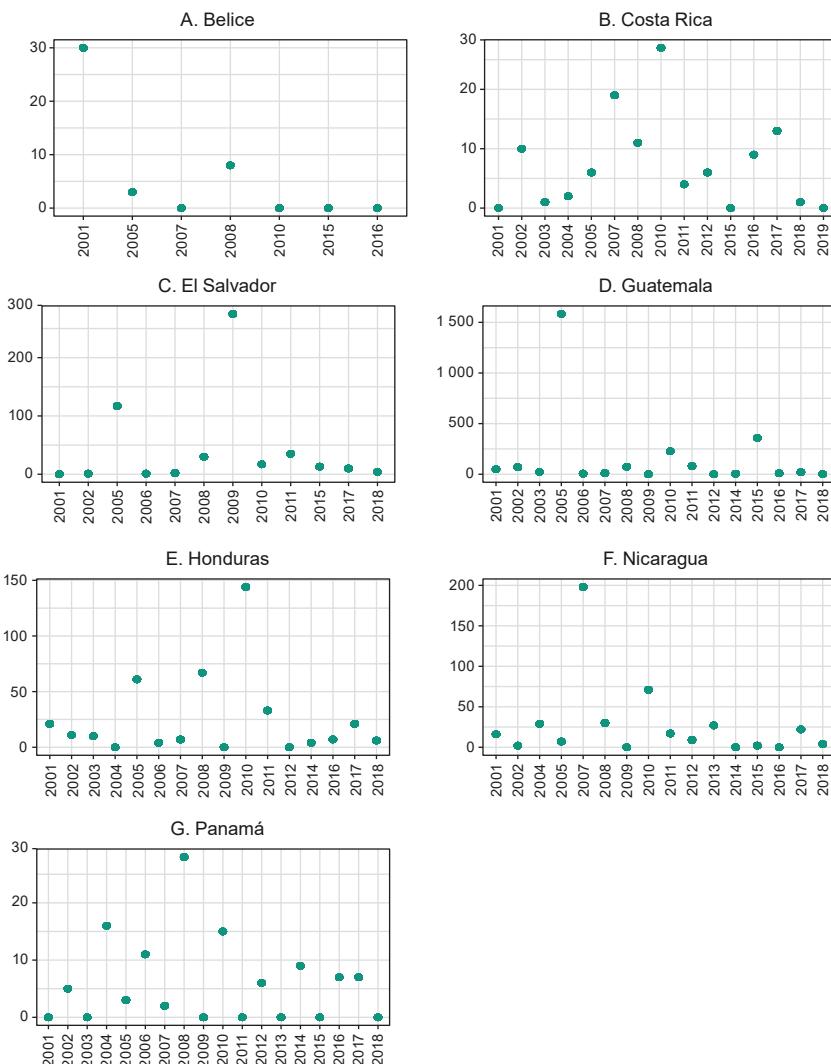
**Centroamérica (7 países): costo económico de los desastres naturales, 2000-2017**  
*(En porcentajes del PIB)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Base de Datos Internacional sobre Desastres EMDAT [en línea] <https://www.emdat.be/>.

**Nota:** Se toman en cuenta las inundaciones, las tormentas, los desplazamientos de tierra, la sequía, los incendios y la temperatura extrema.

**Gráfico III.11**  
**Centroamérica (7 países): muertes asociadas a desastres, 2001-2019**  
*(En número)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Base de Datos Internacional sobre Desastres EMDAT [en línea] <https://www.emdat.be/>.

Los fenómenos extremos también afectan negativamente la autonomía económica de las mujeres, al reducir sus medios de vida y aumentar su carga de trabajo reproductivo y de cuidados no remunerado. Más aún, las mujeres tienen menos probabilidades de ser empleadas en los programas de “efectivo por trabajo” que se implementan después de un desastre para reconstruir la infraestructura y proporcionar empleo remunerado, ya que los hombres generalmente poseen más experiencia en roles relacionados con la infraestructura. Así, por ejemplo, después del huracán Mitch en 1998, el empleo de las mujeres sufrió un duro golpe en Honduras por varias razones. En la mayor parte del sector de producción de fruta de exportación, los hombres continuaron trabajando en la reconstrucción de las plantaciones, mientras que los trabajos de las mujeres en el lavado y empaque cesaron. En la manufactura, las trabajadoras fueron despedidas (CEPAL, 2019c).

En Centroamérica se han formulado políticas en respuesta al cambio climático a nivel regional y nacional, y se busca transversalizar esa respuesta desde la institucionalidad ambiental hacia sectores claves como las finanzas, la agricultura, la salud y las obras públicas. La puesta en marcha de agendas sectoriales fortalecería la articulación institucional para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos intersectoriales. En este marco, el objetivo es transitar hacia economías sostenibles desde el punto de vista ambiental y con bajas emisiones, además de superar la dicotomía entre mitigación y adaptación. Más aún, la exposición a amenazas y la vulnerabilidad de las sociedades centroamericanas han colocado la respuesta a los fenómenos extremos y al cambio climático entre las prioridades del proceso de integración, reconociendo que la situación representa tanto una amenaza como una oportunidad y un incentivo para transitar hacia un desarrollo sostenible.

En este ámbito, desde 2009 la CEPAL ha acompañado al Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) y a los gobiernos de la región en la obtención de datos sobre el impacto real y potencial del cambio climático. También ha colaborado con la organización de diálogos sobre políticas de respuesta, en particular sobre la iniciativa para estudiar la economía del cambio climático en Centroamérica y la República Dominicana. El fortalecimiento de la capacidad técnica de las instituciones nacionales y regionales para implementar y articular las políticas públicas es un área prioritaria de trabajo en la región. Por ejemplo, en 2018 y 2019, la CEPAL realizó un trabajo de análisis de los efectos de introducir un valor de cuenta del contenido de CO<sub>2</sub> en los proyectos de inversión pública, como parte de una labor destinada a modernizar la metodología de evaluación de proyectos. Dicho trabajo se llevó a cabo con representantes de los respectivos Sistemas Nacionales de Inversión Pública (SNIP) de Costa Rica (presidente de la Red SNIP durante el período 2018-2019), Honduras, Nicaragua y Panamá (en 2019 Guatemala expresó su interés en participar). Se tomó como referencia la experiencia de

Chile, donde se introdujo un valor correspondiente a las emisiones de CO<sub>2</sub> en la metodología de evaluación de proyectos públicos.

Mejorar la capacidad técnica y articular políticas en materia de cambio climático permitirá enfocar el trabajo en el impacto sobre las poblaciones vulnerables y en inversiones que sean mejores desde el punto de vista climático. También reduciría las trabas que la economía política pone a las propuestas como la reforma fiscal verde y el aumento de la inversión en bienes y servicios comunes públicos e intergeneracionales, como el agua, la seguridad alimentaria y energética, y el transporte público.

En las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) de los países de la región se establecen sectores claves para el fortalecimiento de los procesos de adaptación: salud humana, zonas marino-costeras, agricultura, ganadería y seguridad alimentaria, recursos forestales, biodiversidad, áreas protegidas, conservación y gestión de ecosistemas estratégicos, infraestructura, gestión integrada de los recursos hídricos y gestión integral de la reducción del riesgo de desastres. Así, para alcanzar estas metas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad regional es necesario instrumentar una amplia estrategia de política pública.

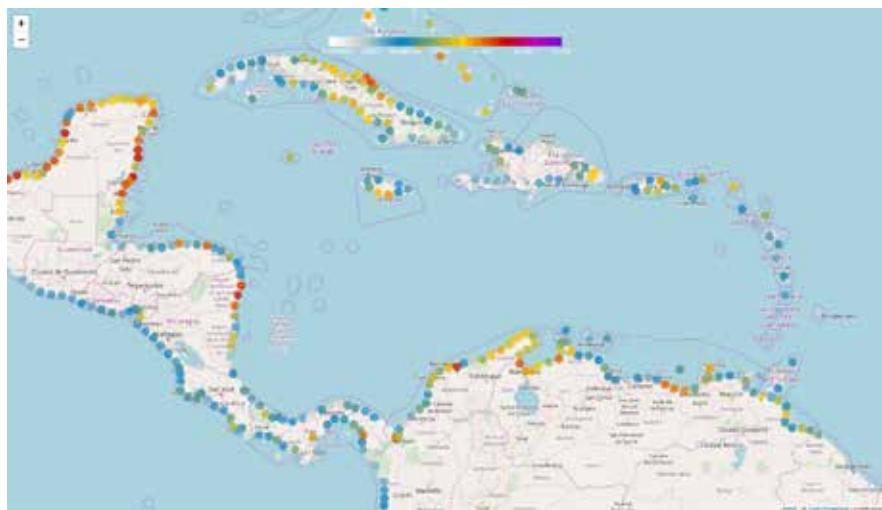
## B. El impacto del aumento del nivel del mar en el Caribe y Centroamérica

En la franja costera Atlántica es donde se observa la tendencia más pronunciada de aumento del nivel del mar. En la costa del norte de América del Sur y en la costa del Caribe, los valores correspondientes a 2040 son de aproximadamente 3 mm al año, con valores menores en las islas caribeñas. En los mapas III.2 y III.3, se aprecia el efecto heterogéneo que habría en un escenario en que el nivel del mar ascendiera 1 m y hubiera un eventual efecto del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur. La heterogeneidad se debería tanto a los valores de la superficie afectada como a la manera distinta en que la población se distribuye en los países. En cualquier caso, las zonas más afectadas en superficie coincidirían con aquellas donde hay grandes urbes, especialmente en los países isleños<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Cuando el aumento del nivel del mar llegue a la cota de 1 m, en los estados del sur de México, como Campeche, Yucatán y Quintana Roo, podría haber inundaciones que afectarían hasta 180.000 m<sup>2</sup>.

**Mapa III.2**

**Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: superficie afectada en caso de que el nivel medio del mar aumente hasta la cota de 1 metro  
(En metros cuadrados)**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Universidad de Cantabria (CEPAL/UC), "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: impactos", *Documentos de Proyectos* (LC/W.484), Santiago, 2012; Gobierno de España/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe" [base de datos en línea] <https://c3a.ihcantabria.com/>.

**Mapa III.3**

**Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: área urbana proyectada, 2040  
(En metros cuadrados)**

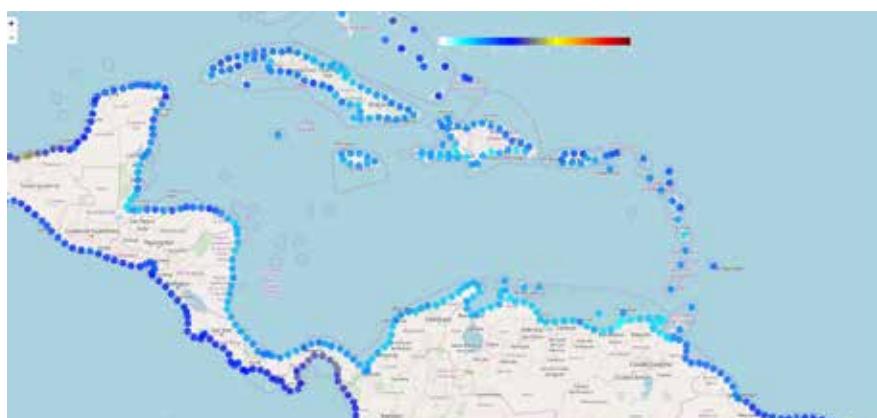


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Universidad de Cantabria (CEPAL/UC), "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: impactos", *Documentos de Proyectos* (LC/W.484), Santiago, 2012; Gobierno de España/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe" [base de datos en línea] <https://c3a.ihcantabria.com/>.

La sobreelevación histórica transitoria del nivel del mar provocada por los huracanes (período 1999-2005), sumada a un escenario en que dicho nivel sube de forma permanente hasta alcanzar 1 m en 2040, tendría diversos efectos (véase el mapa III.4):

- La cota de inundación proyectada (en ausencia de huracanes) sería de alrededor de un metro de elevación en el Caribe.
- Habría un gran impacto en la población de las islas caribeñas, sobre todo en las más orientales<sup>6</sup>.
- Cambiaría significativamente el efecto de los huracanes en países como Honduras, Panamá o Costa Rica, y algo menos en la República Dominicana<sup>7</sup>.

**Mapa III.4**  
**Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur:**  
**cota de inundación proyectada, 2040**  
*(En metros)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Universidad de Cantabria (CEPAL/UC), "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: impactos", *Documentos de Proyectos* (LC/W.484), Santiago, 2012; Gobierno de España/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe" [base de datos en línea] <https://c3a.ihcantabria.com/>.

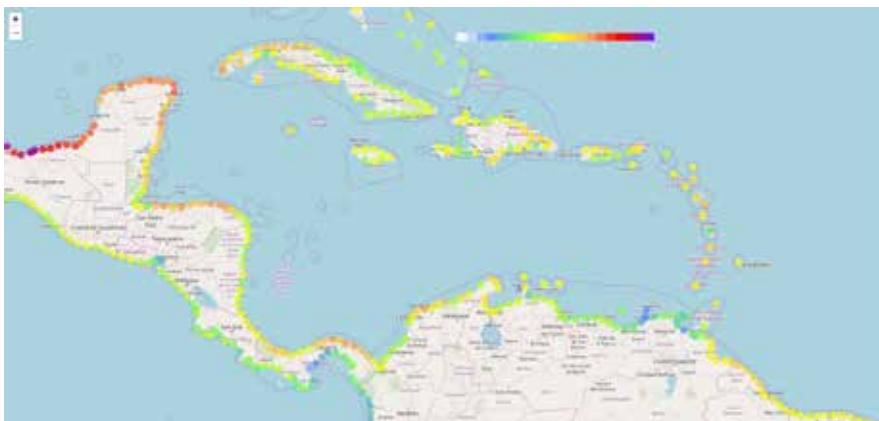
Las playas de la costa Atlántica y caribeña serían las más afectadas por el cambio del nivel del mar y la intensidad y la dirección del oleaje sobre el perfil y la planta de las playas. En efecto, las tasas promedio de retroceso anual se situarían en torno a 0,16 m (véase el mapa III.5). En el conjunto de

<sup>6</sup> También habría un gran impacto en la población de las costas del Brasil, donde se producirían grandes trastornos en las grandes aglomeraciones urbanas, y en la de extensas partes de la costa este de México.

<sup>7</sup> La República Bolivariana de Venezuela también resultaría muy afectada.

la región, las tasas de erosión se deben al efecto combinado del ascenso del nivel del mar y el aumento del oleaje. Las zonas más castigadas serían el norte del Caribe y las costas del sur del Brasil hasta el Río de la Plata.

**Mapa III.5**  
**Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: erosión media proyectada**  
**debida a cambios en el nivel del mar, 2040**  
*(En metros)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Universidad de Cantabria (CEPAL/UC), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: impactos”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.484), Santiago, 2012; Gobierno de España/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe” [base de datos en línea] <https://c3a.ihcantabria.com/>.

En condiciones medias, la probabilidad de que se presenten condiciones adversas para la navegación de acceso a los puertos será mayor en el futuro. Esto significa que el número medio de horas al año en que los puertos deberían cerrarse aumentaría. Los cambios del oleaje podrían ocasionar que la altura de la ola rebasara las obras de abrigo. La combinación del cambio del oleaje y el aumento del nivel del mar reduciría la efectividad de dichas obras. En el mapa III.6 se muestran las zonas que serían más afectadas en Centroamérica y el Caribe<sup>8</sup>.

Por consiguiente, reforzar la infraestructura mediante obras de ingeniería y por medio de la restauración de sistemas como los corales y los manglares es de importancia crítica para el adecuado funcionamiento de la región. Como se verá en el siguiente apartado, esto remite a la disponibilidad de los recursos financieros necesarios para atender esta nueva demanda de adaptación.

<sup>8</sup> En el resto de América, las zonas más afectadas serían la costa occidental, desde el Ecuador hacia el norte, la costa norte de la Argentina, el Uruguay, y el sur y norte del Brasil. El sur del Perú y el norte de Chile también resultarían afectados, pero con menor intensidad.

**Mapa III.6**  
**Centroamérica, el Caribe y norte de América del Sur: variación de 0,5 m en el rebase de un dique vertical por aumento del nivel del mar, 2040**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Universidad de Cantabria (CEPAL/UC), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: impactos”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.484), Santiago, 2012; Gobierno de España/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe” [base de datos en línea] <https://c3a.lhcantabria.com/>.

## C. El Caribe: efectos negativos del cambio climático en un contexto de alto endeudamiento

En el Caribe se depende mucho de actividades económicas como el turismo y la agricultura, que son particularmente sensibles a las condiciones climáticas (CEPAL, 2010). Las actividades agropecuarias generan un número importante de empleos y la población rural sigue constituyendo un porcentaje significativo de la población total (CEPAL/MINURVI/ONU-Hábitat, 2016). Por ello, es relevante que, en diferentes escenarios climáticos, el rendimiento esperado de las plantaciones de Yuca, plátano, camote y tomate se reducirían entre el 1% y el 30% hacia 2050, al tiempo que el rendimiento de los cultivos de arroz variaría entre una disminución del 3% y un aumento del 2%. El menor rendimiento tendría consecuencias negativas en diversos aspectos, como el crecimiento del producto y de la inversión en las actividades agropecuarias, el sector externo, la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria (Clarke y otros, 2013; CEPAL, 2015a).

Entre 1950 y 2000, aumentó el número de días y noches más cálidos, disminuyó el de días y noches más fríos, se incrementó el de días más secos y el de días más lluviosos, y se elevó la temperatura del mar en 1,5 °C. En los escenarios climáticos del IPCC (2013b) se indican trayectorias de concentración representativas (RCP) correspondientes al período 2016-2035 que llevarían a un aumento de la temperatura de entre 0,5 °C y 0,7 °C respecto de la media del

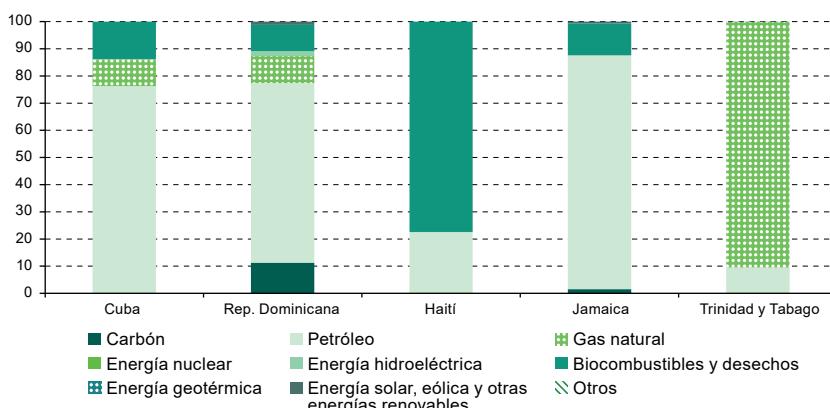
período base. Hacia 2081-2100 habría un aumento adicional de entre 0,8 °C y 3 °C. Por otra parte, en el primer período, las precipitaciones anuales disminuirían, en promedio, entre el 1% y el 3% respecto al promedio del período de base y, en el segundo período, la disminución sería del 5% al 16% (CMNUCC, 2007; CEPAL, 2015a). Al igual que Centroamérica, el Caribe será más cálido y seco.

Como se señaló en la sección anterior, los países del Caribe están particularmente expuestos al alza del nivel del mar y a fenómenos climáticos extremos, como los huracanes y las tormentas, que acentúan la pérdida y la erosión de las áreas costeras, el deterioro de los ecosistemas marinos, la modificación de los hábitats marinos y la pérdida de manglares o corales. En particular, se estima que todo el ecosistema de corales habrá colapsado hacia 2050. La pérdida de biodiversidad tiene un impacto negativo en las actividades económicas y el bienestar de la población: menos turismo, destrucción de infraestructura costera, movimientos de población y endeudamiento. Por otra parte, el cambio climático afectaría la salud de la población debido a las olas de calor, los desastres naturales provocados por los fenómenos climáticos extremos, y las enfermedades transmisibles, como la malaria, el dengue, la leptospirosis y la gastroenteritis (Clarke y otros, 2013).

## 1. Las emisiones del Caribe

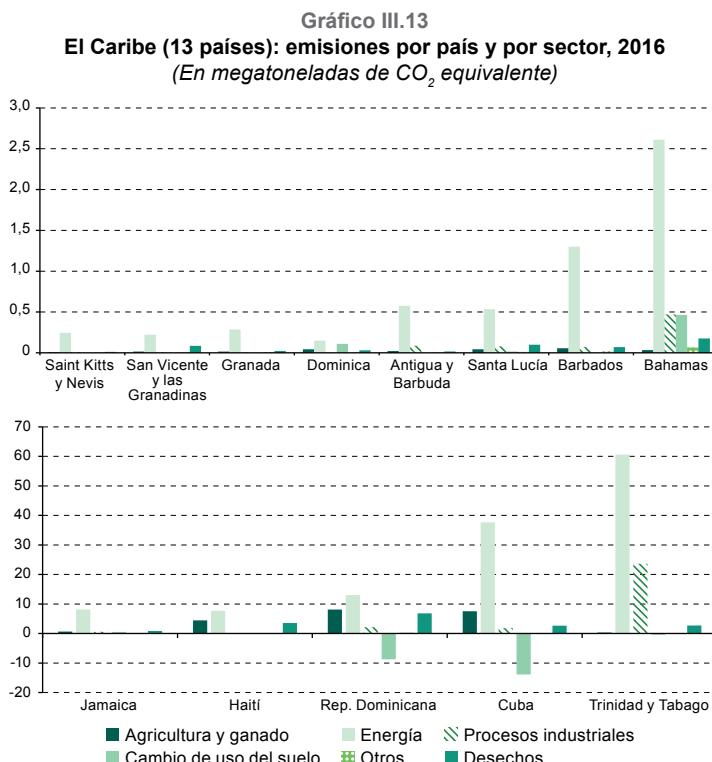
A diferencia de la trayectoria que se está siguiendo en Centroamérica, en la matriz energética de los países del Caribe predomina el uso del petróleo. En el caso de Haití, predominan los biocombustibles, mientras que, en Trinidad y Tabago, lo hace el gas natural (véase el gráfico III.12).

**Gráfico III.12**  
**El Caribe (5 países): composición de la matriz energética, 2016**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAPhist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, Göttingen, Copernicus Publications, 2016; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Base de Datos Estadísticos Sustantivos de la Organización (FAOSTAT) [en línea] <http://www.fao.org/faostat/en/>.

El nivel de emisiones por país es heterogéneo, pero, en general, el rubro más relevante es el de la energía (véase el gráfico III.13)<sup>9</sup>. Trinidad y Tabago y Cuba son los países que tienen más emisiones: 87 Mt de CO<sub>2</sub> eq y 36 Mt de CO<sub>2</sub> eq, respectivamente. Al mismo tiempo, en la cobertura forestal de Cuba y la República Dominicana, se absorben emisiones.



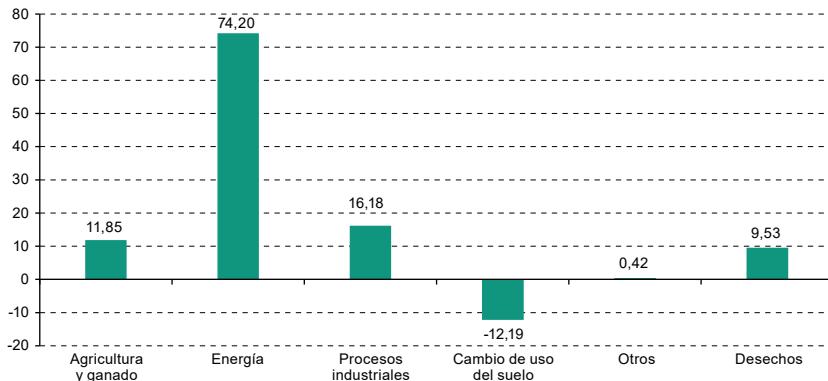
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAPhist national historical emissions time series (1850-2016)", Potsdam, 2018 [en línea] <http://dataservices.gfz-potsdam.de/pik/showshort.php?id=escidoc:3842934>.

En cuanto a la composición sectorial de las emisiones, en 2016 la quema de combustibles fósiles representaba el 90% de estas: la mayor parte de las emisiones provenía del sector de la energía (74%), seguido de los procesos industriales (16%) y la agricultura (12%). Por otra parte, en la subregión se captura carbono gracias al cambio de uso del suelo (véanse los gráficos III.14 y III.15). A diferencia de otras regiones de América Latina y el Caribe, en 2017 el sector transporte todavía tenía un peso relativamente menor en el Caribe.

<sup>9</sup> En la actualidad, la información disponible en los países acerca de las emisiones de gases de efecto invernadero se basa en los inventarios nacionales; sin embargo, la información disponible corresponde a años diversos, por lo que, para armonizar el análisis, se utiliza la base de datos de Gütschow y otros (2018) y FAO (2019).

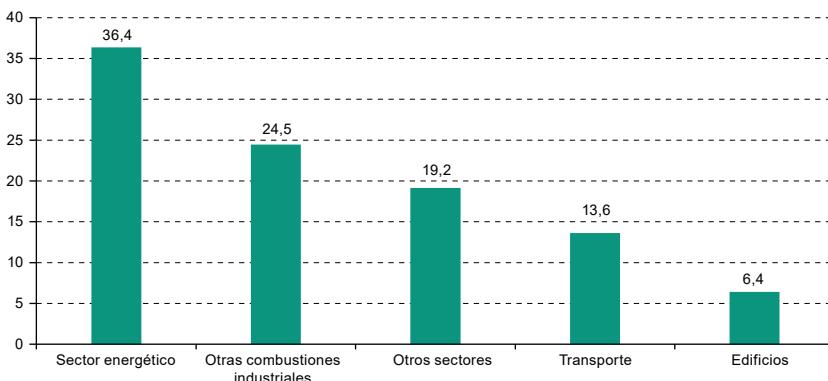
A nivel agregado, en el Caribe se emitieron 179 Mt de CO<sub>2</sub> eq en 2016<sup>10</sup>, y la tasa de crecimiento promedio anual era del 3,8%. Las emisiones del sector de los residuos y del sector de los procesos industriales fueron las que crecieron a mayor velocidad entre 1990 y 2016, y las emisiones debidas al cambio de uso del suelo se redujeron anualmente el 2,8% en promedio en el mismo período (véase el gráfico III.16).

**Gráfico III.14**  
**El Caribe: participación sectorial en las emisiones, 2016**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Comisión de Valores y Bolsa de los Estados Unidos, EDGAR database [en línea] <https://www.sec.gov/edgar.shtml>.

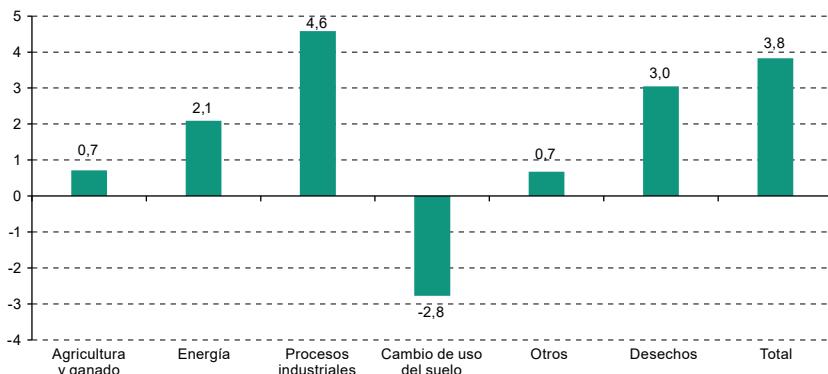
**Gráfico III.15**  
**El Caribe: composición de las emisiones del sector de la energía, 2017**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Comisión de Valores y Bolsa de los Estados Unidos, EDGAR database [en línea] <https://www.sec.gov/edgar.shtml>.

<sup>10</sup> Esto significa que las emisiones per cápita eran de 4,6 t de CO<sub>2</sub> eq, lo que se compara favorablemente con la media mundial, que es de 6,7 t de CO<sub>2</sub> eq.

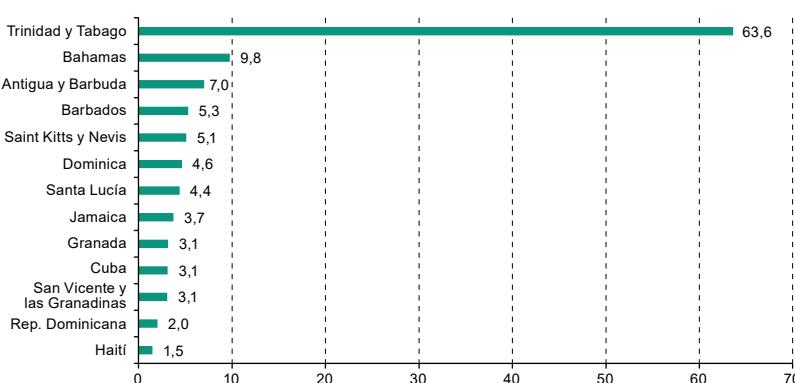
**Gráfico III.16**  
**El Caribe: crecimiento de las emisiones por sector, 1990-2016**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAPhist national historical emissions time series (1850-2016)", Potsdam, 2018 [en línea] <http://dataservices.gfz-potsdam.de/pik/showshort.php?id=escidoc:3842934>.

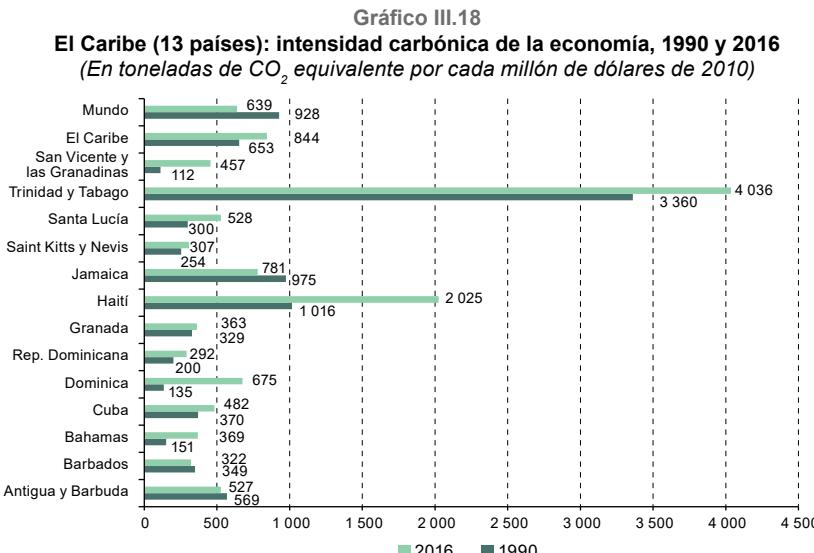
En el gráfico III.17, se observa la importancia relativa de los países según sus emisiones per cápita en 2016. En varios de ellos se ha rebasado el límite de 5 toneladas per cápita y será necesario reducir las emisiones para lograr el objetivo de no superar ese valor hacia 2030. No obstante, como ya se ha señalado, en términos absolutos, las emisiones totales del Caribe representan apenas las de una economía de tamaño medio en la región, y las emisiones de cada país individual representan aproximadamente el 10% de las de un país continental de tamaño medio.

**Gráfico III.17**  
**El Caribe (13 países): emisiones per cápita, 2016**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAPhist national historical emissions time series (1850-2016)", Potsdam, 2018 [en línea] <http://dataservices.gfz-potsdam.de/pik/showshort.php?id=escidoc:3842934>.

La razón entre las emisiones totales y el PIB es de 844 t de CO<sub>2</sub> eq por cada millón de dólares de 2010, lo que supera la media mundial, que es de 639 t de CO<sub>2</sub> eq (véase el gráfico III.18). Asimismo, en la región se observa un proceso de acople de 1% al año desde 1990, salvo en Jamaica, Antigua y Barbuda, y Barbados, donde la intensidad carbónica se ha reducido.



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J. Gütschow y otros, "The PRIMAPhist national historical emissions time series (1850-2016)", Potsdam, 2018 [en línea] <http://dataservices.gfz-potsdam.de/pik/showshort.php?id=escidoc:3842934>.

Como ya se mencionó en la sección sobre Centroamérica, se estima que, para cumplir con los compromisos internacionales y llegar a estabilizar el aumento de la temperatura mundial en no más de 2 °C, es necesario reducir las emisiones mundiales de 50 Gt de CO<sub>2</sub> eq, que es lo que se emite en la actualidad, a 40 Gt de CO<sub>2</sub> eq hacia 2030. Esto implica reducir las emisiones per cápita de aproximadamente 7 t de CO<sub>2</sub> eq a menos de 5 t de CO<sub>2</sub> eq por habitante en el mismo período (PNUMA, 2018). Al igual que en el caso de Centroamérica, se puede calcular el esfuerzo de mitigación regional con base en los tres escenarios hipotéticos hacia 2030 que se indican a continuación:

- i) Un escenario inercial, que se construye considerando el desempeño histórico de la intensidad carbónica, así como una proyección del PIB del 2,8% anual (E1).
- ii) Un escenario sin mayor carbonización, que en este caso es mejor que el comportamiento histórico (E2).
- iii) Un escenario de cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), en que se estima que las emisiones se reducen el 20% en comparación con las del escenario inercial hacia 2030 (E3).

Los resultados de evaluar los escenarios anteriores hacia 2030 se sintetizan en el cuadro III.4 y en el gráfico III.19.

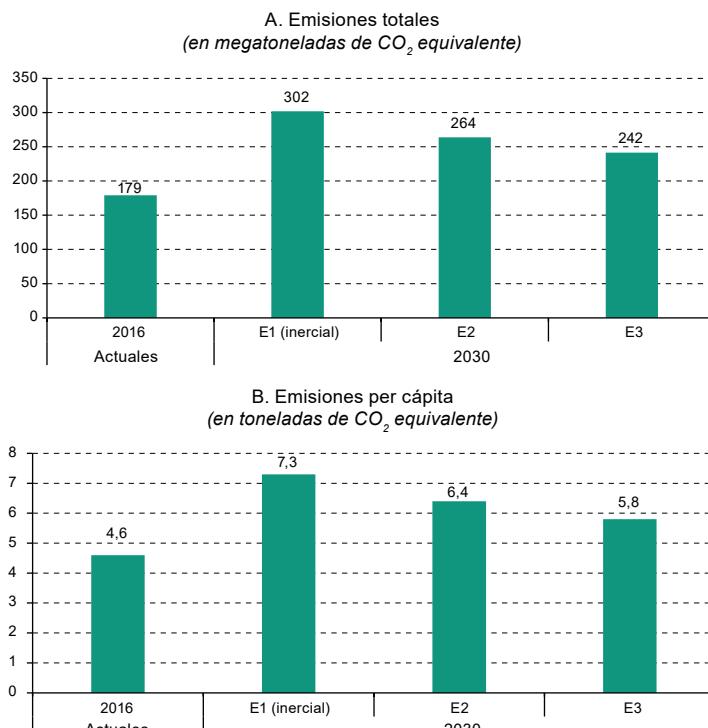
**Cuadro III.4  
Escenarios y supuestos, 2030**

Escenarios	Supuestos relativos al crecimiento anual promedio, 2016-2030		Resultados relativos a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), 2030		
	$\Delta PIB_t$	$\Delta \left( \frac{GEI}{PIB} \right)_t$	$\Delta GEI_t$ (en megatoneladas de $CO_2$ equivalente)	GEI (en toneladas de $CO_2$ equivalente por habitante)	Diferencia con respecto al escenario E1 (en porcentajes)
Escenario E1	2,8	1	3,8	302	7,3
Escenario E2	2,8	0	2,8	264	6,4
Escenario E3	2,8	-0,6	2,2	242	5,8

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

**Nota:** El escenario E1 es el escenario inercial, el E2 es uno en que la tasa de descarbonización es igual a cero y, en el E3, se estima que las emisiones se reducen el 20% en comparación con las del escenario inercial.

**Gráfico III.19  
Simulación de emisiones de gases de efecto invernadero, 2016 y 2030**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

**Nota:** El escenario E1 es el escenario inercial, el E2 es uno en que la tasa de descarbonización es igual a cero y, en el E3, se estima que las emisiones se reducen el 20% en comparación con las del escenario inercial.

En el escenario inercial (E1), se llegaría a emitir un total de 302 Mt de CO<sub>2</sub> eq de gases de efecto invernadero hacia 2030 (anteriormente se había señalado que, en 2016, se habían emitido 179 Mt de CO<sub>2</sub> eq). Esto se debe al aumento de la intensidad carbónica de los países. En el escenario inercial, las emisiones per cápita pasan de las actuales 4,6 t de CO<sub>2</sub> eq a 7,3 t de CO<sub>2</sub> eq hacia 2030, y la intensidad carbónica aumenta al ritmo observado del 1% anual. De mantenerse la tasa observada de descarbonización histórica o de intensidad carbónica del PIB, se estaría lejos de cumplir los compromisos internacionales. En el caso del escenario E2, en que la tasa de descarbonización es cero, es decir, en que el aumento de la intensidad carbónica del PIB es nulo o las emisiones crecen al mismo ritmo que la economía, las emisiones por habitante llegarían a 6,4 t de CO<sub>2</sub> eq. En el escenario E3, en que se cumple con el compromiso de reducir las emisiones un 20% con respecto al escenario en que todo sigue igual, las emisiones per cápita serían de 5,8 t de CO<sub>2</sub> eq. No obstante, para llegar a ese valor sería necesario que disminuyera la intensidad carbónica del PIB. En este escenario, se estaría cerca de lograr que las emisiones por habitante de la subregión fueran inferiores a 5 t de CO<sub>2</sub> eq, que es lo que se necesita para alcanzar las metas climáticas.

Lo anterior indica que, con un esfuerzo marginal de descarbonización de la matriz eléctrica, es decir, un ritmo modesto de penetración de energías renovables, sobre todo en los países con mayor intensidad carbónica, sumado a la electrificación de la industria y a un esfuerzo por mejorar la eficiencia de los sistemas de movilidad y de la agricultura, en los países del Caribe se estaría en camino a cumplir con el objetivo de que las emisiones no superen los 5 toneladas per cápita. Alternativamente, la restauración de los ecosistemas, como los bosques de manglares, aumentaría la captura de carbono, lo que abriría el espacio para la quema de combustibles fósiles. Los cobeneficios locales para la subregión serían evidentes, pues implicaría ganar en materia de suficiencia e independencia energética, además de obtener más espacio en el sector externo en el mediano plazo (una vez completada la fase de importaciones destinadas a la generación con base en fuentes de energía renovable) y mejorar los sistemas de movilidad, que serían más eficientes y emitirían menos contaminantes peligrosos para la salud. La alternativa de mejorar el manejo de los ecosistemas y la forestación sería de gran ayuda para prevenir y atenuar los efectos destructivos de los fenómenos extremos, a los que se hace referencia en la sección siguiente. La combinación de acciones, como se puede apreciar, apunta a una mejora sustancial del estilo de desarrollo en los países del Caribe.

## 2. Los fenómenos extremos en el Caribe

Al igual que en los países centroamericanos, en los pequeños Estados insulares en desarrollo del Caribe, se observa de forma extrema la asimetría fundamental del cambio climático: en dichos Estados se genera el 0,36% de las

emisiones mundiales de gases de efecto invernadero<sup>11</sup>, pero su vulnerabilidad es particularmente alta debido a las condiciones socioeconómicas, geográficas y climáticas. Casi todas las islas se encuentran en el corredor de los huracanes y, como es natural, una proporción importante de la población y de las actividades económicas están ubicadas en las zonas costeras (véase el mapa III.7).

**Mapa III.7  
El Caribe: trayectoria histórica de los huracanes de categoría 5, 1980-2018**



**Fuente:** Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), Historical Hurricane Tracks [en línea] <https://coast.noaa.gov/hurricanes/#/search/basin/2/filter/categories/H5/pressure/years>.

**Nota:** H es la categoría del huracán, TS significa tormenta tropical, TD significa depresión tropical, ET se refiere a una tormenta extratropical y N/A significa “no aplicable” (es decir, que no corresponde a ninguno de los sistemas meteorológicos enumerados aquí). Se muestran las trayectorias de los 14 huracanes de categoría 5 ocurridos entre 1980 y 2018 en el Caribe, ordenados por fecha: huracán Allen, del 31 de julio al 11 de agosto de 1980; huracán Gilbert, del 8 al 20 de septiembre de 1988; huracán Hugo, del 10 al 25 de septiembre de 1989; huracán Mitch, del 22 de octubre al 9 de noviembre de 1998; huracán Iván, del 2 al 24 de septiembre de 2004; huracán Emily, del 11 al 21 de julio de 2005; huracán Rita, del 18 al 26 de septiembre de 2005; huracán Wilma, del 15 al 26 de octubre de 2005; huracán Dean, del 13 al 23 de agosto de 2007; huracán Félix, del 31 de agosto al 6 de septiembre de 2007; huracán Matthew, del 28 de septiembre al 10 de octubre de 2016; huracán Irma, del 30 de agosto al 13 de septiembre de 2017; huracán María, del 16 de septiembre al 2 de octubre de 2017, y huracán Michael, del 6 al 15 de octubre de 2018.

<sup>11</sup> Las emisiones anuales del Caribe alcanzan las 179.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Alrededor de la mitad de ese monto se explica por las actividades vinculadas con los hidrocarburos en Trinidad y Tabago. En cuanto al resto de los países, destacan, por orden, los cuatro más poblados de la región: Cuba, la República Dominicana, Haití y Jamaica. En todos ellos, las mayores emisiones provienen del sector de la energía. Esto es resultado de una gran dependencia de la importación de productos energéticos fósiles y de lo poco que participan las fuentes renovables en la generación eléctrica. Esto contrasta con lo que ocurre en los países de Centroamérica que, junto con el Uruguay, lideran la renovabilidad en cuanto a la generación de electricidad.

Entre 1990 y 2017, en esta subregión ocurrieron 408 desastres asociados a fenómenos extremos, lo que representa una media de 14,6 al año<sup>12</sup>. En ese período se registraron desastres todos los años, pero la mayor incidencia se observó en 2004 y 2017 (30 y 29 desastres, respectivamente). Los países que sufrieron un mayor número de desastres fueron Haití (90), la República Dominicana (59) y Cuba (53). En el Caribe de habla inglesa, Jamaica fue el país donde hubo un mayor número de desastres (26). El 90,4% de los desastres durante este período estuvo asociado a amenazas hidroclimáticas, entre las que destacan las tormentas (58,1%) y las inundaciones (27,2%) (véase el cuadro III.5). Los años en que se registraron más desastres asociados a tormentas fueron 2017 y 2004, con 25 y 23 desastres, respectivamente.

**Cuadro III.5**  
**El Caribe: cantidad de desastres, por tipo, 1990-2017**  
*(En número)*

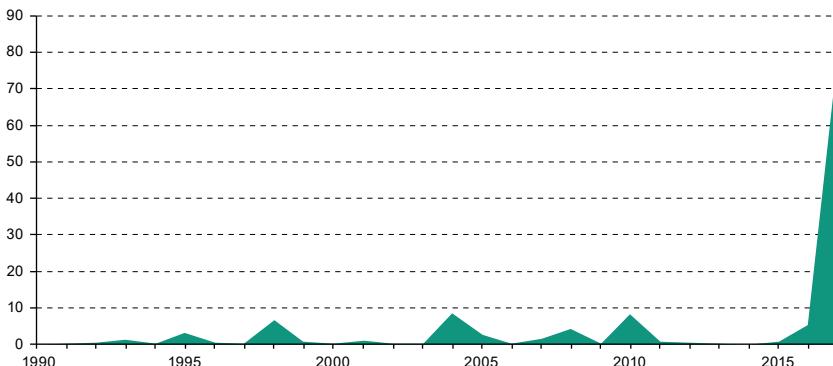
Biológico	20
Geofísico	14
Inundación	111
Tormenta	237
Sequía	21
Desplazamiento de tierras	2
Otros	3
Total	408

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Base de Datos Internacional sobre Desastres EMDAT [en línea] <https://www.emdat.be/>; Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (CEPAL/ILPES), Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe (LC/CRP.17/3), Santiago, 2019.

En cuanto al impacto y a los daños, los valores más elevados se alcanzaron en 2016 y 2017, cuando 9 y 11 millones de personas, respectivamente, se vieron afectadas por algún desastre. En esos años ocurrió el 85,9% de la destrucción de activos de todo el período 1990-2017. El máximo se alcanzó en 2017 debido a los efectos de los huracanes Irma y María, que causaron pérdidas por 80.800 millones de dólares o un 63,4% del total de daños del período (véase el gráfico III.20). Con respecto a los tipos de desastres, las tormentas fueron responsables de la mayor destrucción de activos y produjeron el 91,3% de los daños. El conjunto de efectos esperados se recoge en el recuadro III.3.

<sup>12</sup> Los datos referidos a la frecuencia de los fenómenos extremos en los países del Caribe se tomaron de CEPAL/ILPES (2019).

**Gráfico III.20**  
**El Caribe: daños causados por desastres, 1990-2017**  
*(En miles de millones de dólares de 2017)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Base de Datos Internacional sobre Desastres EMDAT [en línea] <https://www.emdat.be/>; Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (CEPAL/ILPES), *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/CRP.17/3), Santiago, 2019.

#### Recuadro III.3

##### **El Caribe: impacto esperado como resultado de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, el aumento del nivel del mar y los fenómenos extremos**

- Deterioro de las condiciones costeras; por ejemplo, la erosión de las playas y la decoloración de los corales afectarían negativamente los recursos locales, como la pesca, y reducirían el valor de las playas como destino turístico.
- Inundaciones, mareas de tormenta, erosión y otros peligros costeros, que se agravan por el alza del nivel del mar y amenazan la infraestructura vital, los asentamientos y las instalaciones que contribuyen al sustento de las comunidades locales.
- Incremento de la invasión de especies no nativas, como sucede con el sargazo en el Caribe.
- Pérdidas económicas por el menor rendimiento agrícola.
- Pérdida de los bosques de manglares y arrecifes de coral debido al aumento del nivel del mar.
- Decoloración y acidificación del océano.
- Daños en los bosques causados por los fenómenos extremos.
- Reducción de la disponibilidad de agua dulce por la disminución de las precipitaciones y la intrusión de agua salada.
- Inundación de los asentamientos y las tierras de cultivo de la costa.
- Disminución del turismo por la mayor frecuencia y la gravedad de los fenómenos meteorológicos extremos.
- Recurrencia al endeudamiento externo para compensar pérdidas debidas a la incidencia de los fenómenos climáticos extremos.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007; Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), “Vulnerability and adaptation to climate change in small island developing states”, Bonn, 2007; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624), Santiago, 2015.

### 3. La situación de las ciudades en el Caribe<sup>13</sup>

La creciente urbanización del Caribe aumenta la vulnerabilidad de esta subregión, pues las ciudades se ubican en cotas bajas y están expuestas a la subida del nivel del mar. Por consiguiente, aumentar su resiliencia es una necesidad. Se espera que el crecimiento urbano aumente el riesgo para los habitantes, debido a la explotación de recursos circundantes (McHardy y Donovan, 2016) y a la aceleración del aumento del nivel del mar (Kopp y otros, 2016), que ya registra, medido por altimetría satelital, ±3,4 mm al año. Por ejemplo, en las Bahamas, que fueron terriblemente afectadas por el huracán Dorian en 2019, el 82,8% de la población vive a menos de 10 m sobre el nivel del mar y el 94,9% vive dentro de una franja de 5 km de la costa (Mycoo y Donovan, 2017). En el documento que el Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) preparó para el Consejo Regional de Planificación de 2019, se señala que “además del aumento de los riesgos a que están expuestas las zonas costeras de baja elevación y la exposición de la población que vive en áreas costeras, las vulnerabilidades de los PEID también se expanden a otros sectores críticos debido a la pérdida de la biodiversidad y la destrucción de los sistemas de protección natural, como los arrecifes y los manglares [...]. Los acuíferos de agua dulce en las grandes llanuras costeras de Belice, Guyana y Suriname también son vulnerables a la intrusión salina [...]. Por otro lado, los patrones insostenibles de producción y consumo ejercen cada vez más presión sobre recursos como la tierra, el agua y la biodiversidad<sup>14</sup>. La falta de atención a estos factores puede tener graves consecuencias ambientales y socioeconómicas” (CEPAL/ILPES, 2019, pág. 53).

En el documento de CEPAL/ILPES (2019), se señala la gran concentración poblacional que hay en las ciudades. En 18 de las 30 ciudades capitales del Caribe vive más de la mitad de la población urbana del país o territorio correspondiente. Hay seis capitales que contienen el total de la población urbana del país o territorio en cuestión: Bridgetown, Road Town, Willemstad, Saint George's, Brades Estate y Philipsburg. Mientras que el 89% de la población total de Curaçao vive en Willemstad, el 81,9% de la población de Antigua y Barbuda vive en Saint John; en las Bahamas, Nassau alberga el 70% de la población, y, en Puerto Rico, el 67% de la población reside en San Juan. En Islas Caimán e Islas Vírgenes de los Estados Unidos, cerca de la mitad de la población total vive en la ciudad capital (véase el cuadro III.6).

<sup>13</sup> En esta sección se toma información y texto de CEPAL/ILPES (2019).

<sup>14</sup> Mycoo y Donovan (2017) describen prácticas nocivas referentes al uso de la tierra provocadas en parte por conflictos no resueltos derivados de sistemas hereditarios de tenencia de tierras, asociados con las economías de plantación, los registros de tierras obsoletos, la ejecución deficiente de los planes de desarrollo físico y las políticas y regulaciones ambientales, la deficiente elección de los emplazamientos para asentamientos urbanos, la aplicación inadecuada de las normas de urbanización y los códigos de construcción, los déficits profundos en materia de gobernabilidad e infraestructura, la desigualdad económica y social, así como una aplicación limitada de herramientas para medir el valor de los recursos ambientales en la protección de activos urbanos (CEPAL/ILPES, 2019).

**Cuadro III.6**  
**El Caribe: población de zonas urbanas y rurales, ciudad capital y porcentajes urbanos, 2018**  
*(En miles de personas y porcentajes)*

Región o país	Población urbana <sup>a</sup> (en miles de personas)	Población rural (en miles de personas)	Total (en miles de personas)	Población urbana <sup>a</sup> (en porcentajes del total)	Ciudad capital	Población que vive en la capital (en miles de personas)	Población que vive en la capital (en porcentajes del total)	Población que vive en la capital <sup>b</sup> en la capital <sup>b</sup> (en porcentajes del total)
América Latina y el Caribe	526 057	125 955	652 012	80,7		100 786	15,5	19,2
El Caribe <sup>b</sup>	32 540	13 673	46 213	70,4		12 942	28,0	39,8
Anguila	15	0	15	100,0	The Valley	1	9,3	9,3
Antigua y Barbuda	25	78	103	24,6	Saint John	21	20,1	81,9
Aruba	46	60	106	43,4	Oranjestad	30	28,3	65,1
Bahamas	332	68	399	83,0	Nassau	280	70,0	84,4
Barbados	89	197	286	31,1	Bridgetown	89	31,1	100,0
Belice	175	208	382	45,7	Belmopán	23	6,0	13,1
Bermudas	61	0	61	100,0	Hamilton	10	16,5	16,5
Cuba	8 851	2 638	11 489	77,0	La Habana	2 136	18,6	24,1
Curaçao	144	18	162	89,1	Willemstad	144	89,1	100,0
Dominica	52	22	74	70,5	Roseau	15	20,1	28,5
Granada	39	69	108	36,3	Saint George's	39	36,3	100,0
Guadalupe	442	7	449	98,5	Basse-Terre	58	13,0	13,2
Guayana Francesa	247	43	290	85,3	Cayena	58	19,8	23,3
Guyana	208	574	782	26,6	Georgetown	110	14,1	52,8
Haití	6 143	4 970	11 113	55,3	Puerto Príncipe	2 637	23,7	42,9
Islas Caimán	62	0	62	100,0	George Town	35	55,9	55,9
Islas Turcas y Caicos	33	2	36	93,1	Cockburn Town	5	15,1	16,3
Islas Vírgenes Británicas	15	17	32	47,7	Road Town	15	47,7	100,0
Islas Vírgenes de los Estados Unidos	100	4	105	95,7	Charlotte Amalie	52	49,9	52,1
Jamaica	1 614	1 285	2 899	55,7	Kingston	589	20,3	36,5

Cuadro III.6 (conclusión)

Región o país	Población urbana <sup>a</sup> (en miles de personas)	Población rural (en miles de personas)	Total (en miles de personas)	Población urbana <sup>a</sup> (en porcentajes del total)	Ciudad capital	Población que vive en la capital (en miles de personas)	Población que vive en la capital (en porcentajes del total)	Población urbana que vive en la capital <sup>a</sup> (en porcentajes del total)
Martinica	343	42	385	89,0	Brades Estate	79	20,6	23,1
Montserrat	0	5	5	9,1	San Juan	0	9,1	100,0
Puerto Rico	3 424	235	3 659	93,6	Santo Domingo	2 454	67,1	71,7
República Dominicana	8 823	2 060	10 883	81,1	Basseterre	3 172	29,1	36,0
Saint Kitts y Nevis	17	39	56	30,8	Philipburg	14	25,8	84,0
San Martín (parte neerlandesa)	41	0	41	100,0	Kingstown	27	24,2	46,3
San Vicente y las Granadinas	58	53	110	52,2	Castries	22	12,4	66,3
Santa Lucía	34	146	180	18,7	Paramaribo	239	42,1	63,8
Suriname	375	193	568	66,1	Puerto España	544	39,7	74,6
Trinidad y Tabago	730	643	1 373	53,2				

**Fuente:** Naciones Unidas, *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*, Nueva York, 2018; Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (CEPAL/ILPES), *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/CRP/17/3), Santiago, 2019.

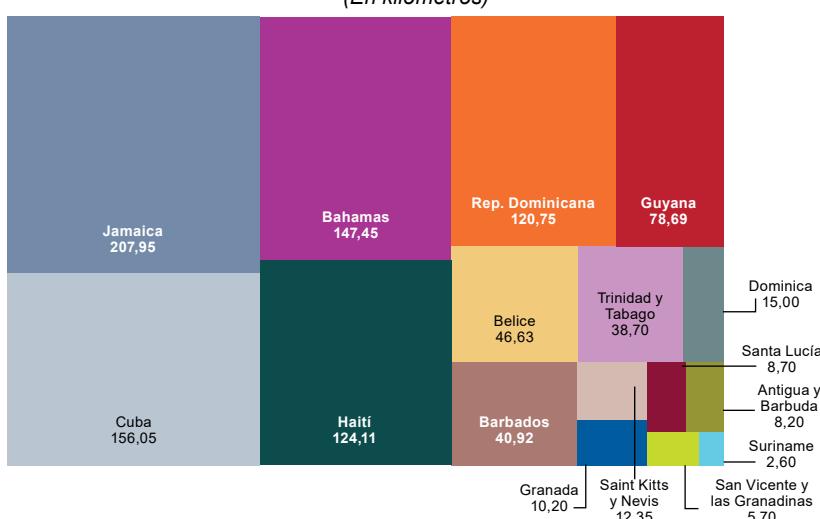
<sup>a</sup> La definición del término “urbano” corresponde a la utilizada en cada país.

<sup>b</sup> Incluye los 30 países miembros y asociados del Comité de Desarrollo y Cooperación del Caribe (CDCC).

En lo que respecta a la exposición de los asentamientos al efecto de la subida del nivel del mar y a los huracanes, las Bahamas, Cuba, Haití, Jamaica y la República Dominicana tienen más de 100 km de costa urbana (véase el gráfico III.21) y muchas ciudades están en una cota inferior a los 5 m (véase el mapa III.8). Los riesgos de inundación se agravan por la complejidad de los sistemas hídricos y el carácter incipiente de la capacidad adaptativa de los países.

Además, según señala el ILPES, hacia 2050, el Caribe tendrá una tasa de urbanización del 82,5%, que será superior a la del resto de la región. Dicha tasa habrá tenido un crecimiento de al menos el 15%, en un patrón disperso que conformará “ciudades-regiones” y “corredores urbanos”. “La expansión urbana en el Caribe conllevará desde la duplicación hasta la quintuplicación de su actual superficie urbana total, frente a un aumento estimado de unos 10 millones de nuevos habitantes urbanos para 2050<sup>15</sup>” (CEPAL/ILPES, 2019, pág. 44).

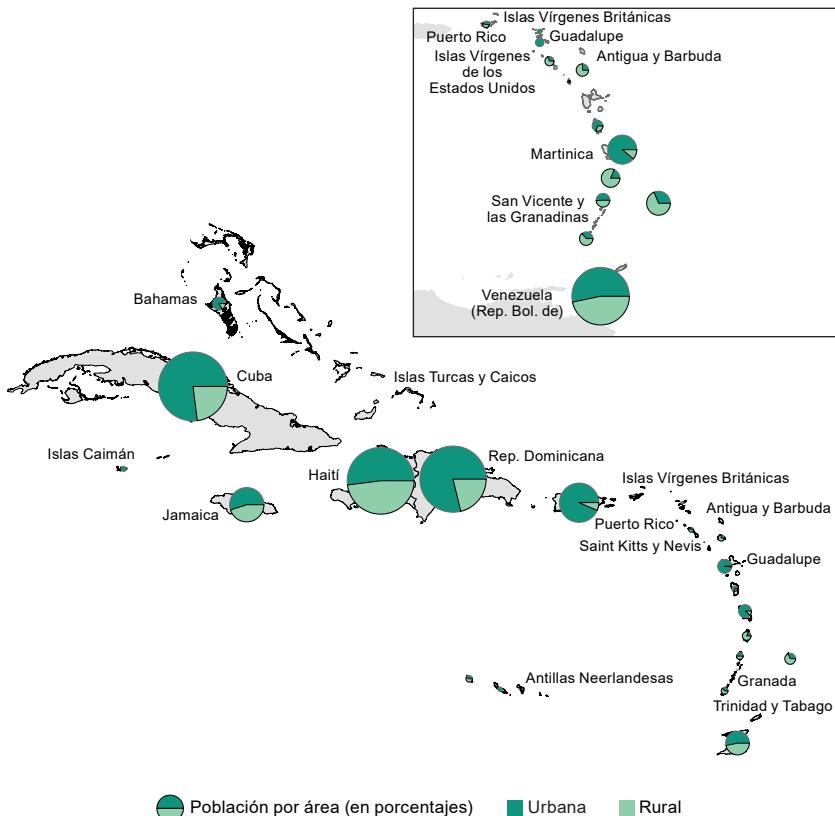
**Gráfico III.21**  
**El Caribe: línea costera urbana, 2013**  
*(En kilómetros)*



**Fuente:** M. Mycoo y M. Donovan, *A Blue Urban Agenda: Adapting to Climate Change in the Coastal Cities of Caribbean and Pacific Small Island Developing States*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2017; Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (CEPAL/ILPES), *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/CRP.17/3), Santiago, 2019.

<sup>15</sup> Según la investigación de McHardy y Donovan, en 2050 el área urbana del Caribe será equivalente a un territorio entre tres veces el tamaño de Barbados y toda la superficie de Trinidad y Tabago (véase McHardy y Donovan, 2016). En los estudios de Angel y otros (2010) se proyectaron aumentos significativos en el suelo urbano en el Caribe y en los pequeños Estados insulares en desarrollo del Pacífico entre 2000 y 2050. Por ejemplo, se espera que Trinidad y Tabago experimente un aumento de siete veces en la cobertura del suelo urbano (CEPAL/ILPES, 2019, pág. 44).

**Mapa III.8  
El Caribe: distribución espacial de población, 2018**



**Fuente:** Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), sobre la base de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), CEPALSTAT [base de datos en línea] [http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/Portada.asp](http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp); Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (CEPAL/ILPES), *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/CRP.17/3), Santiago, 2019.

En un escenario así, las presiones sobre el suelo, los servicios y la infraestructura también aumentarán, y serán cruciales las políticas destinadas a anticipar estas presiones, como mejorar la seguridad de la tenencia de la tierra, la gestión pública del suelo, la política de vivienda, el transporte, la gestión de residuos y la seguridad del agua (véase el recuadro III.4). En tanto los territorios no estén preparados y estos fenómenos no sean planificados, el estilo de desarrollo multiplicará las vulnerabilidades existentes al sumar las que crea el aumento descontrolado de los asentamientos informales.

### Recuadro III.4 Planificación y riesgo

La reducción del riesgo de desastres (RRD) se integró en una serie de marcos de desarrollo y acuerdos internacionales, como el Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la Resiliencia de las Naciones y las Comunidades ante los Desastres, y en su sucesor, el Marco de Sendáí para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. También se integró en la Trayectoria de Samoa y en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Además, dada la vulnerabilidad del Caribe a los desastres, las partes interesadas de la subregión también necesitarían mejorar su capacidad para incorporar los componentes de la gestión del riesgo de desastres (GRD) en la planificación sectorial y del presupuesto. La GRD consta de cinco pilares (GFDRR, 2013):

- i) Identificación del riesgo. Identificar y comprender mejor los riesgos de desastres mediante la creación de capacidad para hacer evaluaciones y análisis.
- ii) Reducción de riesgos. Evitar que se creen nuevos riesgos y procurar que estos se reduzcan en la sociedad mediante una mayor consideración del riesgo de desastres en las políticas públicas y en las inversiones.
- iii) Preparación. Mejorar la capacidad para gestionar crisis mediante el desarrollo de capacidades de pronóstico y gestión de desastres.
- iv) Protección financiera. Aumentar la capacidad de recuperación financiera de los gobiernos, el sector privado y los hogares mediante estrategias de protección financiera (seguros paramétricos, seguros tradicionales y previsiones presupuestales).
- v) Recuperación resiliente. Recuperarse de forma más rápida y resistente mediante el apoyo para la planificación de los procesos de reconstrucción.

Aunque hay avances en la planificación de la gestión del riesgo de desastres (Bahamas, Belice, República Dominicana, Haití, Jamaica, Barbados, Guyana, Santa Lucía, Surinam, y Trinidad y Tabago), este enfoque aún no ha permeado los marcos normativos e institucionales que rigen las instituciones sectoriales y territoriales, ni los procesos de planificación y presupuestación, como se informa en los siguientes párrafos:

- **Información para la toma de decisiones sobre la gestión del riesgo de desastres.** Aunque en la mayoría de las políticas sectoriales y de desarrollo se reconoce la necesidad de contar con datos y se señalan brechas importantes, no existen pautas claras sobre cómo generar y difundir información relacionada con la gestión del riesgo de desastres. En los países analizados hay instituciones responsables de estudiar y monitorear los peligros geológicos e hidrometeorológicos, pero la información que estas producen no siempre está disponible o no se utiliza para guiar las acciones y decisiones. La información se sigue utilizando sobre todo en el sector académico y en los sistemas de alerta temprana. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en la mayoría de los países ya hay leyes que garantizan el acceso a la información pública. Por lo tanto, es necesario aclarar el papel que la gestión del riesgo de desastres desempeña en este sentido y aprovechar el marco legal que se ha creado. Como se expresa en la mayoría de los instrumentos de gestión del riesgo de desastres, se recomienda implementar sistemas de información relativos a dicha gestión, así como directrices técnicas que respalden el compromiso sectorial y territorial, además de garantizar la coherencia en la recopilación de datos. Vale la pena resaltar la importancia de recopilar de manera coherente los datos de referencia sectoriales, ya que no solo contribuyen a identificar y reducir los riesgos, sino también a evaluar los efectos y el impacto de los desastres. Desde el punto de vista

## Recuadro III.4 (continuación)

de los datos sectoriales, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Mundial han evaluado diversos desastres en la subregión, con lo que se ha ido consolidando en diversos sectores una línea de base que debe actualizarse permanentemente.

- **Integración de la gestión del riesgo de desastres en el ciclo de preparación y evaluación de proyectos.** En las normas e instrumentos que se utilizan en algunos países para realizar evaluaciones de impacto ambiental ya se integran el análisis del riesgo de desastres, así como el diseño y la implementación de medidas encaminadas a reducir dicho riesgo. Sin embargo, la falta de sistemas nacionales de información o de directrices técnicas dificulta la consideración adecuada de la gestión del riesgo de desastres en el ciclo de preparación y evaluación de la inversión pública y en los proyectos de desarrollo en general. Es crucial combinar mejores datos y capacidades técnicas reforzadas para incorporar la gestión del riesgo de desastres en proyectos de inversión pública. Incorporar un componente de gestión del riesgo de desastres a lo largo del ciclo de vida de un proyecto aumentaría su resiliencia y sostenibilidad, y contribuiría a proteger las inversiones públicas, al tiempo que garantizaría la continuidad de la provisión de servicios y productos públicos.
- **Enfoque territorial.** En algunos países se ha promovido el diseño de planes de gestión del riesgo de desastres (regionales, provinciales y municipales), mientras que en otros se ha alentado su incorporación en los planes de desarrollo o la coexistencia de ambos tipos de instrumentos. Sin embargo, el enfoque territorial y la definición de roles y responsabilidades sectoriales en lo que respecta a la gestión del riesgo de desastres no siempre han estado acompañados por la asignación de recursos financieros o de incentivos presupuestarios. Se sugiere que en los países se refuerce el componente territorial de las estrategias de gestión del riesgo de desastres, ya que se observa que la mayoría de las autoridades locales se encargan principalmente de tareas de preparación y respuesta ante emergencias. Esto requiere actualizar los marcos de gestión del riesgo de desastres a fin de establecer responsabilidades vinculantes a nivel territorial, y fortalecer áreas como la identificación de riesgos, la planificación de medidas de mitigación y la recopilación de datos y consideraciones respecto de procesos de reconstrucción que no reproduzcan las vulnerabilidades y los riesgos reconocidos.
- **Enfoque sectorial.** En los países de la subregión se ha evolucionado desde tener una institución nacional a cargo de desastres hasta crear sistemas nacionales de gestión del riesgo de estos. En dichos sistemas se han elaborado marcos normativos e institucionales en los que se van definiendo los roles y las responsabilidades de los diferentes sectores e instituciones a cargo de los asuntos relacionados con la gestión del riesgo de desastres. En algunos sectores específicos, como la agricultura, el medio ambiente, la infraestructura y la salud, se observan avances en la incorporación de dicha gestión. Quizás uno de los vínculos más claros que se han identificado es el que existe entre el medio ambiente, el cambio climático y la gestión del riesgo de desastres. También se observa que, cuando en un país hay marcos actualizados para adaptarse al cambio climático y mitigarlo, existe una articulación con los principios y las actividades de la gestión del riesgo de desastres. De la misma manera, en varias políticas sectoriales y de desarrollo se reconoce la importancia del uso de la tierra y la planificación territorial para aumentar la resiliencia y adaptarse a los efectos del cambio climático o mitigarlos. Además, algunos aspectos de la gestión del riesgo de desastres se han tomado en cuenta en los estudios de impacto ambiental, en particular,

---

**Recuadro III.4 (conclusión)**

la identificación de amenazas naturales que puedan afectar un proyecto dado, así como la elaboración de medidas de mitigación con miras a asegurar su sostenibilidad. Los sectores en que se han modificado las normas y estructuras para incorporar una estrategia de gestión del riesgo de desastres muestran un mejor desempeño mediante la incorporación de acciones específicas en la planificación y los presupuestos sectoriales.

- **Políticas macroeconómicas.** En algunos marcos normativos relacionados con la gestión del riesgo de desastres en la subregión ya se prevé crear fondos nacionales. En algunos casos se permite financiar actividades *ex ante* y, en otros, solo se permite satisfacer las necesidades que surgen en virtud de la respuesta a los desastres. Conviene señalar que el hecho de que en los marcos legales se considere crear estos fondos no siempre significa que se hayan estimado o asignado efectivamente los recursos necesarios. En los casos en que los ministerios de economía y finanzas tienen funciones y responsabilidades bien definidas de gestión del riesgo de desastres, se ha facilitado el diseño y el establecimiento de estrategias nacionales de protección financiera, lo que también contribuye a la sostenibilidad y a la adquisición de fondos. Además, en muchos países se ha recurrido a la protección de seguros contra catástrofes en el mercado internacional.
- **Integración de la gestión del riesgo de desastres en las políticas de desarrollo y otros instrumentos.** En los países de la subregión se han alcanzado diferentes niveles de progreso, lo que abre varias oportunidades para el intercambio de experiencias y la cooperación. En este sentido, los procesos de recuperación posteriores al desastre representan una oportunidad para rectificar el rumbo seguido anteriormente y reconstruir con capacidad de recuperarse mediante la incorporación de la gestión del riesgo de desastres en las estrategias de desarrollo.

---

**Fuente:** O. Bello y otros, "Mainstreaming disaster risk management strategies in development instruments: policy briefs for selected member countries of the Caribbean Development and Cooperation Committee", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 58 (LC/TS.2017/80; LC/CAR/TS.2017/6), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017; C. Weekes y O. Bello, "Mainstreaming disaster risk management strategies in development instruments (II): policy briefs for Barbados, Guyana, Saint Lucia, Suriname, and Trinidad and Tobago", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 75 (LC/TS.2019/7), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019; Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (CEPAL/ILPES), *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/CRP.17/3), Santiago, 2019; Fondo Mundial para la Reducción de los Desastres y la Recuperación (GFDRR), *Managing Disaster Risks for a Resilient Future: A Strategy for the Global Facility for Disaster Reduction and Recovery 2013–2015*, Washington, D.C., 2013.

Como se puede apreciar con relación a la dinámica de los asentamientos humanos, la adaptación y la mitigación van de la mano en el contexto urbano, pues para que las ciudades estuvieran menos expuestas deberían tener un menor frente de mar y, por lo tanto, una densidad mayor, lo que al mismo tiempo llevaría a que fueran más compactas. Eso reduciría la intensidad de las emisiones y daría lugar a opciones de movilidad que tendrían una menor huella ambiental. Asimismo, el papel de las defensas naturales es crítico para frenar el impacto de los fenómenos climáticos, sean manglares, arrecifes o vegetación en tierra.

#### 4. Estimaciones del impacto económico del cambio climático

En el período 2000-2017, el costo de los desastres relacionados con el clima fue cuantioso y se lo puede observar en el gráfico III.22, donde se expresa como proporción del PIB. En 2017, el impacto del huracán María en Dominica se estimó en el 260% del PIB, mientras que, en 2004, los efectos del huracán Iván en Granada ascendieron al 148% del PIB. Este tipo de fenómeno extremo ha causado daños equivalentes a dos dígitos del PIB en Antigua y Barbuda, las Bahamas, Haití y San Vicente y las Granadinas, al tiempo que en Cuba, la República Dominicana, Jamaica, Santa Lucía y Saint Kitts y Nevis ha ocurrido al menos un fenómeno que ha tenido costos superiores al 1% del PIB.

**Gráfico III.22**  
**El Caribe (13 países): costo económico de los desastres naturales, 2000-2017**  
*(En porcentajes del PIB)*

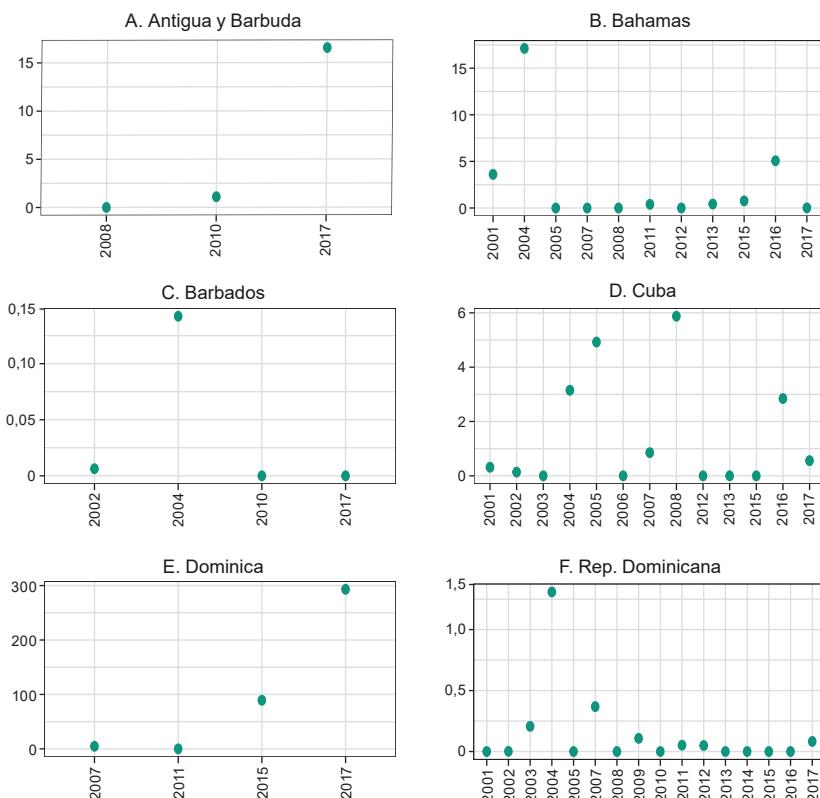
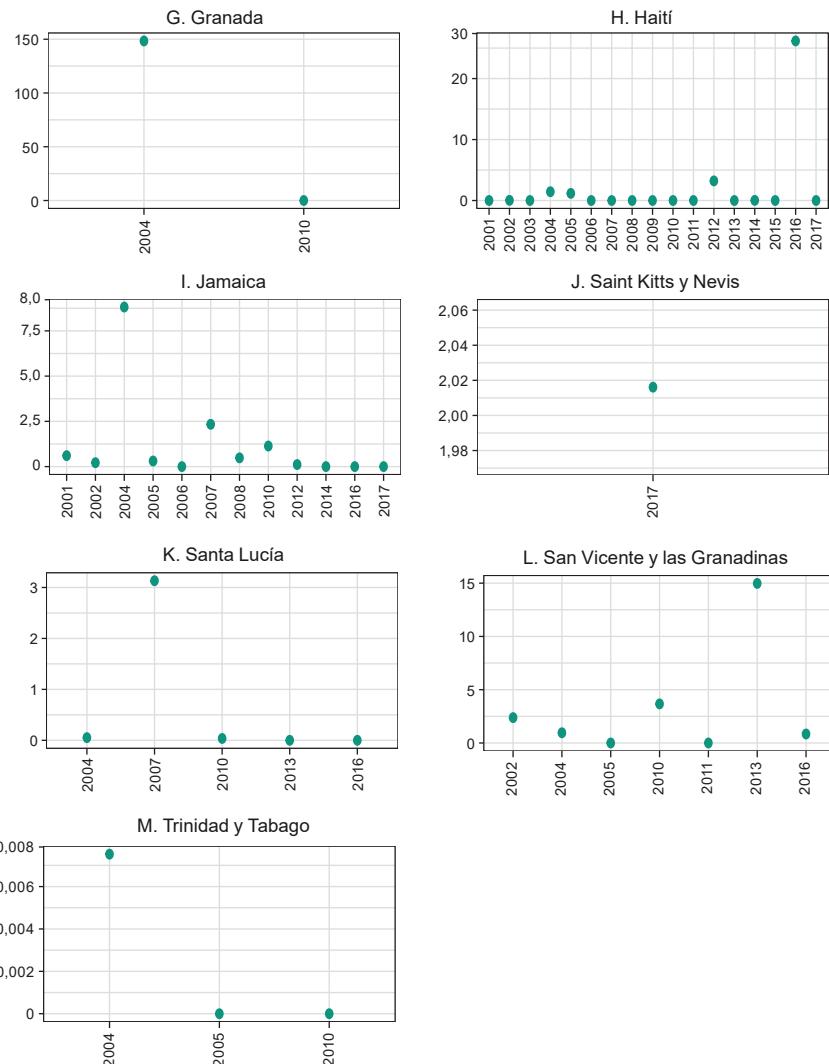


Gráfico III.22 (conclusión)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Base de Datos Internacional sobre Desastres EMDAT [en línea] <https://www.emdat.be/>.

Las pérdidas de vidas humanas son altas y han aumentado (véase el gráfico III.23). En el período 2000-2012 hubo más muertes por inundaciones y tormentas que en 1980-1989 (CEPAL 2019c). La mayor urbanización y el aumento de las tierras dedicadas a la agricultura son factores de riesgo de letalidad en las naciones de la Comunidad del Caribe (CARICOM).

**Gráfico III.23**  
**El Caribe: muertes asociadas a desastres, 2000-2019**  
*(En número)*

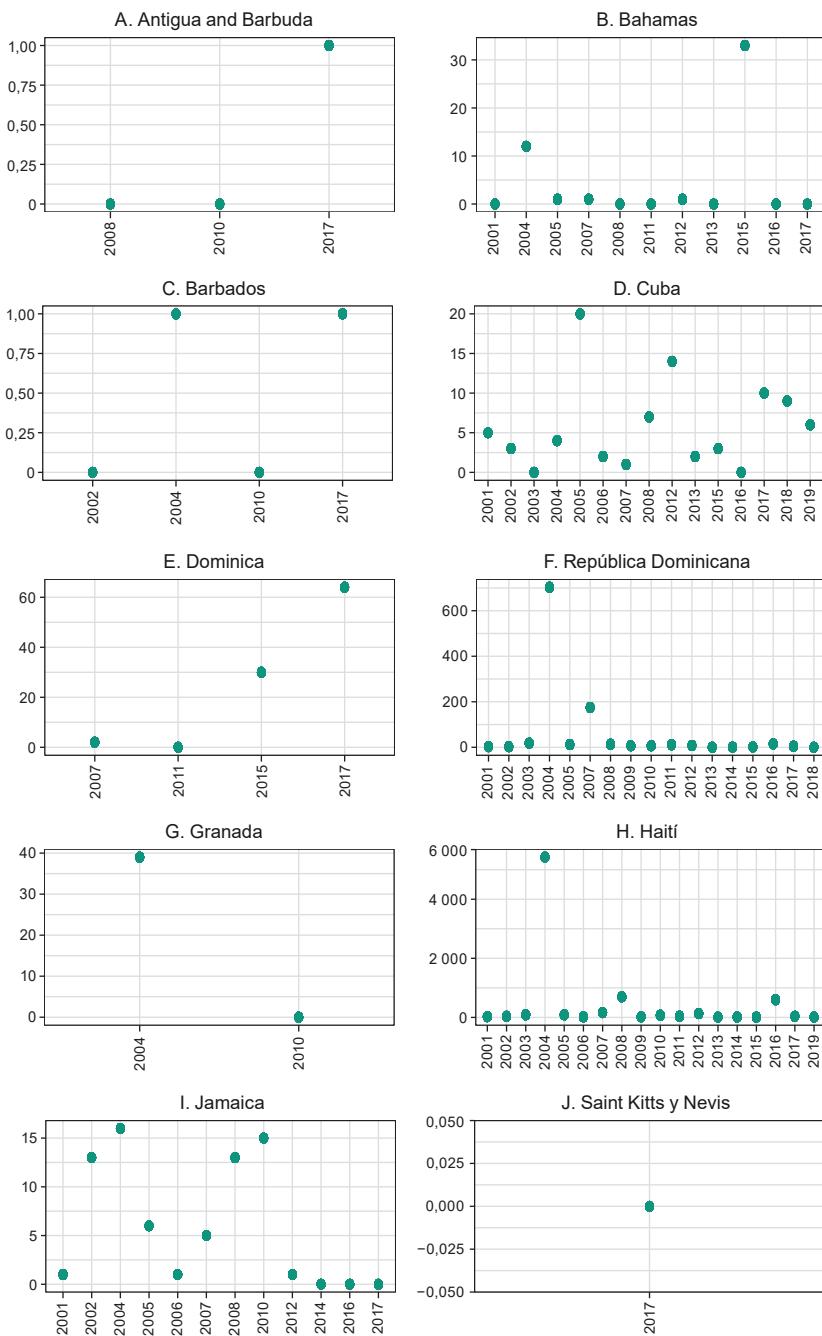
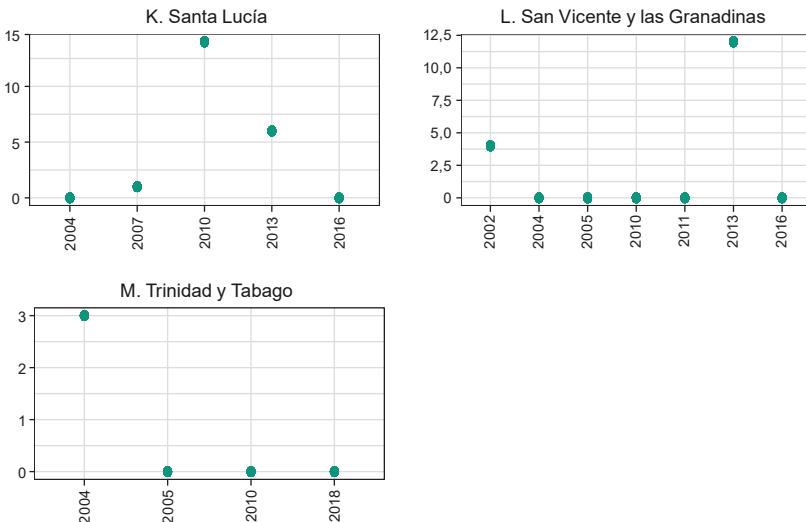


Gráfico III.23 (conclusión)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Base de Datos Internacional sobre Desastres EMDAT [en línea] <https://www.emdat.be/>.

Otro efecto de este tipo de fenómenos extremos es el aumento de las presiones que impulsan a la emigración, que en la región tiene un fuerte componente femenino. Por ejemplo, frente al huracán María, entre el 20,5% y el 27,3% del total de habitantes de Dominica migraron, mientras que 861 hombres y 773 mujeres debieron ser evacuados de Barbuda y llevados a Antigua (Lebrechtta, 2019). Al igual que en Centroamérica, los fenómenos extremos afectan negativamente la autonomía económica de las mujeres: reducen sus medios de vida y aumentan la carga de trabajo reproductivo y de cuidados no remunerado. En el Caribe, muchas mujeres pobres están empleadas en el extremo más bajo del sector turístico: cuando los desastres causan daños severos al sector, muchas quedan desempleadas porque sus habilidades no les permiten ubicarse en otros trabajos (CEPAL, 2019c).

Según Bello y De Meira (2019), en el período 1990-2018, los países del Caribe fueron más afectados que otro tipo de pequeños Estados insulares en desarrollo en cuanto al número de desastres, la razón entre la población afectada y la población total, y la razón entre los daños y el PIB. La razón entre la población afectada y la población total fue del 5,8% en los pequeños Estados insulares en desarrollo caribeños, mientras que en los del Pacífico fue del 3,5% y, en los del Atlántico, el Índico, el Mediterráneo y el Mar de China Meridional, del 2,1%. “En el caso de la razón de daños/PIB,

el mayor valor promedio correspondió al Caribe, seguido por el grupo de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo de la Región del Atlántico, el Océano Índico, el Mediterráneo y el Mar de China Meridional (3,7%) y por los PEID del Pacífico (2,8%)” (CEPAL/ILPES, 2019, pág. 48). En lo que respecta a Centroamérica y América del Sur, el valor promedio de la razón entre los daños y el PIB de los países en que ocurrió algún desastre en el período 1970-2010 fue del 6,9% en el Caribe, el 3% en Centroamérica y el 0,4% en América del Sur (Bello y otros, 2017).

El impacto económico de los desastres con relación al tamaño de la economía singulariza al Caribe. Por ejemplo, en cuatro de las evaluaciones de los desastres<sup>16</sup> que tuvieron lugar en el Atlántico durante la temporada de huracanes de 2017, el costo total superó el 40% del PIB<sup>17</sup>; en tres de ellas, el costo superó el 100% de este. Los choques externos de esa magnitud hacen que los avances sociales y económicos se puedan perder, lo que pone de relieve la importancia de incluir elementos de resiliencia en las políticas de desarrollo.

## 5. El reto del endeudamiento en el Caribe

En la región del Caribe, se enfrentan dificultades que surgen del nivel de endeudamiento y la lentitud del crecimiento. El nivel de endeudamiento estructuralmente alto de los países de la región se acentúa periódicamente debido a las pérdidas económicas provocadas por los fenómenos climáticos extremos. Los pequeños Estados insulares en desarrollo del Caribe se encuentran entre los más endeudados del mundo, y el nivel de deuda pública respecto del PIB es especialmente grave en Antigua y Barbuda, Barbados, Granada,

<sup>16</sup> La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha sido pionera en la evaluación de desastres y en el desarrollo de una metodología para tal fin. La metodología de evaluación de daños y pérdidas permite calcular las pérdidas, los daños y los costos adicionales relacionados con un fenómeno específico. Las principales referencias utilizadas en esta sección son las evaluaciones de desastre hechas por la CEPAL en los siguientes países: Bahamas (2015, 2016 y 2017), Belice (2016), Anguila (2017), Islas Turcas y Caicos (2017), Islas Vírgenes Británicas (2017) y San Martín (2017). Las evaluaciones de Belice y de las Bahamas en 2016 fueron realizadas junto con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Las evaluaciones de las Bahamas en 2015 y 2017 fueron realizadas junto con la OPS, y las de Anguila y San Martín se llevaron a cabo con el Banco de Desarrollo del Caribe.

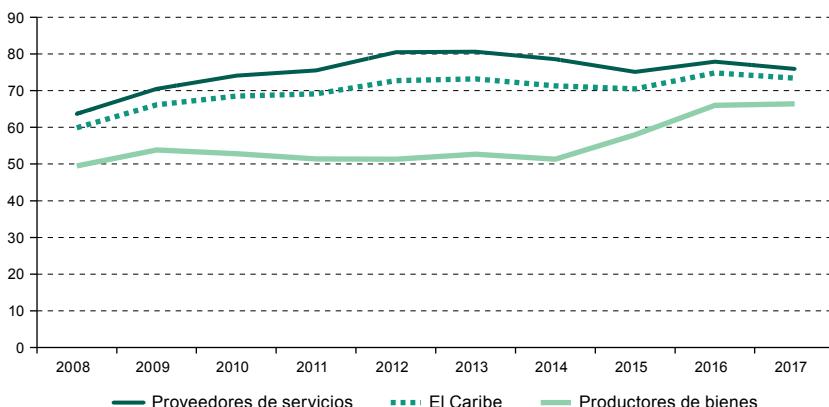
<sup>17</sup> En los daños informados, se subestiman los efectos de los desastres, pues la Base de Datos Internacional sobre Desastres EM-DAT solo contiene información sobre los daños definidos como activos físicos parcial o totalmente destruidos. En las evaluaciones de la CEPAL, se incluyen las pérdidas (el valor monetario de los bienes que se dejan de producir y de los servicios que se dejan de proveer) y los costos adicionales relacionados con la producción de bienes y el suministro temporal de los servicios interrumpidos, además de los costos que supone atender la emergencia (CEPAL, 2014a). Desde este otro punto de vista, en el impacto que los huracanes Irma y María tuvieron en Anguila, las Bahamas, las Islas Turcas y Caicos, las Islas Vírgenes Británicas y San Martín, las pérdidas representaron el 48% del costo total.

Jamaica, y Saint Kitts y Nevis. Esta situación se agrava por la disminución de los flujos de inversión extranjera directa (IED), el alto nivel de desempleo, sobre todo juvenil, y el lento crecimiento económico.

De hecho, la lentitud del crecimiento se atribuye en parte al peso de la deuda, pues restringe el espacio fiscal y ha dificultado el financiamiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La elevada deuda ha inducido un período de consolidación fiscal que restringe la capacidad de sostener el gasto social y la muy necesaria inversión en infraestructura que precede a la inversión privada. La situación económica se agrava por el largo declive de la inversión extranjera directa en la subregión, que es una fuente importante de recursos .

En el gráfico III.24, se muestra la trayectoria de endeudamiento de 2008 a 2017, distinguiendo entre países exportadores de bienes y países exportadores de servicios, como el turismo o los servicios financieros. Debe notarse que la deuda de los exportadores de bienes ha aumentado debido al declive de los precios de los productos primarios y a la caída de la recaudación fiscal.

**Gráfico III.24**  
**El Caribe: deuda pública total, 2008-2017**  
*(En porcentajes del PIB)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información oficial de los países; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2019* (LC/PUB.2019/8P), Santiago, 2019; *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2018* (LC/PUB.2018/4P), Santiago, 2018; *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2017* (LC/PUB.2017/6P), Santiago, 2017; *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2016* (LC/L.4140), Santiago, 2016.

Desde la crisis mundial de 2008-2009, el promedio de la carga que la deuda representa se ha incrementado a pesar de la aplicación de programas de ajuste, ya sea motivados nacionalmente o acordados con el Fondo Monetario

Internacional (FMI). En 2017, la deuda promedio en el Caribe equivalía al 73,6% del PIB: el 66,4% en los países productores de bienes y el 75,9% en los proveedores de servicios. Siete países caribeños tenían deudas superiores al 70% del PIB; si se toma en consideración que el umbral de sostenibilidad de la deuda según el FMI es del 60% del PIB, no es una exageración decir que la región tiene dificultades. El servicio de la deuda también es crítico. El servicio total representó el 27% del PIB de la subregión: el 26% en los países productores de bienes y el 27% en los proveedores de servicios. En un caso extremo, el interés y la amortización representaron cerca del 60% del ingreso gubernamental.

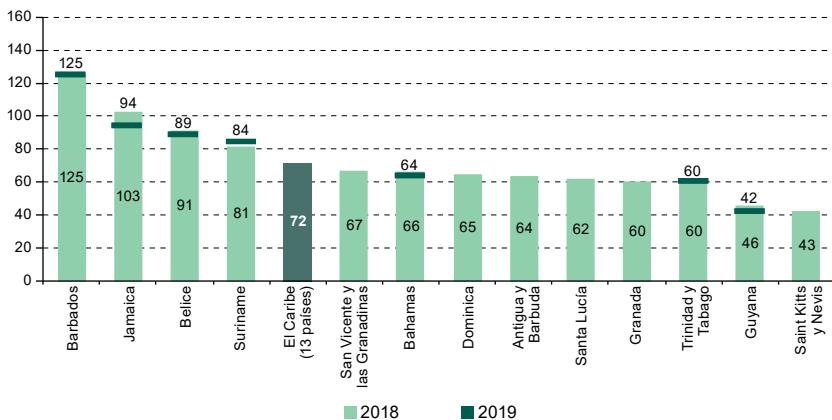
El fuerte endeudamiento es resultado de debilidades estructurales y vulnerabilidades inherentes a los pequeños Estados insulares en desarrollo, en particular la alta exposición a los desastres naturales. Por ello, la CEPAL reconoce que la acumulación de deuda se explica por varios factores y no solo por los excesos fiscales. Entre esos factores se encuentran el impacto de los choques externos negativos, y los efectos del cambio climático y los fenómenos extremos. Como se demostró en la temporada de huracanes de 2017, estos fenómenos representan la mayor amenaza que se cierne sobre los países caribeños. El número de países afectados y la magnitud del daño causado por los fenómenos extremos en la región ha aumentado significativamente desde la década de 1970. “Esta situación fiscal es un factor que podría dar lugar a un círculo vicioso en el que, tras ocurrir un desastre, no se finaliza la reconstrucción y lo que se ejecuta no es resiliente debido a la falta de recursos financieros. Consecuentemente, se aumentaría la vulnerabilidad del país y, ante un nuevo desastre, habría efectos e impactos mayores” (CEPAL/ILPES, 2019, pág. 72).

Es en este contexto que la CEPAL propone una iniciativa de canje de deuda por adaptación climática, a fin de ayudar a los países a reducir la carga de la deuda y, al mismo tiempo, reforzar el crecimiento.

## **6. La iniciativa de la CEPAL relativa al canje de deuda por adaptación climática**

En la propuesta de la CEPAL, se reconoce que la generación de los grandes superávits necesarios para estabilizar la deuda también es la causa del bajo crecimiento y que el servicio de la deuda limita la capacidad de los países del Caribe para atender la agenda de desarrollo sostenible (véase el gráfico III.25).

**Gráfico III.25**  
**El Caribe (13 países): deuda pública bruta del gobierno central, 2018-2019<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes del PIB)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Estudio Económico de América Latina y el Caribe, 2019* (LC/PUB.2019/12P), Santiago, 2019.

<sup>a</sup> Las cifras de 2018 corresponden al cierre de dicho año y las de 2019 corresponden al mes de marzo.

El enfoque de alivio de deuda propuesto por la CEPAL tiene dos dimensiones:

- i) En el caso de los países que tienen un endeudamiento elevado con acreedores oficiales, a los fondos que estén interesados en fomentar la resiliencia y la adaptación se los persuadiría para que adquirieran deuda multilateral y bilateral a tasas de descuento negociadas.
- ii) En el caso de los países que tienen una deuda elevada con acreedores privados, se aplicaría un mecanismo de recompra, así como de deuda por canje de títulos. El repago de la deuda de los países caribeños se depositaría en un fondo destinado a fomentar la resiliencia frente al clima, para financiar inversiones en industrias verdes dirigidas claramente a proyectos de adaptación y mitigación, según las prioridades de los propios países.

El rol de los fondos climáticos es crucial, pues los fondos comprometidos ya estarían descontados en el presupuesto de los donantes y representarían un recurso al que se puede recurrir. Estos fondos se contaría entre las reducidas fuentes de financiamiento concesional a países de ingreso medio como los pequeños Estados insulares en desarrollo del Caribe.

El fondo de resiliencia proporcionaría financiamiento para obtener una mezcla de recursos públicos y privados destinados a industrias verdes que pudieran responder a las exigencias de los fondos climáticos y que apuntaran al desarrollo de cadenas de valor más verdes. Dichas industrias cubrirían la producción, la comercialización, la regulación, y la investigación y el desarrollo.

La propuesta de la CEPAL también puede ser atractiva para los acreedores: se propone un menor riesgo en los pagos, se refuerza la resiliencia de los países caribeños y se ayuda a construir un fondo que puede incrementarse gradualmente mediante inversiones que tengan rendimientos positivos. También es una oportunidad para que los países miembros aseguren el espacio fiscal que permita generar la inversión necesaria, al tiempo que se impulsan estrategias de adaptación y mitigación. La propuesta puede inspirar en la región un enfoque amplio que permita mejorar el manejo fiscal y prevenir la futura acumulación de deuda, al tiempo que ofrece un marco de coordinación destinado a financiar un crecimiento más sostenible en la región<sup>18</sup>.

En la 26<sup>a</sup> reunión del Comité de Desarrollo y Cooperación del Caribe (CDCC), que tuvo lugar en abril de 2016, se apoyó la propuesta de la CEPAL. La iniciativa también fue suscrita por los jefes de gobierno de CARICOM en la 38<sup>a</sup> sesión que se llevó a cabo en julio de 2017. Para avanzar hacia la resolución, el CDCC recomendó la creación de un grupo de trabajo que ya se ha reunido en dos ocasiones. En la última reunión se recomendaron tres países para probar la iniciativa, ilustrar sus beneficios e iniciar el diálogo con los principales acreedores y las fuentes de financiamiento climático. Los países recomendados fueron Antigua y Barbuda, Santa Lucía, y San Vicente y las Granadinas, debido a su perfil de endeudamiento y al impacto que los huracanes Irma y María tuvieron sobre Barbuda. El diálogo transcurre de manera cautelosa para evitar anuncios prematuros que pudieran afectar la colaboración de los acreedores. Las respectivas deudas se analizan mediante el marco del Banco Mundial y el análisis de la sostenibilidad de la deuda del FMI, para determinar cómo funcionaría la iniciativa. Esto dará orientaciones con relación al nivel de descuento necesario para funcionalizar la propuesta. La CEPAL debe estudiar al impacto del desendeudamiento en el avance hacia el cumplimiento de los ODS, y contrastar la brecha entre el repago y el financiamiento necesario para lograr ese objetivo.

El corazón de la iniciativa es que las instituciones multilaterales condonen parte de la deuda de las economías más pequeñas y que el monto equivalente al pago anual se aporte en moneda local de los países deudores al mencionado Fondo de Resiliencia del Caribe, cuyo objeto es financiar procesos de mitigación y adaptación durante diez años. Este instrumento, que permitiría avanzar en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, requiere la solidaridad de los países de América Latina que tienen voz y voto en el FMI, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (CEPAL, 2016a).

A pesar de que son frágiles desde el punto de vista financiero y de que la eficiencia de la inversión es baja, muchos países caribeños tienen acceso limitado al financiamiento externo concesionario por ser considerados de

<sup>18</sup> La CEPAL reconoce la necesidad de mejorar el manejo fiscal y ha trabajado con varios países del Caribe con el propósito de desarrollar su capacidad para llevar a cabo evaluaciones del gasto fiscal, a fin de relacionar mejor las prioridades de gobierno con las asignaciones presupuestales.

renta media. El acceso restringido al financiamiento y los ajustes derivados de su situación deudora dificulta la adopción y puesta en marcha de proyectos destinados a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a él. Además de aliviar la deuda, en el Caribe se necesita aliviar la restricción externa en otros aspectos; por ejemplo, es necesario depender menos de las importaciones ligadas a la energía, así como mejorar la movilidad y la protección costera con base en soluciones ecosistémicas, todo lo cual contribuiría a ampliar el margen para el desarrollo de los países.

## D. Conclusiones

En lo que respecta al cambio climático, los países de Centroamérica y el Caribe son más vulnerables que el resto de la región, debido a una combinación de factores, como la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos, la pequeñez de los territorios, la relativa limitación de las estructuras económicas y la estrechez de la situación fiscal.

A lo anterior se suma la limitación de la capacidad para planificar, generar información y prevenir, todo lo cual tiene efectos acumulativos que reducen la capacidad de desarrollo de estos países. La situación del Caribe es particularmente grave debido al alto peso de la deuda, la recurrencia de los daños y pérdidas ocasionados por los huracanes, y la creciente tasa de urbanización. El tipo de crecimiento urbano, que es acelerado, no planificado y presenta importantes déficits de infraestructura, acrecienta la vulnerabilidad debido a la gran exposición al mar y a la altura baja en la que se encuentran los asentamientos humanos.

La reducción del riesgo de desastres y la respuesta a la subida del nivel del mar, es decir, la adaptación, tiene múltiples frentes que van desde generar información hasta obtener protección financiera y lograr la participación pública. En estos países, la adaptación con base en los ecosistemas juega un papel especialmente relevante a la hora de proteger las costas. A su vez, en algunos casos, las acciones de adaptación son inseparables de las de mitigación, como en el caso de la recuperación de los manglares y corales, y la densificación urbana. Una pauta de consumo menos dependiente de las importaciones —por ejemplo, una basada en energías renovables y en mejores sistemas de movilidad pública— podría contribuir a aliviar el peso de la restricción externa.

Frente a este escenario, se hace indispensable ampliar el margen de acción financiera destinada a promover la adaptación y la resiliencia en los países caribeños. De ahí la iniciativa de la CEPAL de procurar que se reduzca la deuda mediante el canje por inversión en resiliencia. La idea es que esta permita romper el círculo vicioso de atención parcial a las vulnerabilidades y falta de resiliencia por escasez de recursos fiscales destinados a la inversión, que, frente a las dinámicas sociales, se traduce en barreras crónicas al desarrollo y en la permanencia o incluso la acentuación de la vulnerabilidad.



## Capítulo IV

# Adaptación al cambio climático

La adaptación al cambio climático es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC, 2014a)<sup>1</sup>. La adaptación puede reducir los riesgos de los efectos del cambio climático, pero su eficacia es limitada, particularmente ante cambios rápidos o de gran magnitud. Desde una perspectiva a largo plazo, y en el contexto del desarrollo sostenible, aplicar medidas de adaptación inmediatas puede redundar en que las opciones seleccionadas sean más efectivas y tengan efectos benéficos en el proceso de desarrollo (IPCC, 2014a).

La adaptación puede contribuir al bienestar de las poblaciones actuales y futuras, la seguridad de los activos y el mantenimiento de los bienes, las funciones y los servicios ecosistémicos actuales y futuros. Un elemento relevante es que la adaptación es específica para cada lugar y contexto, y no existe ningún método único para reducir los riesgos que resulte adecuado para todas las situaciones.

Como se ha evidenciado en los capítulos anteriores, América Latina y el Caribe es una región extremadamente vulnerable al cambio climático, a causa de su dependencia de actividades muy sensibles al clima, su poca capacidad adaptativa y su exposición a diversos fenómenos hidrometeorológicos extremos. De esta manera, ante los efectos ya ineludibles del cambio climático,

<sup>1</sup> Esta definición, utilizada en el Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) —conocido como AR5—, difiere, en términos de alcance y enfoque, de la definición utilizada en los informes anteriores, lo que refleja el progreso científico en la materia.

una de las prioridades de la región es aumentar la resiliencia y la capacidad de adaptación de la sociedad, así como explorar las sinergias existentes entre los procesos de adaptación y los demás objetivos de desarrollo. En este capítulo, se discute el objetivo de la adaptación y diferentes opciones para la región, y se muestran los sectores prioritarios para la adaptación mencionados por los países en sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN).

## A. Adaptación al cambio climático

El objetivo de la adaptación es reducir o evitar el impacto negativo de la variabilidad climática mediante el aumento de la resiliencia en los sectores vulnerables (véanse las definiciones de los principales términos relacionados con la adaptación en el recuadro IV.1). La adaptación determina el impacto físico y económico neto que el cambio climático tiene en las actividades productivas, la sociedad y los ecosistemas. Sin embargo, identificar los procesos de adaptación genuinos es una tarea muy compleja que conlleva un alto nivel de incertidumbre, como lo muestra la gran variabilidad de las estimaciones de costos.

### Recuadro IV.1 Glosario de la adaptación

**Adaptación.** La adaptación consiste en reducir el riesgo y la vulnerabilidad buscando oportunidades y construyendo capacidad para hacer frente al impacto climático en las naciones, las regiones, las ciudades, el sector privado, las comunidades, los individuos y los sistemas naturales. También consiste en implementar decisiones y acciones a fin de movilizar esa capacidad.

**Adaptación autónoma.** La adaptación autónoma o adaptación espontánea es el ajuste que tiene lugar en los ecosistemas y los sistemas humanos sin intervención externa y en respuesta a un entorno cambiante. En los sistemas humanos, esto suele llamarse “capacidad de enfrentar”. La capacidad de adaptarse de forma autónoma es parte de la resiliencia (la capacidad de recuperación), aunque no es exactamente lo mismo (Walker y otros, 2004). Todos los sistemas, tanto sociales como ecológicos, tienen cierta capacidad de adaptación autónoma. Se infiere que los ecosistemas que han persistido durante mucho tiempo poseen una gran capacidad para adaptarse de forma autónoma, al menos en lo que respecta a la variabilidad que hubo en el pasado. Un cambio ambiental más rápido que en el pasado o acompañado por otros factores de estrés puede exceder la capacidad de adaptación que el sistema ha demostrado. Los mecanismos que los organismos y ecosistemas tienen para adaptarse de forma autónoma consisten en cambios en la fisiología, el comportamiento, la fenología, la composición genética de las poblaciones y la composición de la comunidad. Los cambios fenológicos ocurren dentro del rango permitido por los genes y la variedad de estos en la población. Los cambios en la composición de la comunidad ocurren, por su parte, mediante la migración o la extinción local.

**Adaptación incremental.** La adaptación incremental o gradual consiste en acciones cuyo objetivo principal es mantener la esencia y la integridad de lo existente: la tecnología, las instituciones, la gobernanza, los valores o los sistemas. Un ejemplo de este tipo de adaptación es el ajuste de los sistemas de cultivo mediante la introducción de nuevas variedades, el cambio de la fecha de siembra o el aumento de la eficiencia del riego.

---

**Recuadro IV.1 (conclusión)**

**Adaptación planificada.** La adaptación planificada o asistida es una intervención deliberada, cuyo objeto es aumentar la capacidad del organismo, el ecosistema o el sistema socioecológico para sobrevivir y funcionar en un nivel aceptable en presencia del cambio climático. La adaptación planificada de los sistemas naturales implica tomar medidas como garantizar un hábitat adecuado y vías de dispersión, reducir los factores de estrés no climáticos, y desplazar físicamente a los organismos y establecerlos en zonas nuevas. En la adaptación basada en ecosistemas, se integra el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en las estrategias de adaptación al cambio climático.

**Adaptación transformativa.** Con la adaptación transformativa se busca cambiar los atributos fundamentales del sistema en respuesta al cambio climático actual o esperado, a menudo a una escala mayor y más ambiciosa que en la adaptación incremental. Supone, por ejemplo, hacer cambios en actividades como la agricultura, la ganadería y las migraciones, y en la percepción y el paradigma que tenemos sobre la naturaleza del cambio climático, la adaptación y su relación con otros sistemas humanos y naturales.

**Capacidad adaptativa.** Es la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (en particular a la variabilidad climática y a los fenómenos extremos), moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades y enfrentar las consecuencias.

**Déficit de adaptación.** Es la brecha entre el estado actual de un sistema y el estado que minimizaría los efectos adversos de las condiciones climáticas actuales y su variabilidad. Esencialmente, es una adaptación inadecuada a las condiciones climáticas actuales. Se ha sugerido que a menudo es parte de un gran déficit de desarrollo.

**Necesidades de adaptación.** Se refiere a circunstancias que exigen recabar información, obtener recursos y llevar a cabo acciones destinadas a garantizar la seguridad de la población y de los bienes o recursos en respuesta al impacto climático.

**Opciones de adaptación.** Es el conjunto de medidas y estrategias disponibles y apropiadas para satisfacer las necesidades.

**Resiliencia.** Es la capacidad de un sistema social o ecológico para absorber perturbaciones manteniendo la estructura básica y los modos de funcionamiento, la capacidad de autoorganización y la capacidad para adaptarse al estrés y al cambio.

**Vulnerabilidad.** Es la predisposición de un sistema a ser afectado de forma adversa. Hasta el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), conocido como AR4, se consideraba que la vulnerabilidad estaba compuesta por tres elementos: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Sin embargo, en el informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático (IPCC, 2012) y en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5), la vulnerabilidad se refiere solo a la sensibilidad y la capacidad adaptativa, mientras que la exposición se incorpora en el concepto de riesgo. A nivel macro, la vulnerabilidad tiene determinantes biofísicos y socioeconómicos.

---

**Fuente:** G. Magrin, "Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/W.692), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2015; B. Walker y otros, "Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems", *Ecology and Society*, vol. 9, N° 2, Resilience Alliance, 2014; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012.

Por varios motivos, el papel que la adaptación al cambio climático desempeña en América Latina y el Caribe es diferente del que desempeña en otras regiones. El primer motivo es que la adaptación complementa la posibilidad de mejorar la calidad de vida en el medio rural, con un alcance tan masivo como el que podría tener la mitigación basada en un mejor desarrollo urbano. En buena medida, a diferencia de lo que ocurre en otras regiones del mundo, en América Latina y el Caribe la adaptación es inseparable de la mitigación y también se beneficia, sin excepciones, de la restauración de los ecosistemas, la recuperación de los suelos, la recuperación de la cobertura vegetal general, costera y riparia, y el impacto positivo sobre la biodiversidad. Por otro lado, las soluciones basadas en un mejor manejo de la naturaleza tienen múltiples cobeneficios en lo que respecta a la resiliencia y la sostenibilidad del desarrollo, y a la seguridad humana. Además, la extensión longitudinal de la región la coloca entre las zonas de mayor productividad biológica del planeta, lo que puede favorecer la restauración ecosistémica. Un adecuado manejo del patrimonio natural, los ecosistemas, la biodiversidad y las cuencas hídricas aumentará la resiliencia de las comunidades, las empresas y las naciones de la región.

El manejo sostenible de la naturaleza es una forma de adaptarse al cambio climático y de mitigar sus efectos. Además, esta manera de construir adaptación contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en una región donde el cambio de uso del suelo sigue siendo una fuente importante de emisiones, como se estudió en el capítulo II. La destrucción continuada de los ecosistemas pone en cuestión la racionalidad del conjunto de los sistemas productivos y los mecanismos de decisión actuales de la región. Estos son fragmentados y están sujetos a racionalidades cortoplacistas, parciales o limitadas, que en conjunto desembocan en una irracionalidad que parece superior a la capacidad humana para reorganizar su sistema económico y social.

En el capítulo III se mostró que, cuando las ciudades crecen con un alto grado de informalidad y segregación, se reduce la capacidad de adaptación y aumenta la vulnerabilidad debido a la compartmentación sectorial de la planificación y la ejecución de obras públicas. La contracara es que la adaptación da lugar a una doble oportunidad. Por un lado, las obras públicas necesarias para adaptarse, incluida la restauración de los ecosistemas, son un dinamizador económico. Por ello, hay que enriquecer el modo de enfocar los gastos de adaptación y medir el costo neto para el desarrollo en lugar del costo bruto de las acciones, como se suele hacer en la literatura sobre el clima. Por otro lado, la adaptación brinda la oportunidad de cerrar brechas de cobertura y calidad en materia de infraestructura, que es uno de los propósitos señalados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

A pesar de la importancia que la adaptación tiene para América Latina y el Caribe, su incorporación a la hora de planificar, programar y ejecutar las inversiones tiene un considerable retraso por la demora en identificar criterios de medición específicos, metas, costos y financiamiento.

## B. La inevitabilidad de la adaptación

La necesidad de adaptarse al cambio climático es una consecuencia que los países desarrollados de Europa y Oceanía, los Estados Unidos, los países del antiguo bloque socialista y algunos países en desarrollo como China y la India impusieron de forma inadvertida a los restantes países en desarrollo debido a la acumulación de emisiones en la atmósfera<sup>2</sup>. Por tanto, la medida que más beneficiaría a la región sería un ambicioso proceso de mitigación en los países desarrollados y en los grandes emisores en desarrollo.

Como se vio en el capítulo II, es muy probable que, dadas las trayectorias en curso y la insuficiencia de las metas nacionales (PNUMA, 2018), la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcance las 450 ppm, lo que llevaría, con un 80% de probabilidad, a un aumento de la temperatura mundial promedio de 2 °C con relación a la era preindustrial (véase el cuadro IV.1). Según las trayectorias representativas de concentración hacia finales de este siglo, es posible que se llegue a temperaturas mayores con respecto al mismo punto de referencia (Nakićenović y Swart, 2000). En América Latina y el Caribe es imperativo adaptarse a las nuevas condiciones climáticas para reducir en lo posible el impacto negativo esperado.

**Cuadro IV.1**  
**Probabilidad de superar un aumento de la temperatura mundial en equilibrio<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*

Nivel de estabilización de la concentración de CO <sub>2</sub> eq (en ppm)	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C	6 °C	7 °C
450	78	18	3	1	0	0
500	96	44	11	3	1	0
550	99	69	24	7	2	1
650	100	94	58	24	9	4
750	100	99	82	47	22	9

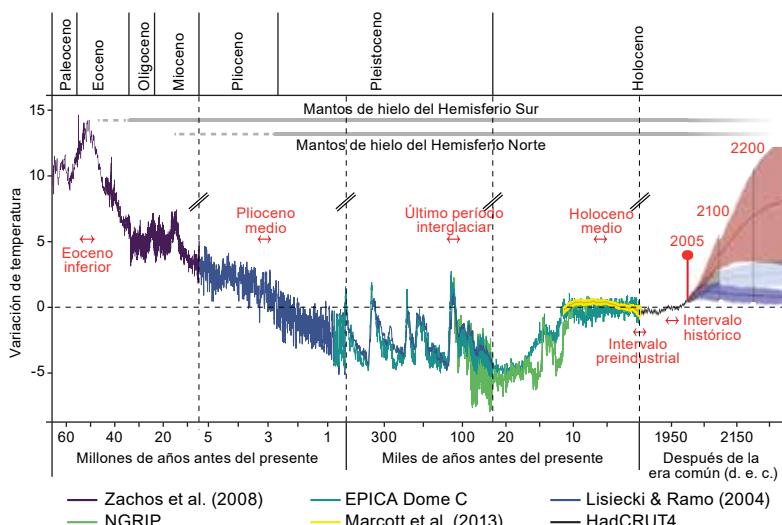
**Fuente:** N. Stern, "The economics of climate change", *American Economic Review*, vol. 98, N° 2, Pittsburgh, Asociación Estadounidense de Economía, 2008.

<sup>a</sup> El aumento de la temperatura es con respecto a la era preindustrial.

<sup>2</sup> Esto ocurrió de forma inadvertida solo hasta la negociación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), pues el reconocimiento formal del calentamiento global hizo evidente su relación con la adaptación.

Si se siguen emitiendo gases de efecto invernadero al ritmo actual, no solo seguirá aumentando la temperatura. Los datos de las eras geológicas indican que la subida del nivel del mar —que es de unos 3 milímetros al año (Mengel y otros, 2018), como se vio en el capítulo II— podría acelerarse si se alcanzan temperaturas incompatibles con la formación de los hielos polares (véase el gráfico IV.1). Si la concentración de gases de efecto invernadero sigue aumentando, durante el siglo XXI se podría regresar a las temperaturas y concentraciones que había en el Eoceno, período en que la concentración de emisiones era comparable y la formación de hielo polar en el hemisferio norte era intermitente o inexistente. En un escenario pesimista, se estima que, en el siglo XXIII, las concentraciones y la temperatura podrían ser incompatibles con la formación de hielos permanentes en los dos hemisferios. Eso significa que, en cinco siglos, se revertiría un proceso de captura de emisiones que ocurrió en la Tierra en el transcurso de entre 10 y 20 millones de años (Burke y otros, 2018).

**Gráfico IV.1**  
**Anomalías de la temperatura media de la Tierra durante los pasados 65 millones de años y análogos geohistóricos potenciales para climas futuros hasta 2300 d. e. c., con respecto al período 1961-1990**  
*(En grados centígrados)*



**Fuente:** K. Burke y otros, "Pliocene and Eocene provide best analogs for near-future climates", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, vol. 115, N° 52, Washington, D.C., Academia de Ciencias de los Estados Unidos, 2018.

Camino hacia esos escenarios, cambia el alza del nivel medio del mar. Durante el Eoceno, no había capa de hielo en los polos y el nivel del mar estaba 75 metros por encima del actual; durante el Plioceno, la extensión de hielo era reducida y el nivel medio del mar era 25 metros superior al actual (Hansen y otros, 2008). Si bien la adaptación que se debe encarar hoy es de otra escala y el proceso de alza del nivel del mar es progresivo, dicho proceso amenaza las ciudades costeras y buena parte del territorio caribeño. Si se fracasa en la contención de las emisiones, las consecuencias respecto del comportamiento del clima mundial serán las que corresponden a los escenarios más extremos del IPCC o incluso serían inciertas, debido a las múltiples interacciones entre los diversos sistemas planetarios.

Aunque la adaptación es ineludible, la labor de los gobiernos también estará determinada por problemas similares a los relacionados con la pobreza y la desigualdad en la distribución del ingreso. La valoración ética que se haga en las esferas de decisión sobre la vida y el patrimonio de las personas y de los grupos sociales vulnerables y en riesgo determinará el esfuerzo por lograr una adaptación que, la mayor parte de las veces, estará ligada al territorio.

## C. Beneficios y costos estimados de la adaptación

### 1. Costos de la adaptación

América Latina y el Caribe es una región muy vulnerable a los fenómenos climáticos extremos, como se vio en el capítulo III. De acuerdo con el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED)<sup>3</sup>, entre 1990 y 2017 murieron 84.000 personas a causa de dichos fenómenos, y más de 163 millones fueron directamente afectadas por ellos (CEPAL, 2019a).

Identificar y medir el costo económico de las medidas de adaptación es un proceso complicado; entre otras razones, porque es difícil definir una línea de base de adaptación específica, distinta de las brechas de desarrollo preexistentes (Agrawala y Fankhauser, 2008; Banco Mundial, 2010). La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) subraya la importancia de avanzar en la puesta en práctica de medidas de adaptación al cambio climático como parte de la estrategia de desarrollo: dichas medidas deberían responder a la naturaleza de dicho cambio y a los riesgos colaterales que crea, como la creciente demanda de energía, alimentos y materias primas, y las continuas presiones sobre el medio ambiente. Además, al aplicar las medidas, se deberían considerar las condiciones de vulnerabilidad y pobreza, así como las tendencias climáticas proyectadas para el siglo XXI (CEPAL, 2018b). Los costos de los procesos de adaptación eficientes para la región son menores

<sup>3</sup> Véase Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, Base de Datos Internacional sobre Desastres EM-DAT [en línea] <http://www.emdat.be/>.

que los asociados a la inacción frente al impacto del cambio climático. Invertir en adaptación es una opción económicamente eficiente y coherente con los lineamientos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

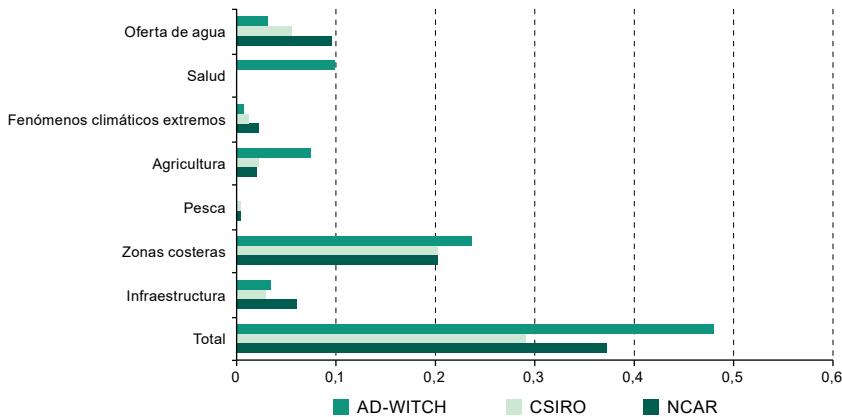
Existen estimaciones preliminares, aunque con alto grado de incertidumbre, sobre los costos de la adaptación al cambio climático en la región. En 2010, el Banco Mundial estimó que esos costos anuales serían de entre 16.800 y 21.500 millones de dólares entre 2010 y 2050<sup>4</sup>. En esa estimación se incluyen la agricultura, los recursos hídricos, la infraestructura, las zonas costeras, la salud, los fenómenos climáticos extremos y la pesca. Ese costo equivale a menos del 0,3% del PIB regional y se concentraría en la protección de las zonas costeras (Banco Mundial, 2010; Galindo y otros, 2014c). Por su parte, Agrawala y otros (2010) estimaron que los costos de la adaptación se situarían en alrededor del 0,24% del PIB regional. En esa estimación se consideraron la irrigación, la infraestructura hídrica, la protección costera, los sistemas de alerta temprana, la inversión en asentamientos resistentes al clima, la refrigeración, el tratamiento de enfermedades, y la inversión en investigación y desarrollo para la adaptación.

Según esos montos, el costo de la adaptación sería inferior al 0,5% del PIB regional de fines de la primera década de este siglo (Banco Mundial, 2010; Vergara y otros, 2013). Sin embargo, estas estimaciones tienen limitaciones, están sujetas a incertidumbres significativas, son difíciles de comparar y en ellas probablemente se subvalúan los costos de la adaptación, ya que se ignoran las pérdidas sin valor de mercado. Se incluyen sobre todo medidas de adaptación duras, que corresponden a las obras de infraestructura realizadas (Agrawala y Fankhauser, 2008; Stern, 2007; CEPAL, 2014b), y se subestiman las opciones basadas en la naturaleza (véase el gráfico IV.2).

Los elementos comunes entre la adaptación y el desarrollo sostenible hacen que ambos procesos sean sinérgicos (Osman-Elasha y otros, 2009). No obstante, para lograr esas sinergias, los procesos oportunos y eficientes de adaptación al cambio climático tendrían que incorporarse en los planes nacionales de desarrollo, con sus mecanismos de monitoreo y evaluación de las medidas implementadas por parte de los gobiernos locales y nacionales. Además, los procesos de adaptación y sus avances deberían ser comparables a nivel regional mediante métricas comunes (CEPAL, 2017). En un contexto de aumento de la temperatura mundial y de sus efectos regionales, implementar procesos de adaptación al cambio climático eficientes y equitativos debería ser una prioridad. Esto requiere inducir los cambios necesarios en la conducta de los agentes económicos y sociales mediante políticas públicas, incentivos económicos o cambios en las características individuales que detonen o induzcan estos procesos de adaptación (OCDE, 2012; Artikov y otros, 2006; Knowler y Bradshaw, 2007; Prokopy y otros, 2008; Galindo y otros, 2014a).

<sup>4</sup> Cifras sin descontar.

**Gráfico IV.2**  
**América Latina y el Caribe: costo anual promedio de la adaptación, 2010-2050**  
*(En porcentajes del PIB regional)*



**Fuente:** W. Vergara y otros, *The Climate and Development Challenge for Latin America and the Caribbean: Options for Climate-Resilient, Low-Carbon Development*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2013; Banco Mundial, *Natural Hazards, UnNatural Disasters: The Economics of Effective Prevention*, Washington, D.C., 2010; S. Agrawala y otros, “Plan or react? Analysis of adaptation costs and benefits using integrated assessment models”, *OECD Environment Working Papers*, N° 23, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), 2010.

**Nota:** Los costos totales de la adaptación provienen de Banco Mundial (2010) y de Agrawala y otros (2010). Los primeros, que corresponden a los escenarios del Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas (NCAR) y de la Organización de Investigaciones Científicas e Industriales del Commonwealth (CSIRO), son hacia 2050. Los del estudio de Agrawala y otros (2010) corresponden a 2105. AD-WITCH es el módulo de adaptación del modelo dinámico global WITCH, que integra las interacciones entre la economía, las opciones tecnológicas y el cambio climático.

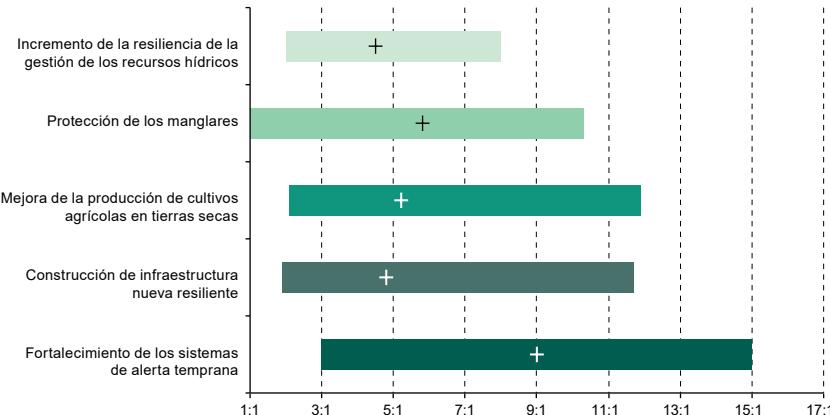
## 2. Beneficios económicos potenciales

La inversión en adaptación, como toda inversión, tiene efectos multiplicadores en el resto de la economía: es esencialmente preventiva y ofrece una oportunidad, no solo para reducir el impacto negativo del cambio climático, sino también para acortar las brechas del desarrollo y dinamizar las economías. En el informe de la Comisión Global de Adaptación (2019) liderada por Ban Ki-moon, que se publicó en septiembre de 2019, se señala que las inversiones en adaptación tienen una tasa total de retorno muy alta: la relación costo-beneficio varía de 2:1 a 10:1 y, en algunos casos, es incluso mayor (véase el gráfico IV.3).

Como se vio en el capítulo I, en el trabajo de la Comisión Global de Adaptación se encontró que, si de 2020 a 2030, se invirtieran 1,8 billones de dólares a nivel mundial en cinco áreas, se podrían generar 7,1 billones de dólares en beneficios netos totales. Las áreas en que la inversión en adaptación tiene el potencial de ofrecer un retorno elevado son los sistemas de alerta temprana, la infraestructura resiliente al clima, la producción mejorada de cultivos agrícolas en tierras secas, la protección global de los manglares y las inversiones para aumentar la resiliencia de los recursos hídricos. Las inversiones en adaptación tienen un triple dividendo. El primero son las

pérdidas que se evitan, es decir, la reducción de pérdidas futuras. El segundo son los beneficios económicos de reducir el riesgo, a saber, aumentar la productividad e impulsar la innovación. El tercero son los beneficios sociales y ambientales. Estas inversiones adicionales, en ausencia de la necesidad de adaptación, no se harían o se harían más tarde.

**Gráfico IV.3  
Relación costo-beneficio de algunas inversiones ilustrativas en adaptación, 2020-2030**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Comisión Global de Adaptación, *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*, Amsterdam, 2019.

**Nota:** Beneficios netos globales aproximados que se obtendrían hacia 2030 con una inversión ilustrativa de 1,8 billones de dólares en cinco áreas. Los rendimientos reales dependen de muchos factores, como el crecimiento económico y la demanda, el contexto político, las capacidades institucionales y el estado de los activos. Además, estas inversiones no abordan todo lo que puede ser necesario dentro de los sectores (por ejemplo, la adaptación en el sector agrícola consistirá en mucho más que la producción de cultivos de tierras de secano) ni incluyen todos los sectores (ya que no se incluyen los sectores de salud, educación e industria). Debido a las limitaciones de los datos y de la metodología, este gráfico no permite la comparabilidad plena de las inversiones entre sectores o países.

Así, la inversión en adaptación puede tener efectos positivos en el desarrollo, al igual que las inversiones en mitigación. Toda inversión que apunte a restaurar el patrimonio natural y el de los servicios ecosistémicos traerá beneficios en ambos frentes, a saber, en la adaptación y la mitigación.

### 3. Adaptación en las contribuciones determinadas a nivel nacional

En los países de América Latina y el Caribe, se reconoce el papel fundamental que los procesos de adaptación desempeñan en las economías y sociedades regionales. Por ello, en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) de estos países se han incluido acciones de adaptación referidas a las vulnerabilidades particulares de cada uno. En el cuadro IV.2 se resumen los sectores que se mencionan en las CDN de cada país en materia de adaptación<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> En las CDN se pone más énfasis en la mitigación en general. Los compromisos adquiridos deberán ser cada vez más ambiciosos para que sean efectivos y permitan cumplir los objetivos del Acuerdo de París (Diffenbaugh, Singh y Mankin, 2018).

**Cuadro IV.2**  
**América Latina y el Caribe (33 países): distribución sectorial de las medidas centradas en la adaptación que se señalan en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), 2019**

País/Sector	Agua	Agricultura	Salud	Biodiversidad	Zona costera	Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura	Gestión del riesgo	Bosques	Infraestructura	Asentamientos humanos	Energía	Turismo	Transporte	Vivienda	Industria
Jamaica															
Méjico															
Bahamas															
Colombia															
Guatemala															
Belice															
Paraguay															
Costa Rica															
Chile															
Honduras															
San Vicente y las Granadinas															
Uruguay															
Antigua y Barbuda															
República Dominicana															
Suriname															
Saint Kitts y Nevis															
Argentina															
Venezuela (Rep. Bol. de)															
Nicaragua															
Brasil															
Cuba															
Ecuador															
Haití															
Barbados															
Perú															
Santa Lucía															
Bolivia (Est. Plur. de)															
El Salvador															
Granada															
Guyana															
Dominica															
Panamá															

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de las contribuciones determinadas a nivel nacional de los países de América Latina y el Caribe.

**Nota:** En este cuadro se muestran los sectores prioritarios para la adaptación que se mencionan en las CDN presentadas por 33 países de América Latina y el Caribe.

Algunas iniciativas abarcan más de un sector. Por ejemplo, el sector de la agricultura incluye la ganadería en las Bahamas y el Uruguay.

En el diagrama IV.1 se destacan los sectores clave y las políticas destinadas a la adaptación; la gran diversidad de acciones sectoriales se refiere tanto al estilo de vida como al papel de los ecosistemas y los recursos naturales.

**Diagrama IV.1**

**América Latina y el Caribe (13 países): medidas de adaptación incluidas en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), 2016-2018**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En el sector energético, las medidas incluyen analizar la disponibilidad hídrica para la producción eléctrica, reducir las contingencias en la infraestructura energética y hacer que esta última sea resiliente a los fenómenos extremos. En el sector de los bosques (que, en algunos países, también comprende los subsectores de la biodiversidad, los ecosistemas y las zonas costeras), se identifican medidas para aumentar la capacidad

adaptativa y las existencias forestales de carbono, al tiempo que se generan cobeneficios forestales adicionales, se fomenta la resiliencia ante los efectos del clima sobre los ecosistemas y la biodiversidad, y se promueven prácticas sostenibles de manejo forestal.

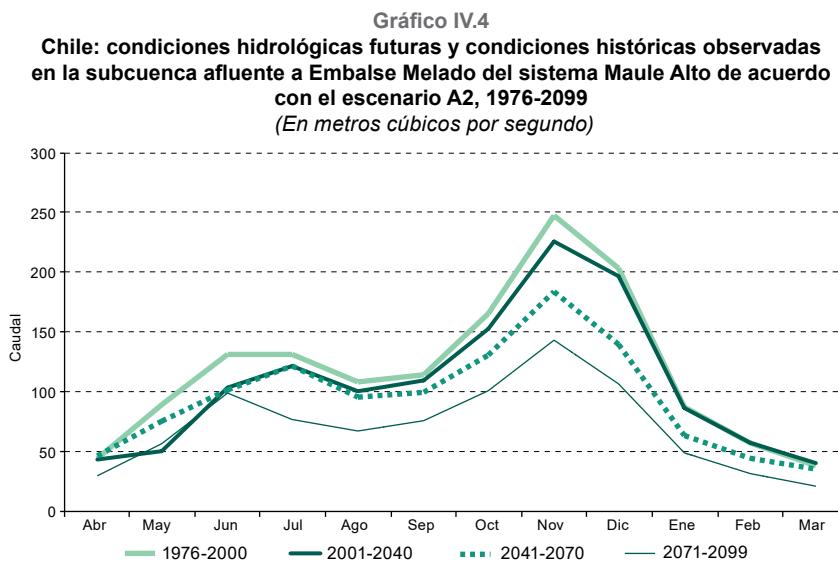
En el caso de la agricultura, que es un sector fundamental, las políticas apuntan a producir cultivos resistentes a los fenómenos extremos, emplear tecnologías eficientes de riego, aplicar estrategias de apoyo a pequeños productores, cambiar las prácticas agrícolas y ganaderas, y poner en práctica sistemas de conservación de suelos. En lo que respecta a las ciudades, destacan el análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura, la gestión y la prevención de los riesgos climáticos, los sistemas de alerta sobre los desastres naturales, la construcción de infraestructura y servicios, las iniciativas verdes de sostenibilidad, la sostenibilidad urbana, el ordenamiento territorial y los proyectos de inversión pública. En cuanto a la adaptación del sector hídrico, destacan el manejo integrado de las cuencas hidrográficas, el abastecimiento de agua potable y de riego, los sistemas de recolección de agua, la identificación de áreas vulnerables a la sequía, la gestión de la energía hidroeléctrica y el manejo integral del agua. En el sector salud, se incluyen medidas y políticas para incrementar la resiliencia de la población, atender problemas derivados de las olas de calor, reducir el riesgo para la salud, adaptar los sistemas de salud al cambio de los vectores que transmiten epidemias, y contribuir al consumo y el aumento de la calidad del agua potable. También hay medidas que promueven beneficios adicionales para la salud en diferentes sectores, como la agricultura, la vivienda y el transporte.

Se consideran también medidas transversales de adaptación, como generar información climática (investigación y desarrollo), analizar la vulnerabilidad, identificar los riesgos climáticos, planificar, fortalecer y ampliar los sistemas de alerta temprana y las redes de monitoreo, gestionar el territorio de forma integral, reducir la vulnerabilidad, identificar y promover buenas prácticas y herramientas de adaptación, fortalecer las instituciones y crear capacidades, así como educar y comunicar.

## D. La necesidad de contar con criterios de medición

La mitigación tiene una visibilidad considerablemente mayor que la adaptación en las discusiones internacionales, en la medición del gasto relacionado con el cambio y el financiamiento climáticos, y en las metas nacionales que se establecen en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN). Uno de los motivos de esto es que, mientras que, en lo relativo a la mitigación, hay criterios de medición claros, en lo que respecta a la adaptación, aún se debe encontrar una metodología de medición que permita distinguirla de las brechas normales del desarrollo.

Un esfuerzo como ese es posible en las acciones de respuesta a la subida del nivel del mar y a la reducción de la capacidad de almacenaje de aguas dulces en los glaciares de la región que alimentan a las ciudades y las cuencas. En la región se han realizado trabajos en que se ha medido cómo ha cambiado la disponibilidad de agua en las cuencas hidrológicas, así como la variación en el rendimiento de los cultivos conforme se modifica la temperatura y la humedad, y el cambio en la distribución de los vectores que transmiten enfermedades (CEPAL, 2009b, 2010b, 2012c, 2013b, 2014c, 2014d, 2014e y 2014f). Por ejemplo, en el gráfico IV.4 se aprecia cómo ha cambiado la disponibilidad de agua en la cuenca del Río Maule (Chile) producto del efecto combinado del alza en la isoterma nival —que impide que la nieve y el hielo se almacenen en la cordillera de los Andes y hace que la precipitación caiga como lluvia— y el cambio de disponibilidad a lo largo del año por el derretimiento del agua almacenada.

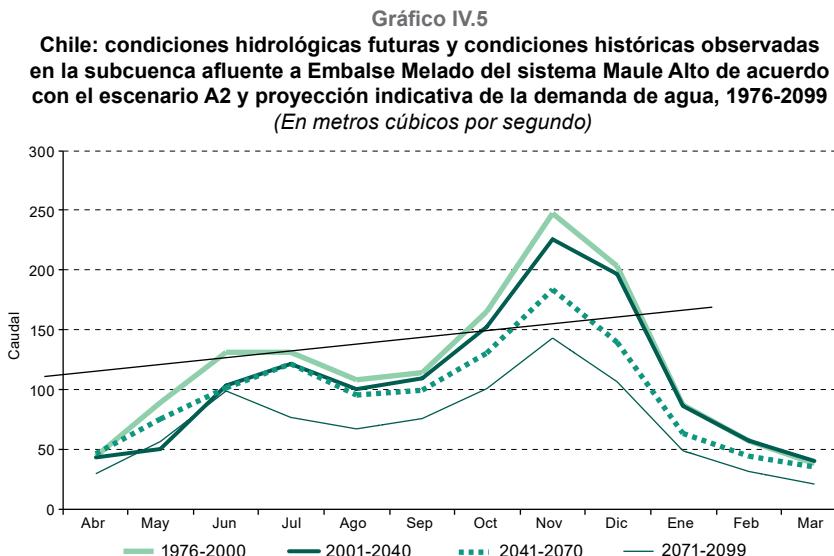


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “La economía del cambio climático en Chile”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.472), Santiago, 2012.

**Nota:** El escenario A2 es el escenario planteado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en el que se produce un mayor calentamiento. En él se describe un mundo muy heterogéneo, basado en la preservación de las identidades locales. Los patrones de fertilidad de las regiones convergen lentamente, lo que se traduce en un aumento de población constante. El desarrollo económico está orientado regionalmente, y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados.

Este fenómeno, que se repite de manera semejante a lo largo de la cordillera de los Andes, cambia la disponibilidad de agua en la agricultura y en las ciudades que dependen de este pulso entre almacenamiento en hielos y derretimiento. Si a la curva de demanda se superpone una curva creciente de demanda de agua urbana o agrícola como la línea negra ascendente e

hipotética que figura en el gráfico IV.5, se aprecia mejor el riesgo de estrés hídrico que hay en la cuenca. También se aprecia el conflicto entre el uso agrícola y el urbano y, en las ciudades, entre los grupos con más o menos acceso e ingresos.



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), "La economía del cambio climático en Chile", *Documentos de Proyectos* (LC/W.472), Santiago, 2012.

**Nota:** El escenario A2 es el escenario planteado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en el que se produce un mayor calentamiento. En él se describe un mundo muy heterogéneo, basado en la preservación de las identidades locales. Los patrones de fertilidad de las regiones convergen lentamente, lo que se traduce en un aumento de población constante. El desarrollo económico está orientado regionalmente, y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados.

Además, la CEPAL ha puesto a disposición de la región una base de datos sobre la subida del nivel del mar, elaborada con el apoyo del Ministerio del Medio Ambiente, ahora del Ministerio para la Transición Ecológica de España, y el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (CEPAL, 2012c). En este estudio prospectivo se identifican las tendencias de largo plazo que deben abordarse con medidas de adaptación, como la pérdida de días operables en los puertos, la erosión de la línea costera, y la violencia de las mareas astronómicas y meteorológicas debidas al aumento del nivel del mar. En Cuba y el Brasil, esa información se ha aplicado en estudios de adaptación. Los análisis del impacto económico del cambio climático y la base de datos sobre la subida del nivel del mar y el efecto que este tiene en las costas de la región son ilustraciones del costo esperable de la inacción climática y sus rutas de propagación; se trata de bases revisables, pero firmes, para formular políticas de adaptación.

En Chile, Colombia, el Paraguay, el Perú, el Uruguay y otros países de la región se han elaborado documentos sectoriales de planificación para la adaptación; en las CDN de algunos de esos países incluso se han planteado acciones de adaptación<sup>6</sup>.

Pese a ello, sigue estando pendiente la tarea de diseñar un criterio que permita medir la adaptación de forma comparable a nivel regional y que esté lo suficientemente integrado como para incluir metas nacionales. La Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) sugiere que, en los marcos destinados a medir y evaluar la adaptación, se deben combinar indicadores cualitativos, cuantitativos y binarios, ya que ninguna categoría es suficiente por sí sola. El marco de políticas también debe complementarse con indicadores que, por ejemplo, permitan medir el número de proyectos ejecutados en respuesta a la política o la cantidad de hogares beneficiados (OCDE, 2012).

Medir mejor la adaptación permitiría priorizar las acciones, orientar los recursos y, algo que no es menor, definir metas que le den a la adaptación el sentido de urgencia y visibilidad que amerita. Sin un criterio armonizado a nivel regional que tenga por objeto medir la adaptación, la mitigación seguirá siendo más visible y recibiendo más atención, posiblemente en detrimento de la primera. En América Latina se han producido algunos avances, entre los que destaca el índice de riesgo para las poblaciones que se elabora en Colombia (véase el recuadro IV.2).

#### **Recuadro IV.2 Colombia: índice municipal de riesgo de desastres**

En Colombia se ha elaborado un índice de vulnerabilidad humana a los desastres que se ajusta según las capacidades locales y se basa en información censal. A partir de 2015, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) trabaja en la construcción del Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades, herramienta que permite medir y comparar los municipios según el riesgo que la población tiene de ser afectada por fenómenos hidrometeorológicos asociados a precipitaciones intensas, y según sus capacidades para gestionarlo (DNP, 2019). El Índice Municipal está diseñado para aplicarse en episodios relacionados con precipitaciones intensas, como movimientos en masa e inundaciones, y su diseño e implementación son útiles para aplicar criterios de medición similares a otro tipo de fenómenos extremos o a distintos niveles territoriales.

Mediante el Índice se busca orientar las políticas públicas de modo que sean coherentes con las particularidades territoriales y que en ellas se considere la heterogeneidad de los municipios respecto de las amenazas a las que están expuestos, su vulnerabilidad y sus capacidades institucionales para responder. Debido a esa heterogeneidad, la aplicación de estrategias estandarizadas e iguales en todos los municipios y departamentos era ineficaz (DNP, 2019).

El Índice se construye a partir de un componente que mide el riesgo y de otro que mide las capacidades. En el componente asociado al riesgo, se incluyen los daños o las pérdidas que pueden presentarse cuando, en un territorio y un momento dados, los fenómenos físicos peligrosos (las amenazas) coinciden

<sup>6</sup> Véase un desglose de estas medidas y los planes de adaptación en curso en Samaniego y Schneider (2019).

#### Recuadro IV.2 (conclusión)

con poblaciones expuestas (exposición) que son propensas a ser afectadas por esos fenómenos (vulnerabilidad). En este componente, se cuantifica la proporción de la población de los municipios que es vulnerable desde el punto de vista social y que está expuesta a las condiciones más críticas de las amenazas hidrometeorológicas.

En el segundo componente, el índice de capacidades, se evalúan los municipios de acuerdo con sus capacidades financiera, socioeconómica e institucional, que definen el accionar de las entidades territoriales frente a la gestión del riesgo de desastres. Este índice se construye a partir de tres dimensiones y seis variables, tal como se muestra en el cuadro.

#### Colombia: dimensiones y variables del índice de capacidades, 2019

Financiera	Instrumentos del municipio	Ingresos tributarios y no tributarios per cápita, 2012-2015
Gestión del riesgo de desastre	Instrumentos de gestión	Consejos de gestión del riesgo Plan municipal aprobado de gestión del riesgo Estrategia de manejo de respuesta
	Inversión en gestión del riesgo	Inversión en gestión del riesgo per cápita (conocimiento y reducción), 2012-2015
Socioeconómica	Población urbana	Porcentaje de población en cabeceras municipales, 2016
	Valor agregado	Valor agregado per cápita, 2012-2015
	Densidad empresarial	Número de empresas per cada 100 000 habitantes, 2016

**Fuente:** Departamento Nacional de Planeación (DNP), “Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades”, Bogotá, 2019.

Esta medición permite comparar los municipios y mostrar cuán heterogéneas son sus capacidades para gestionar el riesgo. Los municipios se clasifican en cinco grupos según el puntaje obtenido en el índice de capacidades: el grupo 1 es el que tiene menos capacidad y el grupo 4 es el que tiene más. Existe además un grupo que incluye las 13 ciudades principales. En el índice de riesgo ajustado por capacidades, se asignan valores de cero (0) a cien (100), donde 100 está asociado a los municipios con las mayores capacidades. Dado que en el índice se utilizan información histórica, bases censales y datos que provienen de las entidades técnico-científicas del nivel nacional, sería factible replicarlo en otros países de la región. Su actualización y mejora depende de que se obtengan nuevos datos e información.

#### Alcance y limitaciones del Índice:

- Asigna un valor al riesgo de cada uno de los municipios, y los ordena o jerarquiza según el riesgo y las capacidades para gestionarlo. Por tanto, se pueden establecer metas encaminadas a reducir la vulnerabilidad o aumentar la capacidad para ir mejorando la calificación.
- Orienta las prioridades de la política pública nacional en materia de gestión del riesgo de desastres y permite focalizar la asistencia técnica y las inversiones del presupuesto nacional y del departamental.
- Aporta al cumplimiento de compromisos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres y el Acuerdo de París.
- No es una herramienta predictiva, sino preventiva.
- Sus resultados permiten zonificar la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, y podrían ser un insumo para los instrumentos de ordenamiento territorial y ambiental.
- Presenta incertidumbres asociadas a la escala de la información disponible y a la actualidad de la información del índice de pobreza multidimensional ajustado del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

**Fuente:** Departamento Nacional de Planeación (DNP), “Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades”, Bogotá, 2019.

Los avances como los que se han logrado en Colombia, que contribuyen a identificar criterios de medición del riesgo asociado a los fenómenos extremos y al cambio climático, permiten progresar y definir metas y plazos de adaptación que se pueden comunicar con facilidad y pueden ser objeto de seguimiento. Esta metodología podría ponerse en práctica en otros países, lo que fortalecería las políticas de adaptación en la región, permitiría orientar mejor los esfuerzos y favorecería la comparación de los avances nacionales. El índice se podría ampliar para aplicarlo también a la infraestructura crítica.

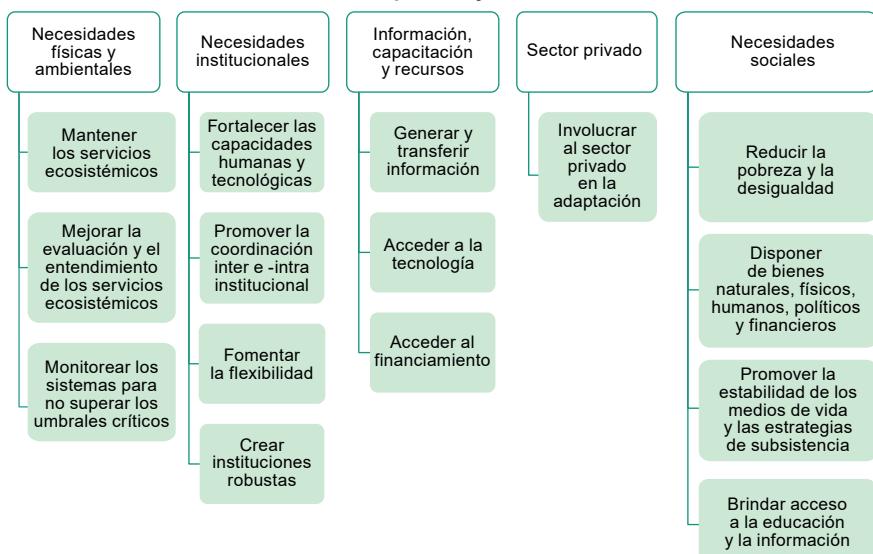
## E. Temas transversales

### 1. Medidas de adaptación

En sentido amplio, la adaptación incluye cualquier ajuste deliberado que se haga en respuesta a nuevas condiciones climáticas, ya sea reales o esperadas (Agrawala y Fankhauser, 2008; IPCC, 2007b). Además de reducir el impacto negativo del cambio climático, aunque no lo elimine por completo, puede tener consecuencias colaterales positivas desde el punto de vista económico, social o ambiental (Banco Mundial, 2010; OCDE, 2012; Galindo y otros, 2014a; Hepburn y Stern, 2008; Garnaut y otros, 2010).

Existen diversas opciones de adaptación, que van desde construir infraestructura hasta hacer cambios institucionales, regulatorios o conductuales (véase el diagrama IV.2).

**Diagrama IV.2  
Necesidades de adaptación y formas de abordarlas**



**Fuente:** G. Magrin, "Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/W.692), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2015.

A continuación se mencionan algunas opciones a la hora de abordar las necesidades de adaptación:

- Opciones estructurales y físicas
  - Ingeniería y construcción del medio ambiente. Las obras de ingeniería suelen ser alternativas costosas y de larga duración en que se debe asumir la incertidumbre asociada a la proyección del impacto climático.
  - Adaptación basada en ecosistemas. Estas opciones, basadas en la capacidad de la naturaleza para absorber o controlar el impacto del cambio climático, pueden ser efectivas y eficientes y dependen menos de las proyecciones climáticas y sus incertidumbres.
  - Tecnología. En el sector agropecuario existen numerosas alternativas de adaptación basadas en la tecnología, como métodos más eficientes de riego y fertilización, almacenaje y cosecha del agua, mejoramiento genético para fomentar la tolerancia a los factores de estrés, ajuste del calendario de siembra sobre la base del rendimiento estimado, cartografías de riesgo, tecnologías de monitoreo o biocombustibles de segunda generación. Las tecnologías digitales (teléfonos móviles, Internet) han creado oportunidades para difundir la información (pronósticos, alertas, mercados, asesoramiento) y capturar datos relevantes y actualizados que permitan hacer análisis y tomar decisiones (avance de inundaciones, brotes de enfermedades, respuesta a desastres). Las tecnologías de adaptación son conocidas en todos los países y, en general, pueden aplicarse en cualquier lugar del planeta porque se transfieren con facilidad.
  - Servicios. Hay diversas opciones que se han citado como medidas que pueden reducir la vulnerabilidad climática, entre ellas, las redes de seguridad social que permiten atender las necesidades básicas de las personas más vulnerables ante la ocurrencia de catástrofes climáticas (inundaciones, sequías), los servicios de salud pública, las campañas de prevención, el acceso adecuado a los servicios (mantenimiento de desagües, diversificación de las fuentes de abastecimiento de agua), el acceso a los mercados agrícolas, los bancos de alimentos y la distribución de los excedentes alimentarios.
- Opciones sociales
  - Educación. La falta de educación es un factor limitante que contribuye a la vulnerabilidad. Los programas educativos, la extensión, la divulgación y las reuniones comunitarias son instrumentos clave para difundir conocimientos sobre las opciones de adaptación y construir capital social que promueva

la capacidad de adaptación social. La educación debe ser vista como un bien público que promueve el diálogo y las redes, y que permite aumentar la resiliencia a nivel individual y del sistema socioecológico.

- Información. Las estrategias informativas dirigidas a fomentar la toma de conciencia sobre los riesgos climáticos y la respuesta ciudadana son parte integral de la adaptación. Algunos ejemplos son los sistemas de alerta temprana, la cartografía de los riesgos y la vulnerabilidad, el monitoreo sistemático y la teledetección, los servicios climáticos, en particular los pronósticos mejorados, y los escenarios climáticos a escala local.
- Comportamiento. Las medidas de adaptación del comportamiento son esenciales, y entre ellas se encuentran la diversificación de los medios de subsistencia, el cambio de las prácticas agrícolas y ganaderas, la sustitución de los cultivos, la conservación del suelo y el agua, y la migración laboral. Los incentivos gubernamentales pueden ser una buena manera de impulsar el cambio en el comportamiento humano.
- Opciones institucionales
  - Economía. Entre las medidas que se pueden adoptar en este ámbito se encuentran los incentivos financieros (incluidos los impuestos y los subsidios), los seguros (en particular los basados en índices climáticos), los bonos de catástrofe, los fondos rotatorios, los pagos por servicios ambientales, las tarifas de agua, los fondos para imprevistos relacionados con los desastres, y las transferencias de dinero.
  - Leyes y regulaciones. Las leyes, reglamentos y medidas de planificación, como la creación de áreas protegidas y la rezonificación del uso del suelo, son medidas institucionales que pueden mejorar la seguridad y resiliencia de las comunidades mediante la asignación del uso de la tierra. Otros ejemplos son los derechos legales y el acceso a los recursos que pueden determinar la capacidad de adaptación. En varios países, la seguridad de la tenencia de la tierra se considera un elemento prioritario para que los individuos puedan tomar decisiones a largo plazo; por ejemplo, cambiar las prácticas agrícolas. Los siguientes son algunos ejemplos de leyes y regulaciones relacionadas con el sector agropecuario: leyes de zonificación y ordenamiento territorial; ley de arrendamientos; reglamentos y acuerdos sobre los recursos hídricos; leyes para apoyar la reducción del riesgo de desastres; leyes para fomentar la compra de seguros; definición de los derechos de propiedad y la tenencia de tierras; áreas protegidas, y cuotas de pesca.
  - Políticas y programas de gobierno. Entre estas opciones se encuentran los planes nacionales y regionales de adaptación

(incluida la incorporación del cambio climático), los planes subnacionales y locales de adaptación, la planificación y preparación para los desastres, y los planes sectoriales. Estos últimos se refieren a la gestión integrada de los recursos hídricos, el manejo del paisaje y las cuencas hidrográficas, la gestión integrada de las zonas costeras, el manejo adaptativo, el manejo basado en ecosistemas, el manejo sostenible de los bosques, la gestión de la pesca y la adaptación basada en comunidades, entre otros<sup>7</sup>.

Aunque hay un reconocimiento creciente de la importancia que tienen las medidas sociales e institucionales, la mayoría de las evaluaciones de la adaptación se han limitado a determinar el impacto de esta en la reducción de la vulnerabilidad o a analizar cómo se ha integrado la adaptación en el proceso de planificación. Pocas veces se evalúan la aplicación o los efectos de las medidas de adaptación en términos de dinamización del desarrollo (IPCC, 2014a y 2014b); más aún, se subvalora la adaptación basada en la integridad de los ecosistemas.

Al adoptar medidas de adaptación, se deben enfrentar importantes limitaciones e inefficiencias, así como barreras técnicas, económicas y sociales (CMNUCC, 2007a y 2007b; Agrawala y Fankhauser, 2008). Hay procesos de adaptación que tienen efectos o costos residuales significativos, algunos de ellos irreversibles. Esto ocurre, por ejemplo, cuando un cambio permanente en la temperatura media se percibe como temporal o estacional y se realizan ajustes sobre la explotación de los recursos hídricos o la expansión de la frontera agrícola que se consideran temporales, lo que puede dar como resultado una sobreexplotación de los recursos hídricos (Easterling y otros, 1993; Bosello, Carraro y De Cian, 2010; Fankhauser, 1995; Rosenzweig y Parry, 1994; Darwin y otros, 1995; Galindo, 2009).

Por ello, una estrategia de adaptación apropiada debe incluir algunas directrices básicas (Galindo y otros, 2014b), como las siguientes:

- Construcción de una cartera de medidas de adaptación flexible. Esta cartera debe incluir el principio precautorio para evitar daños irreversibles, así como opciones que ofrezcan cobeneficios, como mayor eficiencia energética e hídrica, protección de la salud y reducción de la contaminación atmosférica en las ciudades, mejora de la seguridad alimentaria y energética, introducción de la irrigación y el cambio de cultivos, prevención y alerta temprana de los fenómenos climáticos extremos, y preservación de la biodiversidad y los bosques (Galindo y otros, 2014b).
- Adaptación temprana que incluya medidas de prevención (Bosello, Carraro y De Cian, 2010; Galindo y otros, 2014b).

<sup>7</sup> Véanse CEPAL (2015a) e IPCC (2014a y 2014b).

- Integración regional que permita reducir el riesgo local y el nivel de exposición al cambio climático, considerando, por ejemplo, los temas de seguridad alimentaria y energética en el contexto regional (Galindo y otros, 2014b)<sup>8</sup>.

En la actualidad, se dispone de una cartera amplia de medidas de adaptación (véase el cuadro IV.3) que son relativamente fáciles de implementar y ofrecen beneficios colaterales significativos. Algunas de ellas implican mejoras en la gestión que tienen un costo bajo y brindan beneficios importantes. Un ejemplo de una medida que permite obtener beneficios colaterales es utilizar insumos, como fertilizantes o aumento de la irrigación, que generan efectos económicos positivos (Bosello, Carraro y De Cian, 2010). Otro ejemplo es el cambio de las fechas de siembra en América del Sur, que permite obtener un beneficio económico estimado en alrededor del 38% con respecto a la línea de base (Tan y Shibasaki, 2003).

**Cuadro IV.3  
Medidas de adaptación en sectores seleccionados**

Medidas de adaptación en la agricultura	Alza del nivel del mar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla de cultivos y ganadería.</li> <li>• Manejo eficiente del agua de riego.</li> <li>• Monitoreo y predicción del clima.</li> <li>• Desarrollo y uso de nuevos cultivos.</li> <li>• Sistemas de cultivos múltiples o policultivos.</li> <li>• Uso de la diversidad genética.</li> <li>• Desarrollo y uso de variedades o especies que sean resistentes a las plagas y enfermedades, y que tengan adaptaciones más apropiadas al clima y a los requerimientos de hibernación o resistencia incrementada al calor y la sequía.</li> <li>• Cambio en la producción y las prácticas de la granja: uso de estrategias de diversificación, como cultivos intercalados, agroforestería, integración de programas de cría de animal, y ajustes de las fechas de siembra y cultivo.</li> <li>• Expansión de las tierras cultivables, cambios en la distribución espacial agrícola y gestión del uso de la tierra.</li> <li>• Aprovechamiento de las características topográficas.</li> <li>• Intensificación del uso de insumos: fertilizantes, riego, semillas.</li> <li>• Adopción de nuevas tecnologías.</li> <li>• Programas de aseguramiento.</li> <li>• Diversificación de los ingresos y de las actividades agrícolas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenación, planificación y gestión integrada del espacio litoral.</li> <li>• Gestión integrada de cuencas y áreas costeras.</li> <li>• Protección de los humedales costeros.</li> <li>• Códigos de construcción y edificios robustos ante inundaciones.</li> <li>• Diques, defensas y barreras en costas y malecones.</li> <li>• Planificación del uso del suelo y delimitación de zonas de riesgo.</li> <li>• Ordenamiento territorial.</li> <li>• Realineación y prohibición planificada, defensas duras.</li> <li>• Alimentación y gestión de sedimentos.</li> <li>• Alimentación de dunas costeras y playas.</li> <li>• Límites de construcción.</li> <li>• Barreras contra la intrusión de agua salada.</li> <li>• Uso más eficiente del agua.</li> <li>• Inyección de agua dulce.</li> <li>• Actualización de los sistemas de drenaje y mejoras del drenaje urbano.</li> <li>• Polderes.</li> <li>• Cambio del uso y zonificación de la tierra.</li> <li>• Sistemas de alerta de inundación.</li> <li>• Reducción del riesgo de desastres basada en la comunidad.</li> <li>• Equilibrio entre la conservación de las pesquerías marinas, los arrecifes de coral y los manglares.</li> <li>• Mejora de los medios de vida, así como de la supervivencia de las poblaciones tradicionales.</li> <li>• Gestión de los factores de estrés no climáticos.</li> </ul>

<sup>8</sup> Por ejemplo, se puede prever que va a disminuir la producción de un cultivo básico en una región como Centroamérica, y entonces se puede adaptar el comercio internacional para enfrentar esa reducción mediante acuerdos con países o regiones que no sean afectados de la misma manera.

Cuadro IV.3 (conclusión)

Sector salud	Sector hídrico
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas profilácticas y saneamiento.</li> <li>• Inclusión de programas de capacitación en salud pública, respuesta ante emergencias y programas de prevención y control.</li> <li>• Mejora de la capacidad adaptativa de los diferentes grupos sociales.</li> <li>• Redes de seguridad social.</li> <li>• Normas de construcción.</li> <li>• Mejoras en la infraestructura de la salud pública.</li> <li>• Prevención de las enfermedades transmitidas por el agua.</li> <li>• Suministro de agua potable.</li> <li>• Sistemas de alerta temprana para identificar la presencia de enfermedades infecciosas.</li> <li>• Redes de monitoreo para prevenir a la población sobre la ocurrencia de olas de calor.</li> <li>• Diseño de sistemas de atención y prevención ante desastres naturales.</li> <li>• Mejora de la salud pública.</li> <li>• Programas de lucha contra vectores.</li> <li>• Programas de erradicación de enfermedades.</li> <li>• Programas de educación para la salud.</li> <li>• Investigación.</li> <li>• Investigación y desarrollo en control de vectores.</li> <li>• Vacunas.</li> <li>• Erradicación de enfermedades.</li> <li>• Implementación de medidas locales de control de la contaminación y cobeneficios adicionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación del agua y la gestión de la demanda de esta (permisos, precios e impuestos sobre el agua).</li> <li>• Manejo de las cuencas.</li> <li>• Gestión del uso de la tierra.</li> <li>• Uso eficiente del agua y cambio de los patrones de uso.</li> <li>• Reciclaje de agua.</li> <li>• Eficiencia de riego.</li> <li>• Infraestructura de gestión del agua.</li> <li>• Importación de productos que permiten hacer un uso intensivo del agua.</li> <li>• Aumento del uso de la agricultura de secano.</li> <li>• Mejoras institucionales y de gobernanza para asegurar la aplicación efectiva de estas medidas de adaptación.</li> <li>• Fuentes de mejora: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnicas de almacenamiento y conservación del agua.</li> <li>- Exploración y extracción de agua subterránea de forma sostenible.</li> <li>- Reducción de las pérdidas (control de fugas, tuberías de conservación).</li> <li>- Eliminación de especies invasoras del almacenamiento de agua.</li> <li>- Recolección de agua de lluvia.</li> <li>- Transferencias de agua.</li> <li>- Gestión de riesgos para hacer frente a la variabilidad de las precipitaciones.</li> <li>- Asignación del agua (por ejemplo, uso municipal frente al uso agrícola).</li> <li>- Desalinización.</li> </ul> </li> </ul>
Biodiversidad y ecosistemas	Retroceso de los glaciares

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “El gasto en protección ambiental en América Latina y el Caribe: bases conceptuales y experiencia regional”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.634), Santiago, 2014.

Como se señaló, restaurar las funciones de los ecosistemas para mantener o recuperar los servicios ambientales que prestan es una medida de adaptación especialmente apta en el medio rural de la región, como también lo es poner opciones tecnológicas para el manejo del agua al alcance de los habitantes rurales, los campesinos y los pueblos originarios. Esta variante de la adaptación ha cobrado fuerza en esta década y tiene dos elementos constitutivos: la adaptación basada en los ecosistemas (ABE) y el pago por servicios ambientales, que es el complemento ocasional de la primera y le da sostenibilidad financiera (Magrin, 2015).

Magrin (2015, pág. 28) señala que la ABE ofrece beneficios adicionales para la biodiversidad, la agricultura y la infraestructura costera, y además dice lo siguiente: “presenta menores riesgos de mala adaptación que las obras de ingeniería ya que conserva los ecosistemas y sus servicios, es más flexible y sensible a los cambios ambientales no previstos, puede ayudar a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, puede contribuir a la mitigación, y produce cobeneficios ambientales, sociales y económicos en la forma de bienes y servicios de los ecosistemas... La ABE suele ser compleja de implementar ya que requiere la cooperación de varios actores y organizaciones (instituciones, sectores y comunidades) y los beneficios que otorga se dispersan entre un rango muy amplio de beneficiarios. Además, suelen faltar protocolos estándar y metodologías comparables que normalmente existen en otro tipo de opciones (como tecnológicas y de infraestructura)”. La ABE se logra de las siguientes maneras: “restauración ecológica de los ecosistemas; manejo comunitario de los recursos naturales; conservación y establecimiento de áreas protegidas; aumento de la diversidad biológica; forestación y reforestación; reducción de incendios forestales y prescripción de quemas; corredores ecológicos; conservación ex situ de semillas y bancos de germoplasma; ordenamiento territorial adaptativo; establecimiento de sistemas agropecuarios diversos con la utilización del conocimiento indígena y local y el mantenimiento de la diversidad genética; manejo integrado del recurso hídrico (reconociendo el rol de las cuencas hidrográficas, los bosques y la vegetación asociada en la regulación de los flujos de agua)” (Magrin, 2015, pág. 28).

La restauración ecológica de los ecosistemas degradados mejora un 44% la provisión de biodiversidad y un 25% los servicios ambientales, aumenta el potencial del secuestro de carbono, promueve la organización comunitaria, las actividades económicas y el sustento en las áreas rurales, y al mismo tiempo ayuda a adaptar y mitigar el cambio climático (Magrin y otros, 2014; Magrin, 2015). Este tipo de restauración concilia desarrollo económico, adaptación y conservación de la biodiversidad, y reduce las tasas de degradación donde hay manejo comunitario adaptativo.

## 2. Soluciones basadas en la naturaleza y el pago de servicios ecosistémicos: la confluencia entre adaptación y mitigación

Las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) es la nueva denominación que se emplea a partir de la Cumbre sobre la Acción Climática 2019 de las Naciones Unidas para hacer referencia a la protección, restauración y el manejo sostenible de los ecosistemas. Representan una alternativa prometedora para enfrentar el cambio climático, ya que incorporan un enfoque integral para afrontar simultáneamente los desafíos de mitigación y adaptación en tanto que se protege la biodiversidad y el bienestar humano (Seddon y otros, 2019). De esta manera las SBN buscan reducir los dilemas y promover sinergias entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Seddon y otros, 2020).

Las SBN se definen como soluciones a desafíos a los que se enfrenta la sociedad que están inspiradas y respaldadas por la naturaleza; que son rentables y proporcionan a la vez beneficios ambientales, sociales y económicos, y que ayudan a aumentar la resiliencia. Están relacionadas con características y procesos naturales que se incorporan a las ciudades, los paisajes y las zonas marítimas mediante intervenciones adaptadas de manera local, eficientes en función de los recursos y sistémicas, y proveen beneficios tanto a la biodiversidad como a la población (Raymond y otros, 2017). Por tanto, engloban un amplio rango de acciones, como la protección y el manejo de ecosistemas naturales y seminaturales, la incorporación de áreas verdes y cuerpos de agua en zonas urbanas y la aplicación de principios basados en ecosistemas para los sistemas agrícolas (Seddon y otros, 2020).

El uso sostenible, el manejo, la conservación y la restauración de ecosistemas tienen un rol central en las políticas de adaptación y mitigación al cambio climático, al incrementar la resiliencia y reducir los riesgos de desastres, así como al mantener e incrementar los acervos y sumideros de carbono o brindar servicios que sustituyan el uso de combustibles fósiles. Un ejemplo de SBN que integra acciones de mitigación y adaptación es la restauración de bosques naturales en zonas altas, que tiene el potencial de proteger a las comunidades establecidas en las zonas más bajas de inundaciones y deslaves a la vez que permite que sirvan como sumideros de carbono y protege la biodiversidad. Otro ejemplo sería la plantación de árboles y aumento de áreas verdes en zonas urbanas, lo que tiene la capacidad de producir un efecto de enfriamiento en las ciudades, a la vez que capturan carbono, ofrecen protección contra la contaminación del aire y proporcionan otros servicios de recreación y salud a la población (Seddon y otros, 2020).

Dado que en América Latina y el Caribe las emisiones provenientes de la agricultura, la ganadería, el cambio de uso de suelo y la silvicultura son considerables (aproximadamente 1,8 Gt de CO<sub>2</sub> equivalente) y corresponden

al 42% de sus emisiones, las SBN representan una oportunidad de mitigación relevante. Su potencial de mitigación varía entre países: por ejemplo, se estima que en los países de clima tropical que tienen bajas emisiones y una amplia cobertura forestal, las SBN pueden mitigar alrededor del 50% de las emisiones nacionales a través de medidas para evitar la deforestación. Se calcula —aunque con cierto grado de incertidumbre— que las SBN tendrían el potencial de lograr el 30% de la reducción global de emisiones necesario para mantener una senda de emisiones que limite el aumento de la temperatura a 2°C en 2030 (Seddon y otros, 2020). Se ha estimado que la implementación de medidas de cero desforestación, restauración y reforestación a gran escala, de gestión de nutrientes en tierras de cultivo y de disminución de metano del ganado en la región puede contribuir a una captura de 1,1 Gt de CO<sub>2</sub> equivalente al año en 2050 (Vergara, Fenhan y Schletz, 2016).

Las SBN también constituyen una herramienta importante para aumentar la capacidad adaptativa de la región, así como para reducir la exposición y sensibilidad a los impactos del cambio climático. Por ejemplo, la protección, restauración o manejo de bosques naturales y humedales en cuencas puede asegurar y regular la oferta de agua y reducir el riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra, así como la erosión de los suelos. La restauración de manglares permite mantener una barrera de protección para las comunidades costeras ante inundaciones, reduciendo los daños de tormentas y la erosión costera (véase el caso de Cuba en CEPAL, 2018e). De esta manera se evitan, hasta cierto punto, las grandes inversiones en infraestructura, mientras que las SBN ofrecen la ventaja de ser soluciones flexibles, fácilmente adaptables a cambios de largo plazo como el aumento del nivel del mar, y además suponen costos de conservación mucho menores.

Debido a su potencial, las SBN fueron uno de los doce temas tratados en la Cumbre sobre la Acción Climática 2019 convocada por el Secretario General de las Naciones Unidas. Durante la Cumbre se presentaron diversas iniciativas para promover la acción climática, entre las cuales se encuentran algunas SBN relativas a la región (véase el cuadro IV.4).

**Cuadro IV.4**  
**Compendio de iniciativas clasificadas como soluciones basadas en la naturaleza (SBN) presentadas en la Cumbre sobre la Acción Climática 2019**

Iniciativa	País	Objetivo
Global Campaign for Nature (campaña mundial por la naturaleza)	Promovida por Costa Rica junto con países asociados que incluyen a las Bahamas, el Congo, el Gabón, Guatemala, Guyana, Liberia y Surinam, así como con diferentes organizaciones y fundaciones. Esta campaña supone el apoyo público al creciente movimiento en favor de la naturaleza y de un nuevo pacto para la naturaleza y las personas (New Deal for Nature and People)	El objetivo de la campaña es ayudar a conservar el 30% de las tierras y los océanos de la Tierra para 2030 y contribuir a los objetivos del Acuerdo de París a través de soluciones basadas en la naturaleza, mediante la creación y ampliación de zonas protegidas; la restauración de los ecosistemas degradados, y el establecimiento de objetivos internacionales de conservación más ambiciosos en el marco mundial para la diversidad biológica después de 2020.
Amazon Sacred Headwaters (Cabeceras sagradas del Amazonas)	Alianza Pachamama, Confederación de Nacionalidades Indígenas de la Amazonía Ecuatoriana (CONFENIAE) y Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana (AIDESEP)	Trata de crear una visión compartida entre los pueblos indígenas, las organizaciones no gubernamentales (ONG), la comunidad filantrópica, los empresarios sociales y los gobiernos con miras a establecer una región protegida binacional, fuera de los límites de la extracción a escala industrial, y gobernada de conformidad con los principios indígenas tradicionales de cooperación y armonía que fomentan una relación de refuerzo mutuo entre los seres humanos y la Tierra.
La declaración ministerial de Katowice sobre la acción de los bosques para el clima (Forest for the Climate)	Albania, Alemania, Andorra, Antigua y Barbuda, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Austria, Bahrein, Belarús, Bélgica, Bolivia (Estado Plurinacional de), Bulgaria, Camboya, Canadá, Chequia, Chile, China, Chipre, Côte d'Ivoire, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estado de Palestina, Estonia, Etiopía, Federación de Rusia, Fiji, Filipinas, Finlandia, Francia, Georgia, Grecia, Hungría, Indonesia, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Jordania, Kuwait, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Macedonia del Norte, Malta, Marruecos, México, Mónaco, Myanmar, Norteamérica, Nueva Zelanda, Países Bajos, Palau, Paraguay, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Centroafricana, República de Corea, República de Moldova, República Democrática Popular Lao, República Popular Democrática de Corea, Rumanía, San Marino, Santa Lucía, Serbia, Seychelles, Sierra Leona, Singapur, Sri Lanka, Sudán, Sudán del Sur, Suecia, Suiza, Tailandia, Ucrania, Viet Nam	Una iniciativa mundial para destacar el papel de los bosques en el logro del objetivo del Acuerdo de París: 81 Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ya han respaldado la declaración.

Cuadro IV.4 (continuación)

Iniciativa	País	Objetivo
Building Resilience in the Central American Region under a Synergistic Approach between Mitigation and Adaptation - Focusing on Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU) Sector (Fomento de la resiliencia en Centroamérica mediante un enfoque sinérgico entre la mitigación y la adaptación centrado en el sector de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra)	Promovido por Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana.	Los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) se comprometen a: i) conservar los bosques y los ecosistemas forestales; ii) transformar los sistemas de producción agrícola; iii) integrar y promover prácticas sostenibles en lo que respecta a la caña de azúcar, la piña, el aceite de palma, el cacao y el café; iv) conservar las principales zonas forestales, y v) desarrollar un sistema ampliado de medición, seguimiento y verificación.
PROAmazonia - Utilizing Forest Conservation and Sustainable Production Practices to Address Climate Change and Strengthen Local Livelihoods in Ecuador (Utilización de la conservación de los bosques y de prácticas de producción sostenibles para hacer frente al cambio climático y fortalecer los medios de vida locales en el Ecuador)	Ecuador	PROAmazonia es una ambiciosa iniciativa de colaboración de cinco años de duración que busca guiar la transformación de los sectores agrícola y forestal de la región amazónica hacia prácticas de gestión y producción más sostenibles.
Ridge to Reef - Grenada Project (Proyecto Granada: de la cordillera submarina al arrecife)	Pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) del Caribe	Conservación de la diversidad biológica y mejora de los ecosistemas; ventajas de crear zonas protegidas para la resiliencia frente al cambio climático en los pequeños Estados insulares en desarrollo del Caribe.
Large Scale Forest Conservation with Indigenous Peoples in the Threatened Brazilian Amazon (Conservación de bosques a gran escala junto con los pueblos indígenas en la Amazonía brasileña amenazada)	International Conservation Fund of Canada (ICFC), Environmental Defense Fund (EDF) y Climate Land Ambition and Rights Administration (CLARA)	Compromiso de largo plazo de ONG internacionales de conservación con el pueblo Kayapó para fomentar su capacidad para proteger sus tierras, sus derechos constitucionales y los ecosistemas forestales primarios en los que se basan su cultura y sus medios de vida.

Cuadro IV.4 (continuación)

Iniciativa	País	Objetivo
Protecting Half the Earth through a Global Deal for Nature Serves as Key to Nature-Based Climate Solutions. (La protección de la mitad de la Tierra mediante un acuerdo global a favor de la naturaleza es clave para las soluciones climáticas basadas en la naturaleza)	Nature Needs Half, RESOLVE, WILD Foundation	El Global Deal for Nature (acuerdo global a favor de la naturaleza), lanzado en abril de 2019, es un plan impulsado por la ciencia y sujeto a un plazo determinado para salvar la diversidad y la riqueza biológica, evitar los efectos catastróficos del cambio climático y asegurar los servicios ecosistémicos esenciales. Busca mantener el 85% de la cubierta forestal en zonas críticas como el Amazonas e identificar zonas que requieran estabilización climática.
Global Coordination for Carbon Storage in Collective Territories of Indigenous Peoples and Local Communities in the Equatorial Region (Coordinación mundial para el almacenamiento de carbono en los territorios colectivos de los pueblos indígenas y las comunidades locales de la región ecuatorial)	Alianza Global de Comunidades Territoriales	Hasta la fecha se ha demostrado que no se está integrando a aquellos más cercanos y mejor situados para gestionar las tierras ricas en carbón (en particular, los pueblos indígenas y las comunidades locales) en las nuevas soluciones climáticas nacionales y mundiales.
Water Reserves as Ecosystem-Based Adaptation Instruments For Latin America Countries (Las reservas de agua como instrumentos de adaptación basada en los ecosistemas para los países de América Latina)	World Wildlife Fund (WWF) México	El objetivo principal de la iniciativa es asignar al menos el 30% del total del agua disponible en los países de América Latina al medio ambiente, para asegurar la protección de los principales ecosistemas de agua dulce y de los ríos de caudal libre y los beneficios que ofrecen.
50/50 - The Plan to Save Life on Earth (El plan para salvar la vida en la Tierra)	Avaaz	La mitad del planeta libre de actividades dañinas y la otra mitad compartida con la naturaleza.
Conservation Opportunities Under Climate Change Considerations: The Experience from the Amazon Biome (Oportunidades de conservación en el marco de las consideraciones sobre el cambio climático: la experiencia del bioma amazónico)	WWF	La creación de nuevas zonas protegidas o la ampliación de las existentes, especialmente en las zonas en que el potencial de conservación y resiliencia es elevado; su inclusión en los enfoques paisajísticos, y la implementación de estrategias que fortalezcan la conectividad dentro del bioma resultan medidas fundamentales para que la diversidad biológica se adapte al cambio climático y para mantener los servicios ecosistémicos a largo plazo en el bioma del Amazonas.

Cuadro IV.4 (continuación)

Iniciativa	País	Objetivo
Heritage Colombia (HECO): Resilient Landscapes that Maximizes Contribution to Colombia's Mitigation and Adaptation Goals (Parajes resistentes que maximizan la contribución a los objetivos de mitigación y adaptación de Colombia)	WWF	En lo que respecta al papel del entorno forestal en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los bosques naturales del país cubren aproximadamente 60 millones de hectáreas, y almacenan aproximadamente 26.220 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> eq.
Andes Action: Restoration of One Million Hectares of High Andean Forest Ecosystems (Acción de los Andes: restauración de un millón de hectáreas de ecosistemas forestales altoandinos)	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Colombia	Andes Action es una nueva iniciativa de restauración a gran escala promovida por América Latina cuyo objetivo es recuperar un millón de hectáreas de ecosistemas altoandinos (en su mayoría bosques de polylepis) en la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia, el Ecuador y el Perú en los próximos 25 años.
Leveraging NBS for Water Security and Climate Action (soluciones basadas en la naturaleza y su aprovechamiento para la seguridad hidrica y la acción climática)	Forest Trends	Esta iniciativa tiene por objeto aprovechar las inversiones del sector hidrico en soluciones basadas en la naturaleza para la acción climática. Los administradores de los recursos hídricos y los proveedores de servicios como el agua potable llevan mucho tiempo a la vanguardia de la adopción de soluciones basadas en la naturaleza.
Putting No Deforestation into Practice (La práctica de la no deforestación)		Se trata de una iniciativa en la que participan múltiples interesados procedentes de todo el mundo.
		El High Carbon Stock Approach (HCSA) ofrece una metodología práctica para implementar los compromisos de no deforestación.

Cuadro IV.4 (conclusion)

Iniciativa	País	Objetivo
Restoring Forests and Lands as a Crucial Response to Climate Change and Sustainable Development (La restauración de los bosques y las tierras como respuesta crucial al cambio climático y el desarrollo sostenible)	La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN), como Secretaría del Desafío de Bonn (la UICN es una organización intergubernamental con condición de observadora en las Naciones Unidas). Reúne 59 gobiernos y entidades privadas que ya se han comprometido con el Desafío.	Esta iniciativa aprovecha el gran progreso que ya ha logrado el Desafío de Bonn para impulsar compromisos adicionales y acelerar la acción para la restauración de las tierras deforestadas y degradadas, lo que se ha considerado una solución basada en la naturaleza crítica a la hora de hacer frente al cambio climático.
Perverse Incentives for Agri-Business and Deforestation: A Love Affair that Must End (Incentivos perversos para la agroindustria y la deforestación: una relación ilícita que debe terminar)	Global Forest Coalition (GFC), Hefei, Climate Land Ambition and Rights Alliance (CLARA)	El modelo insostenible de producción de soja y carne de vacuno es sustentado por incentivos perversos. Estos dan lugar a conflictos con los pueblos indígenas y las comunidades locales, a los que se despoja violentamente de sus tierras y bosques. Los pueblos indígenas y comunidades locales de los países del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) exigen la supresión inmediata de los subsidios e incentivos perversos para la agroindustria y se oponen a un acuerdo comercial entre la Unión Europea y el MERCOSUR que incentivaría aún más a la industria.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Nature-Based Solutions (NBS) Facilitation Team, *Compendium of Contributions Nature-Based Solutions*, Nairobi, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUD), 2019.

A pesar de las ventajas que presentan las SBN, existen diversas barreras para su aplicación; al poder considerarse un bien público, cuyo beneficio no se limita a una sola organización, su financiamiento es insuficiente. De hecho, menos del 1% del financiamiento climático global se enfoca en protección costera, infraestructura y administración de riesgos (incluidas las SBN). Por otra parte, tienen beneficios que se sitúan fuera del mercado, como efectos en la salud y la biodiversidad, por lo que la medición de su relación costo-efectividad es incierta; también es difícil medir su efectividad a largo plazo, y esto impide comparar estos proyectos con otros más tradicionales (Seddon y otros, 2020). Por otra parte, dado el potencial de mitigación de las SBN, puede plantear el riesgo de promover prácticas de monocultivos o desviar la atención de los procesos de descarbonización de otros sectores de la economía.

Para superar estos retos, es importante generar una institucionalidad que reconozca el valor de los ecosistemas y su potencial para generar un nuevo tipo de economía capaz de convivir armónicamente con la naturaleza. Esto requiere un enfoque sistémico e interdisciplinario basado en la ciencia que permita redirigir los recursos hacia un uso más eficiente.

#### a) Reorientar el financiamiento

Las SBN no requieren necesariamente recursos financieros adicionales, pero sí suelen requerir que se redirijan los fondos existentes y se haga un uso más efectivo de ellos. La gran mayoría de las subvenciones agrícolas y, probablemente, la mayoría del financiamiento público y casi todas las inversiones del sector privado para investigación y desarrollo agrícola apoyan los patrones de producción agrícola convencionales que hacen que aumenten las emisiones y la degradación de los propios medios de producción (FAO, 2011). La política de transformación productiva más eficaz sería la reorientación de los recursos disponibles; se trata de que las inversiones corrientes sean más sostenibles y rentables a lo largo del tiempo, y de que se reconozca el potencial de los ecosistemas para proporcionar soluciones para todo el sistema productivo.

Promover la reorientación de inversiones existentes de manera gradual y progresiva —de acuerdo con las mejores experiencias internacionales— crearía las condiciones para superar las barreras iniciales de adopción de nuevos sistemas productivos, hasta que los flujos de beneficios aparecieran en una estrategia de transición planeada. La reorientación de inversiones debería incluir la capacitación de mano de obra y el fortalecimiento de la asistencia técnica. Un problema que se debe solucionar es la brecha entre el capital disponible para la inversión y los proyectos con capacidad de implementación. La transición para la sostenibilidad demanda planificación.

**b) Pago por servicios ecosistémicos y condiciones habilitantes como apoyo a las medidas de adaptación basada en los ecosistemas**

El pago por servicios ecosistémicos se basa en el principio de internalizar o reflejar el beneficio económico y cultural que se obtiene gracias a la capacidad de los ecosistemas de mantener de modo sostenido un flujo de beneficios, como la regulación de los flujos de agua, el almacenamiento de carbono, el suministro de hábitats para la biodiversidad y la belleza del paisaje. Este tipo de iniciativas proporcionan incentivos monetarios y no monetarios a las comunidades, agricultores y propietarios de tierras particulares para proteger, restaurar y conservar los ecosistemas naturales y adoptar prácticas agrícolas, silvícolas y de uso de la tierra sostenibles. En la gestión de los recursos hídricos, esas acciones generan beneficios a los usuarios de los servicios ambientales mediante la regulación del agua, el control de inundaciones y de la erosión y los sedimentos u otros, garantizando un suministro de agua constante y de alta calidad y ayudando a reducir los costes de tratamiento del agua y mantenimiento de equipos (WWAP, 2018).

La relevancia de los pagos por servicios ecosistémicos en la región se explica por su relación costo-efectividad, dado que los gobiernos, a nivel regional y local, tienen una capacidad limitada para el diagnóstico amplio, el control y seguimiento y el cumplimiento de políticas tradicionales<sup>9</sup>. Frecuentemente, los pagos por servicios ecosistémicos se ejecutan mediante fondos de agua o de conservación, financiados por asociaciones público-privadas, subsidios gubernamentales o contribuciones pagadas por los usuarios de agua o recursos. Los fondos generalmente se rigen por un contrato entre los miembros fundadores en el que se designa una institución independiente para administrar los recursos financieros y garantizar que se utilicen para la protección y el manejo sostenible de ecosistemas y paisajes (Stanton y otros, 2010).

En América Latina, alrededor del 65% de los casos son financiados por el sector público, una cuarta parte por el sector privado y el resto (10%) por el sector privado no comercial. En Europa, América del Norte y Asia el patrón es similar, aunque con mayor presencia de modelos públicos (70%). En África, por el contrario, es donde más abundan los modelos privados (85%), de los cuales más de la mitad son financiados por el sector privado comercial mediante el ecoturismo (Ezzine de Blas, Le Coq y Guevara Sanginés, 2017).

<sup>9</sup> Existe abundante literatura sobre los sistemas de pago por servicios ecosistémicos en la región, en la que se demuestra su eficiencia a la hora de alcanzar resultados ambientales, sociales y económicos (Echavarria y otros, 2015).

Costa Rica fue el precursor de este tipo de iniciativas en la región, mediante su Ley Forestal (núm. 7575) de 1996, que sentó las bases para el futuro establecimiento del primer programa de pagos por servicios ecosistémicos en el año 1997. Se acuñó por primera vez una definición de “servicios ambientales”, entendidos como aquellos “que brindan el bosque y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente”. Estos servicios pueden ser “mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de la biodiversidad para conservarla y uso sostenible, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético, protección de ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos” (artículo 3, Ley núm. 7575). Con esta ley se creó el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) como institución a cargo de financiar o captar financiamiento para el programa (artículo 46). El Gobierno es un actor central en un esquema de gobernanza ambiental bien definido. Por medio de este programa, se cambió la visión del otorgamiento de subsidios o incentivos ambientales de la década de 1980 por la de reconocimiento económico (Flores Aguilar y otros, 2018).

La recuperación del patrimonio natural mediante la reforestación es un paso fundamental hacia la descarbonización de las economías. Estas inversiones son la forma menos costosa y más segura de almacenar carbono y podrían ofrecer un servicio —remunerado por la comunidad internacional— para la humanidad. Además, es la forma más efectiva para recuperar servicios ecosistémicos (tales como la provisión de agua y el uso del suelo) que son clave para reducir vulnerabilidades y evitar desastres ecológicos. La región podría proveer estos servicios para la humanidad, y sería compensada sobre la base del principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas.

Hoy en día existen en la región diversas experiencias de pago por servicios ecosistémicos con estructuras multinivel e intersectorial. Por ejemplo, en el Brasil entre 2001 y 2015 había nueve estados con leyes y decretos de regulación específica para estos programas, seis con algún otro tipo de regulación y ocho con propuestas de ley para su regulación. En total, 418 municipalidades pagaban por servicios ambientales (García Alarcon y otros, 2016). Además de en el Brasil y Costa Rica, también en el Ecuador, Guatemala y México existen iniciativas de pagos por servicios ecosistémicos que el gobierno financia por tratarse de medidas para preservar el ambiente (véase el cuadro IV.5).

**Cuadro IV.5****América Latina y el Caribe (5 países): ejemplos de programas de pago por servicios ecosistémicos financiados por el gobierno, 1997-2008**

País	Nivel	Inicio	Nombre	Beneficiarios
Brasil	Estado de Amazonas	2007	Bolsa Floresta	En 2008 se benefició a 2.700 familias tradicionales e indígenas mediante el otorgamiento de una compensación financiera y de asistencia en salud a cambio de que no hubiera deforestación en las selvas primarias.
Costa Rica	Nacional	1997	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal	Es un incentivo para la reforestación y los ecosistemas agroforestales. Desde 2003 se celebraron más de 7.000 contratos y se plantaron alrededor de 2 millones de árboles.
Ecuador	Nacional	2008	Programa Socio Bosque	En 2010, el programa protegía más de 0,5 millones de hectáreas de ecosistemas naturales y tenía más de 60.000 beneficiarios.
Guatemala	Nacional	1997	Programa de Incentivos Forestales	En 2009, el programa incluía 4.174 beneficiarios que plantaron 94.151 hectáreas de bosques. También abarcaba 155.790 hectáreas de bosque natural transformadas en áreas protegidas gracias a los incentivos económicos.
México	Nacional	2003	Pago por Servicios Ambientales (PSA)	Abarca programas que apoyan a comunidades, ejidos, asociaciones regionales de silvicultores y propietarios de terrenos forestales. Comprende el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), el Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA), el Proyecto de Servicios Ambientales del Bosque (PSAB) y el ProÁrbol (programa que mejora las experiencias del PSAH, el CABSA y el PSAB y tiene por objeto apoyar los servicios ambientales hidrológicos, la conservación de la biodiversidad, los sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra y el desarrollo de la idea del secuestro de carbono). En 2018 se creó el programa Sembrando Vida, que incentiva a los productores rurales con ingresos inferiores a la línea de bienestar rural a producir cultivos agroforestales. Los productores deben tener un mínimo de 2,5 hectáreas para destinar al proyecto y se les brinda un apoyo de 250 dólares mensuales.

**Fuente:** G. Magrin, "Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/W.692), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2015.

Ha habido proyectos específicos en que se ha evaluado el impacto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles. Entre esos proyectos se encuentran los de Costa Rica y el que financió el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FNAM), que llevaron a cabo el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Instituto de Investigación y Desarrollo Nitlapán de Nicaragua, la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) de Colombia y el Banco Mundial. Entre 2003 y 2006, hubo ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua que recibieron entre 2.000 y 2.400 dólares por establecimiento (alrededor del

10% al 15% de su ingreso neto) para implementar el programa de sistemas silvopastoriles. Este programa redujo un 60% las pasturas degradadas en los tres países, mientras que el área dedicada a los sistemas silvopastoriles aumentó significativamente. Entre los beneficios asociados se encuentran un aumento del 71% en el secuestro de carbono, del 10% en la producción de leche y del 115% en los ingresos de los establecimientos. Por otro lado, se redujo el uso de herbicidas en un 60% y el uso del fuego para manejar las pasturas se tornó menos frecuente (FAO, 2015). La complementariedad entre la adaptación basada en ecosistemas y el pago por servicios ambientales puede fortalecerse mediante la aplicación de los instrumentos que se muestran en el cuadro IV.6.

En el diseño y la puesta en marcha de los pagos por servicios ecosistémicos se deben considerar aspectos locales para evitar problemas que pueden surgir cuando ocurre lo siguiente: el plan es confuso y no queda claro si el objetivo se refiere a las acciones o a los resultados; la iniciativa se percibe como una mercantilización de la naturaleza y de sus valores intangibles; la acción no es eficiente para reducir la pobreza; surgen dificultades para crear confianza entre los beneficiarios de la propuesta, y hay cuestiones relacionadas con el género o la tenencia de la tierra.

También es preciso considerar que la ABE puede requerir acciones encaminadas a brindar un servicio ecosistémico a expensas de otros servicios. Por ejemplo, la acumulación de carbono basada en el aumento de la producción primaria neta puede afectar la provisión de agua (Viglizzo y otros, 2012). Por ello, es crucial hacer un análisis cuidadoso de las opciones y considerar no solo los costos y los beneficios, sino también el valor no económico de los servicios ecosistémicos (Magrin, 2015).

**Cuadro IV.6**  
**Instrumentos regulatorios e incentivos económicos que favorecen la adaptación basada en ecosistemas**

Instrumentos e incentivos	Aplicación a la adaptación basada en los ecosistemas (ABE)
Financieros (fuentes relacionadas con el mercado y no relacionadas con él)	
Pagos por servicios ecosistémicos (no transables)	Pagos para compensar a quienes mantienen los servicios ecosistémicos (por ejemplo, pagos por la gestión de las cuencas hidrográficas).
Financiamiento de carbono	Pagos por almacenamiento de carbono, por ejemplo, mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) y mercado voluntario de carbono.
Incentivos relacionados con la Reducción de las Emisiones Debidas a la Deforestación y la Degradoación Forestal (REDD)	Incentivos para reducir la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo.
Mecanismos basados en la biodiversidad	Pagos basados en indicadores indirectos o representativos de la biodiversidad (por ejemplo, la superficie de bosque no intervenido).
Canjes de deuda por naturaleza	Cancelación de deuda a cambio de conservar los ecosistemas (por ejemplo, creación de áreas protegidas en Costa Rica a cambio de a condonación de la deuda).

Cuadro IV.6 (conclusión)

Instrumentos e incentivos	Aplicación a la adaptación basada en los ecosistemas (ABE)
<b>Financieros (fuentes relacionadas con el mercado y no relacionadas con él)</b>	
Fondos fiduciarios de conservación	Fondos para mejorar la gestión y asegurar la conservación de las áreas protegidas (por ejemplo, convenios de conservación).
Certificación y etiquetado	Certificación de productos y servicios cuya producción tenga un impacto mínimo en los ecosistemas (por ejemplo, ecoturismo).
Mayor acceso y sobreprecio en los mercados verdes	Aumento del valor de los productos y servicios sostenibles (por ejemplo, los productos orgánicos o el café orgánico), y de su acceso al mercado.
Desarrollo de mercados	Desarrollo de nuevos mercados y expansión de los mercados existentes de los productos y servicios respetuosos con el medio ambiente.
Premio o reconocimiento ambiental	Reconocimiento público de la buena administración del medio ambiente.
Eliminación de subvenciones perjudiciales (pesca, agricultura, energía)	Eliminación de las subvenciones que destruyen, degradan o llevan al uso insostenible de los ecosistemas.
Impuestos, tasas y cargos	Cobro de impuestos sobre las actividades que destruyen o degradan los recursos naturales o implican un mal manejo de estos (por ejemplo, impuestos sobre el uso de plaguicidas o la extracción insostenible de madera).
Cuotas negociables	Fijación de cuotas que se aplican a la extracción de bienes de los ecosistemas naturales, como leña, madera, peces o especies silvestres, para garantizar su gestión sostenible.
<b>No financieros</b>	
Definición de la tenencia, del ordenamiento y la propiedad de la tierra, y de los derechos de uso y manejo	Aclaración de la tenencia y los derechos sobre la tierra, para mejorar la conservación, la restauración y el manejo sostenible de los ecosistemas.
Sensibilización ciudadana y desarrollo de capacidades que favorezcan la ABE	Mayor reconocimiento del valor de la ABE y de su papel en las estrategias de adaptación, que conduzca a aumentar su implementación.
Elaboración, perfeccionamiento y aplicación de leyes	Leyes que promuevan la implementación de la ABE y las herramientas para garantizar su cumplimiento, así como leyes que fomenten el uso sostenible de los ecosistemas o desalienten la mala administración (por ejemplo, legislación sobre áreas protegidas, normas sobre el uso de plaguicidas y leyes sobre la contaminación del agua).
Fortalecimiento institucional y creación de alianzas	Asignación de recursos financieros y humanos a las instituciones pertinentes y creación de redes en las que participen los diversos interesados.
Desarrollo, transferencia y aplicación de tecnologías ecológicamente racionales	Desarrollo de tecnologías materiales e inmateriales que puedan ayudar a aplicar la ABE (por ejemplo, desarrollo de software o de sistemas de alerta temprana).

**Fuente:** G. Magrin, "Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/W.692), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2015.

### c) Normatividad

Los acuerdos ambientales multilaterales (el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y su Acuerdo de París, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en Particular en África, el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 y la Nueva Agenda Urbana) son oportunidades para implementar soluciones basadas en la naturaleza (SBN). La Agenda 2030 sintetiza muchos de esos acuerdos y brinda un marco general para promover dichas soluciones.

Al mismo tiempo, es necesario que los gobiernos evalúen y, cuando proceda, modifiquen sus regímenes jurídicos y regulatorios para eliminar las barreras a la incorporación de las SBN y para avanzar en su utilización. La legislación nacional para facilitar la puesta en práctica de las SBN a nivel local es especialmente importante. Un número pequeño pero creciente de países ha adoptado marcos normativos que las promueven (WWAP, 2018). Los marcos regionales también pueden estimular el cambio. La Unión Europea, por ejemplo, ha aumentado de manera considerable las oportunidades para desplegar SBN, mediante la armonización de la legislación y de las políticas relacionadas con la agricultura, los recursos hídricos y el medio ambiente.

En 2014, el Perú adoptó un marco legal nacional para regular y supervisar la inversión en infraestructura verde: la Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos; este es el primer marco regulatorio nacional específico para la inversión en infraestructura verde en el sector del agua potable y el saneamiento en América Latina y el Caribe. Su objetivo es promover, regular y supervisar los mecanismos de remuneración por esos servicios cuando los administradores de los ecosistemas conciernen un acuerdo con quienes pagan por sus servicios o por la conservación, rehabilitación y uso sostenible de las fuentes de estos servicios.

#### **d) Mejorar la colaboración intersectorial y la base de conocimientos**

La implementación de SBN demanda mayores niveles de colaboración intersectorial e institucional que los modelos de infraestructura gris, en particular cuando se aplican a escala de paisaje. Esto supone una oportunidad para el desarrollo de una agenda integrada de políticas públicas. El panorama de las políticas sigue estando muy fragmentado en muchos países; las SBN, además de resultar beneficiadas por una potencial armonización, podrían ser también un medio para alcanzarla. Algo que puede acelerar la adopción de las SBN y fomentar una mejor coordinación intersectorial son mandatos claros al más alto nivel. Para que estos tengan lugar, es necesario mejorar la base de conocimientos sobre los procesos de SBN —incluso aumentando su rigor científico—, incorporar el conocimiento tradicional de las comunidades locales sobre el funcionamiento de los ecosistemas y la interacción naturaleza–sociedad y garantizar que los poseedores de los conocimientos participen plena y eficazmente en las evaluaciones, la toma de decisiones, la implementación y la gestión. En última instancia, la viabilidad de las SBN depende del convencimiento de quienes toman las decisiones, y de que los actores involucrados conozcan los resultados esperados, el modelo de seguimiento, los costos de implementación y su rentabilidad.

### 3. Adaptación al cambio climático en el sector agropecuario

El sector agrícola tiene importancia estratégica en América Latina y el Caribe, pues genera el 4,7% del PIB regional, ocupa al 14% de la población y representa el 29% de las exportaciones. La agricultura familiar representa el 80% de las explotaciones rurales y representa entre el 27% y el 67% de la producción de alimentos (CEPAL/OIT/FAO, 2012)<sup>10</sup>.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) identifica tres tipos de opciones de adaptación en el sector agropecuario que permiten aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de este ante los efectos del cambio climático: opciones estructurales y físicas, opciones sociales y opciones institucionales.

Según el tipo de medida que se aplique, se obtienen beneficios de distinto alcance. Por ejemplo, en el sector agrícola, los datos indican que algunas de las medidas de adaptación reducen los costos económicos de manera significativa, si bien existen diferencias significativas en función del tipo de cultivo o de la región (Agrawala y otros, 2010; Galindo y otros, 2014b). El costo de algunas de estas medidas, como una mejor gestión (cambios en las fechas de plantación y de cultivo o cambio en la combinación de cultivos, entre otras), es bajo, y sus beneficios son sustanciales, por lo que presentan una buena relación costo-eficacia. Por otro lado, su combinación con el uso de insumos adicionales como fertilizantes o mejores prácticas para la irrigación generan efectos económicos positivos que pueden superar los efectos del impacto total (Galindo y otros, 2014b). Por el contrario, en otros casos, como en el de la biodiversidad, se subraya que los daños son irreversibles. En el recuadro IV.3, se identifican los factores que influyen en la aplicación de medidas de adaptación en la agricultura de los Estados Unidos.

En el sector agropecuario, medir los beneficios de la adaptación y establecer metas cuantitativas es una actividad en extremo compleja. Esto se debe a que en la adaptación que realizan los productores agropecuarios se incorporan simultáneamente prácticas destinadas a afrontar los cambios en el precio de los insumos y productos, la temperatura y la disponibilidad de agua, así como diversos fenómenos climatológicos, incluidos los extremos.

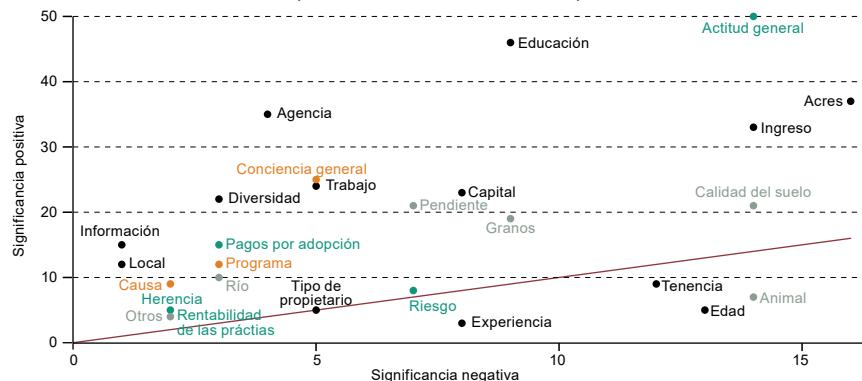
#### Recuadro IV.3 La adaptación en la agricultura de los Estados Unidos

Los factores que contribuyen a aplicar mejores prácticas de gestión y una agricultura de conservación en el sector agrícola de los Estados Unidos son la información sobre los daños ambientales y la infestación de plagas, la educación, el ingreso, la participación en las redes sociales y los programas de gobierno, y el capital social (Prokopy y otros, 2008; Knowler y Bradshaw, 2007; Reidsma y otros, 2010; Galindo y otros, 2014b) (véanse los gráficos 1 y 2).

<sup>10</sup> Esta sección se basa en Magrin (2015).

## Recuadro IV.3 (conclusión)

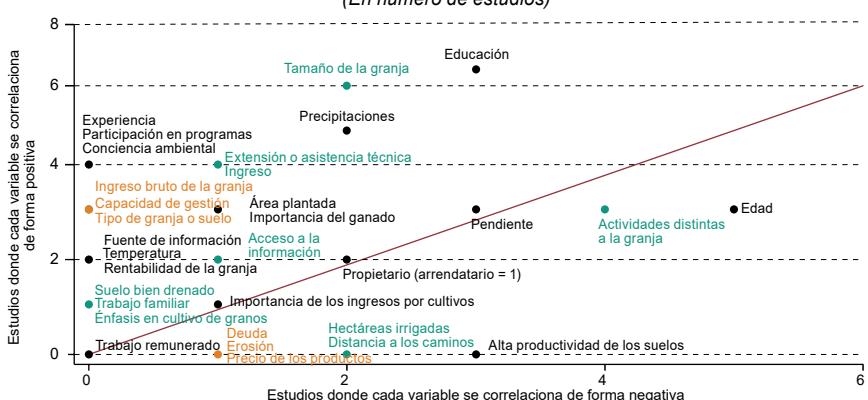
**Gráfico 1**  
**Estados Unidos: factores que determinan la aplicación de mejores prácticas de gestión en la agricultura**  
(En número de recuento de votos)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de L. Prokopy y otros, "Determinants of agricultural best management practice adoption: evidence from the literature", *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 63, N° 5, Ankeny, Soil and Water Conservation Society, 2008.

**Nota:** El gráfico se basa en Prokopy y otros (2008), que aplicaron la metodología del número de recuento de votos a 55 estudios de adopción de las mejores prácticas durante los 25 años anteriores a la publicación del estudio. Esta metodología supone contar el número de veces que una variable resulta significativa positiva, significativa negativa o no significativa. Las variables consideradas son significativas con una confianza de al menos el 95%. Los puntos azules son variables relacionadas con la capacidad, los verdes con la actitud, los anaranjados con la conciencia ambiental y los gris con las características de la granja.

**Gráfico 2**  
**Estados Unidos: factores que se correlacionan de forma positiva o negativa con la adopción de la agricultura de conservación, según estudios seleccionados**  
(En número de estudios)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), *Farmer Behaviour, Agricultural Management and Climate Change*, París, 2012; D. Knowler y B. Bradshaw, "Farmers' adoption of conservation agriculture: a review and synthesis of recent research", *Food Policy*, vol. 32, N° 1, Amsterdam, Elsevier, 2007.

**Nota:** El gráfico se basa en Knowler y Bradshaw (2007), y las observaciones se basan en datos de fecha cercana a la publicación del estudio.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de L. Prokopy y otros, "Determinants of agricultural best management practice adoption: evidence from the literature", *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 63, N° 5, Ankeny, Soil and Water Conservation Society, 2008; D. Knowler y B. Bradshaw, "Farmers' adoption of conservation agriculture: a review and synthesis of recent research", *Food Policy*, vol. 32, N° 1, Amsterdam, Elsevier, 2007; P. Reidsma y otros, "Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses", *European Journal of Agronomy*, vol. 32, N° 1, Amsterdam, Elsevier, 2010; L. Galindo y otros, "Cambio climático, agricultura y pobreza en América Latina: una aproximación empírica", *Documentos de Proyectos* (LC/W.620), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014; Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), *Farmer Behaviour, Agricultural Management and Climate Change*, París, 2012.

Los censos agropecuarios brindan información sobre la elección de cultivos, las prácticas agrícolas y las principales características de los productores de las distintas regiones de un país. Como además se conocen las características climáticas, geográficas y de calidad del suelo, en los países que tienen regiones con climas heterogéneos, esa información permite construir patrones de producción frente a distintas características climáticas.

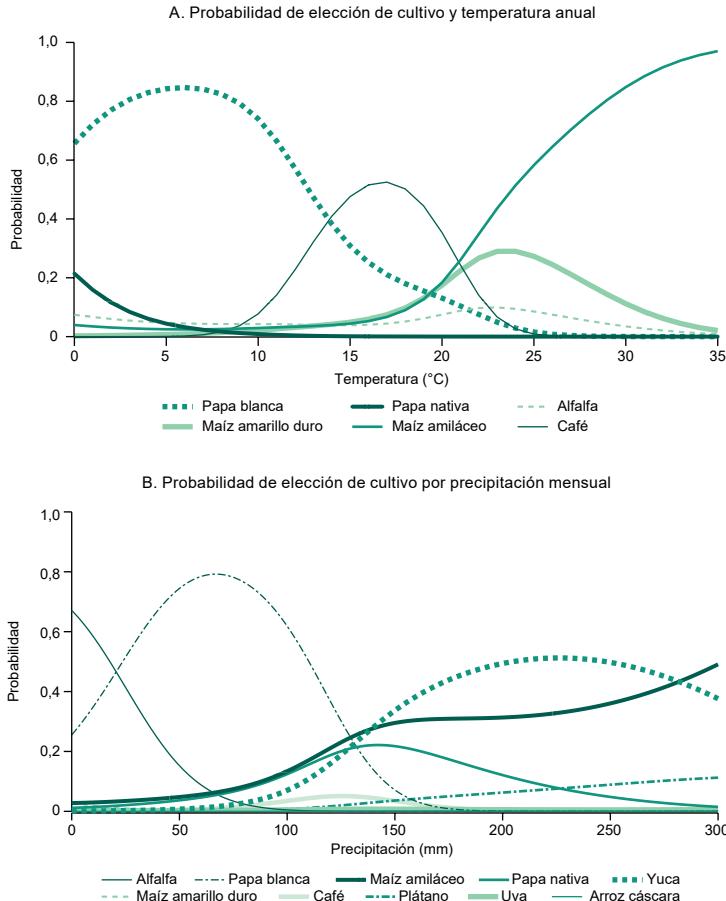
Dadas las características socioeconómicas de los productores agropecuarios, es posible determinar cómo incide el clima en la elección de los cultivos. Por lo tanto, se puede identificar la forma en que un cambio en las condiciones climáticas puede afectar la elección del cultivo por parte de los productores, además del ingreso esperado de estos, como se ilustra en el recuadro IV.4 en relación con la agricultura peruana. Esta metodología se puede aplicar a escala nacional, como si el conjunto de los agricultores que eligen cultivos diferentes según las distintas condiciones climáticas se comportaran como si fueran uno solo en todo el país. Esta aproximación permite obtener un predictor o indicador de la ruta de adaptación: mantener una diversidad de cultivos. Sin embargo, si la temperatura y la humedad siguen modificándose, el agricultor colectivo verá empobrecida esa diversidad siguiendo la capacidad adaptativa de los cultivos. Esto marcará la posible senda de adaptación.

#### **Recuadro IV.4 La adaptación en la agricultura del Perú**

Utilizando el IV Censo Nacional Agropecuario 2012 del Perú, se estimaron los efectos de la temperatura y la precipitación sobre la elección de los principales cultivos y sus ingresos esperados (Galindo, Alatorre y Reyes, 2015). La probabilidad de elección de los cultivos dentro de un rango de temperatura de entre 0 °C y 35 °C se presenta en el gráfico 1. Se aprecia que el cultivo de mayor probabilidad de elección ante bajas temperaturas es la papa blanca, seguida de la papa nativa. Al aumentar la temperatura, la elección de ambos tipos de papa decrece en favor del café, las dos variedades de maíz consideradas y, en menor medida, la alfalfa. El maíz amarillo duro es el cultivo con mayor probabilidad de elección en altas temperaturas. El resto de los cultivos muestran una baja probabilidad de elección. La Yuca tiene una tendencia similar a la de la papa blanca, decreciente frente a los aumentos de temperatura, mientras que el plátano aumenta su probabilidad de elección ante los aumentos de temperatura. El arroz y la uva tienen una probabilidad de elección prácticamente de cero. En el gráfico 1 también se muestra la forma en que cambia la probabilidad de elección dentro de un rango medio de precipitaciones de entre 0 mm y 300 mm mensuales. Un bajo nivel de precipitaciones favorece la elección de papa blanca y alfalfa. A medida que se incrementan las precipitaciones, aumenta la elección de las dos especies de maíz, amarillo duro y amiláceo, y también de Yuca y plátano. Sin embargo, solamente el maíz amiláceo y el plátano mantienen un aumento de probabilidad de elección en todo el rango considerado, mientras que el resto de los cultivos muestran un punto máximo y disminuyen posteriormente.

## Recuadro IV.4 (continuación)

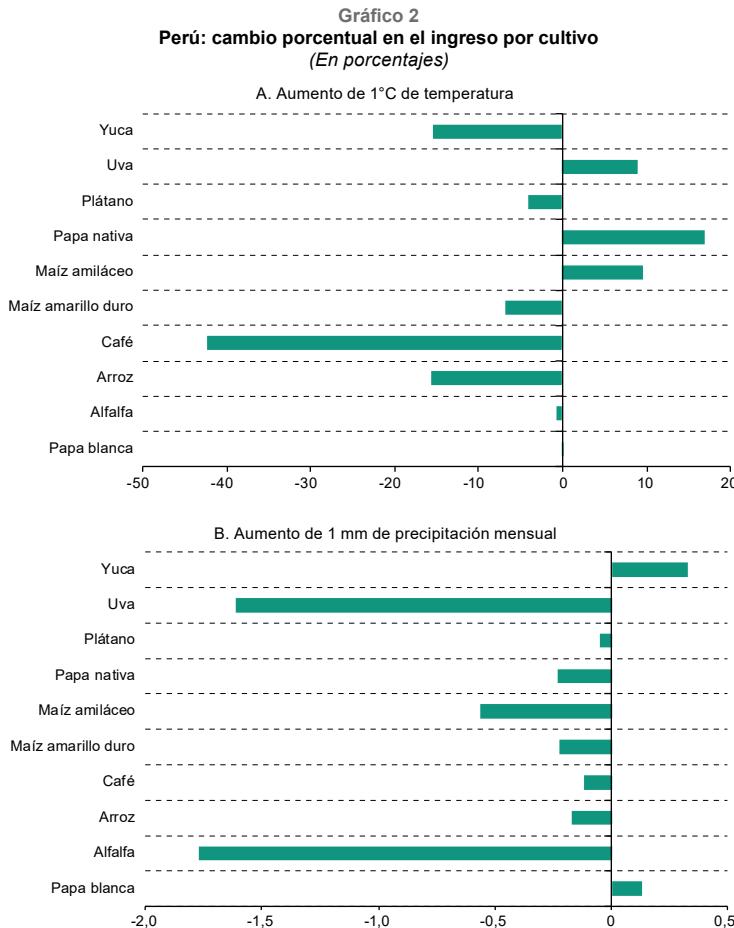
**Gráfico 1**  
**Perú: probabilidades de elección de cultivo por temperatura anual y precipitación mensual**



**Fuente:** L. Galindo, J. Alatorre y O. Reyes, "Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú", *El Trimestre Económico*, vol. 82, N° 327, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica (FCE) 2015.

En cuanto a los ingresos, los cultivos que presentan pérdidas anuales ante el aumento de 1 °C de temperatura son la alfalfa, el arroz, el café, el maíz amarillo duro, el plátano y la yuca. Un aumento del nivel de precipitación (medida en milímetros al mes) provoca pérdidas en prácticamente todos los cultivos, con excepción de la papa blanca y la yuca (véase el gráfico 2B).

## Recuadro IV.4 (conclusión)



**Fuente:** L. Galindo, J. Alatorre y O. Reyes, "Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú", *El Trimestre Económico*, vol. 82, N° 327, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica (FCE) 2015.

Al considerar los escenarios de temperatura y precipitación para 2070, decrece la probabilidad de elección de ambas especies de papa, la alfalfa, el arroz, el café, la uva y la yuca, a favor de ambas especies de maíz y del plátano. Se proyecta una caída de ingreso condicional esperado de los productores de entre un 8% y un 13%.

**Fuente:** L. Galindo, J. Alatorre y O. Reyes, "Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú", *El Trimestre Económico*, vol. 82, N° 327, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica (FCE) 2015.

Actualmente existe una amplia variedad de opciones de adaptación relacionadas con la agricultura, el sector hídrico, la salud, la biodiversidad y la protección ante los fenómenos climáticos extremos y de las zonas costeras.

Estas medidas tienen cobeneficios, como la eficiencia energética, la reducción de la contaminación del aire, la preservación de la biodiversidad y el freno a la deforestación. Sin embargo, también tienen limitaciones y encuentran obstáculos para su instrumentación. Siempre existen daños residuales e incluso irreversibles, además de opciones ineficientes de adaptación que ocasionan daños colaterales significativos.

A continuación se enumeran algunos de los factores limitantes o barreras a la planificación e implementación de las opciones de adaptación en el sector (IPCC, 2014a, 2014):

- Limitantes de conocimiento y tecnología en las zonas rurales por falta de estudios de impacto y de vulnerabilidad, o de canales de difusión de la información. También pueden ocurrir si estos existen pero son inapropiados, por la falta de estudios integrados o multidisciplinarios sobre sistemas naturales y socioeconómicos, así como por carencias en investigación sobre la capacidad adaptativa y el conocimiento indígena local.
- Limitantes físicas. La tasa y la magnitud del cambio climático y las características geográficas del entorno local pueden ser un obstáculo para la adaptación. Las acciones de adaptación en el sector agrícola pueden verse limitadas por la disponibilidad y calidad del agua, o el cambio de uso del suelo en regiones de montaña puede restringir la migración de especies vegetales a zonas de mayor altitud.
- Limitantes relacionadas con la tolerancia biológica de las especies al cambio climático. Muchas podrían presentar problemas en su capacidad adaptativa fisiológica, al verse obligadas a migrar hacia zonas más propicias a su supervivencia. A su vez, la degradación ambiental puede reducir la productividad y la capacidad de recuperación de los sistemas agrícolas.
- Limitantes económico-financieras. La dinámica de corto plazo de los sistemas económicos puede mermar la capacidad de adaptación. Si bien el desarrollo puede aliviar la falta de recursos, también puede imponer presiones sobre los recursos naturales y los ecosistemas y limitar su capacidad adaptativa. La carencia de capital también puede restringir la implementación de las medidas de adaptación.
- Recursos humanos. La falta de capital humano capacitado limita la obtención de información, la adopción y el uso de tecnologías, el liderazgo respecto de la priorización y aplicación de las políticas públicas, y las medidas de adaptación.
- Limitantes sociales y culturales. Los valores, las visiones del mundo y de las normas y los comportamientos culturales pueden influenciar la percepción del riesgo, la adopción de medidas de adaptación, la distribución de la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa en la sociedad.

- Gobernanza e institucionalidad. La falta de herramientas de coordinación es un factor limitante para abordar temas transversales y desafíos de largo plazo. Asimismo, el trabajo intersectorial y las capacidades institucionales son limitadas. Estos aspectos reducen la capacidad de enfrentar problemas ambientales que requieren coordinación (Samaniego y otros, 2017).

## F. Adaptación al cambio climático mediante las migraciones

### 1. Migración relacionada con el clima

La migración es objeto de amplias discusiones y de diferentes teorías en el mundo académico. Aunque la migración como forma de adaptación al impacto del cambio climático se menciona a menudo en la literatura relacionada con el tema, todavía es objeto de intensas discusiones (Mobjörk y otros, 2016). De acuerdo con el IPCC (2014a y 2014b), la migración es una estrategia de adaptación ampliamente utilizada como respuesta a los cambios sociales y ambientales. Los eventos climáticos extremos desplazan a corto plazo a las poblaciones debido a la pérdida del lugar de residencia o a perturbaciones económicas, si bien solo una proporción de los desplazados acaban siendo migrantes permanentes.

En el informe de Foresight: Migration and Global Environmental Change (2011) se desarrolla un marco de migración climática que se basa en teorías y estudios empíricos sobre este tema. Se hace hincapié en que el cambio climático influye en las decisiones de migración a través de los factores económicos, ambientales y, en cierta medida, políticos (por ejemplo, la caída de los salarios rurales o el aumento de los precios agrícolas).

Existen distintos patrones de migración: internacional o nacional; permanente, circular o temporal, y voluntaria o forzada. El cambio climático y la variabilidad climática parecen afectar estos patrones de diferentes maneras. Resulta evidente que el aumento del nivel del mar que hace que los espacios sean inhabitables causa una migración permanente, mientras que los fenómenos climáticos extremos entrañan más movimientos temporales dentro de la región. Los movimientos circulares parecen coincidir con la sequía. Sin embargo, los fenómenos meteorológicos extremos también pueden influir en la migración permanente. Los lugares que presentan alto riesgo de fenómenos meteorológicos extremos podrían quedar abandonados parcial o totalmente. Ello podría exacerbar los grandes movimientos migratorios que ya están teniendo lugar, en particular la migración de las zonas rurales a las urbanas (Mobjörk y otros, 2016).

La adaptación mediante la migración ilustra perfectamente la interacción entre los riesgos climáticos antes citados. También pone de relieve cómo la respuesta a uno de los riesgos puede crear condiciones de vulnerabilidad respecto a otro. Hay muchos factores que contribuyen a la migración, como la falta de seguridad en el suministro de agua, la subida del nivel del mar, la inseguridad alimentaria y los fenómenos extremos. La mayoría de las personas que se desplazan o migran por motivos relacionados con el cambio climático enfrentan a su vez dificultades de adaptación al medio urbano. A menudo terminan en zonas propensas a riesgos, al igual que los habitantes pobres de zonas urbanas. Es decir, la migración por falta de tierras arables o de agua puede conducir a una nueva situación en que el principal factor de riesgo sean los fenómenos extremos.

Los procesos de adaptación amortiguan los efectos negativos del cambio climático sobre los medios de subsistencia de la sociedad. La carencia o insuficiencia de la adaptación amenaza la seguridad alimentaria y la viabilidad de algunos asentamientos humanos. La migración se vuelve entonces una opción de adaptación *ex situ*. En este sentido, el cambio climático es un elemento potenciador de grandes disruptpciones dentro de los países y entre distintos países. Ello puede dar lugar a respuestas de seguridad nacional, como se ha evidenciado en la cuestión de los flujos migratorios magnificados por sequías prolongadas.

La resiliencia y la capacidad adaptativa reducen los factores expulsores de grandes migraciones (desaparición de los medios de subsistencia, desabastecimiento de alimentos y aumento del nivel del mar). En esta sección se presenta la relación de los potenciales efectos del cambio climático sobre la migración y las respuestas con enfoque de seguridad nacional que están bajo consideración.

#### **a) Preocupaciones de seguridad nacional frente a la migración y las disputas por recursos**

Desde principios de la década de 2000, existe un creciente interés por parte de investigadores y formuladores de políticas respecto al impacto del cambio climático en la seguridad (Mobjörk y otros, 2016)<sup>11</sup>. En 2007, el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-moon, afirmaba en un artículo que el origen del conflicto de Darfur (con 200.000 muertos y millones de desplazados) se encontraba en una crisis ecológica provocada, en

<sup>11</sup> En su resolución núm. 66/290 (A/RES/66/290), la Asamblea General de las Naciones Unidas (2012, pág. 1) “conviene en que la seguridad humana es un enfoque que ayuda a los Estados Miembros a determinar y superar las dificultades generalizadas e intersectoriales que afectan a la supervivencia, los medios de subsistencia y la dignidad de sus ciudadanos. Sobre esta base, el entendimiento común con respecto al concepto de seguridad humana engloba [...] el derecho de las personas a vivir en libertad y con dignidad, libres de la pobreza y la desesperación. Todas las personas, en particular las vulnerables, tienen derecho a vivir libres del temor y la miseria, a disponer de iguales oportunidades para disfrutar de todos sus derechos y a desarrollar plenamente su potencial humano”.

parte, por el cambio climático<sup>12</sup>. Algunos expertos opinan que las revueltas que han tenido lugar en el Oriente Medio y el Magreb también estuvieron relacionadas, en su origen, con el cambio climático (IEEE, 2016), un período de sequía y el fracaso de la agricultura en esos años.

La CEPAL considera que hay una relación entre la migración desde Centroamérica, particularmente desde el corredor seco del norte, desde Guatemala hasta Honduras, y la desecación a largo plazo de esa zona, agravada por el cambio climático en curso. Este fenómeno ha tomado un giro político a raíz del enfrentamiento del Presidente de los Estados Unidos con el Gobierno de México en relación con el cierre de la frontera estadounidense y las acciones diplomáticas y comerciales de 2019 encaminadas a frenar la migración mediante la presión sobre los países involucrados. La CEPAL, junto con los Gobiernos de esos cuatro países, está impulsando un programa de desarrollo que permita la dinamización económica y la adaptación eficiente al cambio climático con un enfoque de seguridad humana. Es decir, con un enfoque de desarrollo, y no de seguridad nacional, en todo el ciclo migratorio: inicio, tránsito y retorno (Bárcena, 2019).

El enfoque que relaciona la seguridad nacional con el cambio climático es analizado por círculos militares y organismos de seguridad en los Estados Unidos. La comunidad de inteligencia estadounidense presentó en enero de 2019 un documento titulado *Statement for the Record: Worldwide Threat Assessment of the US Intelligence Community*. En esta evaluación, los organismos de inteligencia declaran que el cambio climático es una amenaza urgente y creciente para la seguridad nacional y que contribuye al aumento de los desastres naturales, los flujos de refugiados y los conflictos por los recursos básicos, como los alimentos y el agua<sup>13</sup>. Añaden que estos efectos ya están ocurriendo y se proyecta que su alcance, escala e intensidad aumentarán con el tiempo (Coats, 2019). La insuficiencia en la adaptación *in situ* es parte del trasfondo de estos juicios y tiene el potencial de afectar a grandes poblaciones que buscan alternativas *ex situ*, así como de provocar situaciones de conflicto cuyas implicaciones afectan la seguridad política o militar.

<sup>12</sup> En el caso de Darfur, los aspectos ambientales que contribuyeron a la crisis fueron la desertificación y la sequía, lo que obligó a las naciones o pueblos que vivían allí a desplazarse hacia otras zonas donde su ganado pudiera pastar, con los consiguientes enfrentamientos étnicos por la tenencia o explotación de las tierras. Las revueltas árabes están asociadas en su dimensión climática al aumento de los precios de productos básicos como consecuencia de largas sequías.

<sup>13</sup> Los fenómenos extremos no son sinónimo de desastres naturales. Hay laxitud en la denominación, pues un fenómeno extremo puede dar lugar a desastres humanos por insuficiencias variadas que impiden prevenir el daño. Puede tratarse de insuficiencias “duras”, como las brechas de inversión, o “blandas”, como la baja valoración de las poblaciones en riesgo. En ocasiones, incluso son consecuencia de las estrategias financieras de los gobiernos locales, que desatienden la inversión en prevención y se concentran en acciones de rehabilitación, que confían serán costeadas por otros niveles de gobierno (u otros gobiernos, a través de la asistencia internacional) como parte de la reacción ante una emergencia humanitaria. Un incentivo negativo para externalizar el costo de la adaptación es que se estima una baja probabilidad de ocurrencia de un fenómeno extremo, lo que induce a la postergación de la prevención. A esto se añade la percepción de que el rédito político de la prevención es más bajo que el de la rehabilitación después de una emergencia.

El Foro Económico Mundial también incluye el cambio climático como riesgo global en *The Global Risks Report 2019*. En Naciones Unidas (2009) se analiza con más profundidad la relación entre cambio climático y seguridad. Se establecen cinco vías por las que el cambio climático podría afectar a la seguridad, todas ellas con un trasfondo de insuficiencia adaptativa:

- i) vulnerabilidad: el cambio climático amenaza la seguridad alimentaria y la salud humana, y aumenta el grado de exposición de los seres humanos a fenómenos extremos;
- ii) desarrollo: si el cambio climático desacelera o revierte el desarrollo, la vulnerabilidad aumentaría y la capacidad de los Estados para mantener la estabilidad podría verse menoscabada;
- iii) reacciones: se producen migraciones como forma de adaptación;
- iv) apatridia: la pérdida del territorio de un Estado y de su condición de tal y la afectación de los derechos de las personas, y
- v) conflictos internacionales: estos pueden surgir si el cambio climático menoscaba recursos internacionales compartidos o no delimitados, lo que puede repercutir en la cooperación internacional.

En Naciones Unidas (2009), el cambio climático se percibe como un “multiplicador de amenazas” que exacerba las vulnerabilidades derivadas de la pobreza persistente. También hace que aumente la debilidad de las instituciones encargadas de la ordenación de los recursos y de la solución de los conflictos. Esta idea del cambio climático como multiplicador de amenazas y no como causa directa de conflictos es ampliamente aceptada. Desde este punto de vista, la forma en que el cambio climático incide en los riesgos de seguridad (incluso los conflictos violentos) depende de la capacidad que tengan las sociedades para enfrentar los cambios, es decir, para adaptarse.

Las vulnerabilidades existentes, las estructuras de gobierno y la capacidad de adaptación son factores críticos que influyen en los riesgos asociados a las amenazas aumentadas del cambio climático. Un mismo fenómeno tendrá impactos y consecuencias distintas en función de las condiciones institucionales y sociales reinantes. Por tanto, aunque no es inevitable que el cambio climático afecte a la seguridad, sí aumenta el riesgo de inseguridad (Mobjörk y otros, 2016).

La inseguridad humana casi nunca tiene causas únicas, sino que surge de la interacción de múltiples factores. Según el IPCC (2014a y 2014b), la seguridad humana se verá amenazada progresivamente a medida que cambie el clima, pues compromete los medios de vida, la cultura y la identidad, da lugar a movimientos migratorios e incrementa el riesgo de conflictos violentos (Adger y otros, 2014).

En su análisis sobre los riesgos de seguridad relacionados con el cambio climático, el Instituto Internacional de Estocolmo para la Investigación de la

Paz (SIPRI) (Mobjörk y otros, 2016) enumera seis áreas temáticas en que el cambio climático puede plantear riesgos para la seguridad: i) la seguridad del agua; ii) la seguridad alimentaria; iii) el aumento del nivel del mar y la degradación costera; iv) los fenómenos climáticos extremos y desastres relacionados con el clima; v) la migración relacionada con el clima, y vi) los conflictos violentos. Estos riesgos para la seguridad interactúan entre sí (por ejemplo, la escasez de agua puede afectar a la seguridad alimentaria o provocar migraciones), por lo que la búsqueda de soluciones a estas amenazas requiere un enfoque integrado.

**b) Esferas de adaptación prioritarias para la seguridad alimentaria e hídrica**

Ya se ha indicado que la región espera cambios en la frecuencia y variabilidad de las olas de calor, las sequías y las inundaciones. Junto con una débil gobernanza, estos factores aumentan la inseguridad hídrica y alimentaria, como en todo el mundo. Ello aumenta el riesgo de disturbios sociales, migración y tensión entre países. América Latina y el Caribe cuenta con una alta disponibilidad media de recursos hídricos, aunque están distribuidos de manera heterogénea entre los distintos países. Las zonas de la región que pueden verse más afectadas por la tensión hídrica son México, el Caribe y Centroamérica, pues serán más secas. Las ciudades andinas sufrirán estrés hídrico y América del Sur estará más expuesta a inundaciones (CEPAL, 2018a). El caso de los países andinos se cita como una de las zonas a escala mundial en que el abastecimiento de agua potable suscita mayor preocupación, debido a la dependencia de los glaciares y el agua proveniente de la nieve acumulada en las montañas. En la región andina, el derretimiento de los glaciares y las cumbres nevadas puede generar tensiones, descontento social y riesgos migratorios y de seguridad. La creciente escasez hídrica pondrá en riesgo la producción agrícola y la generación de energía, factores todos que podrían hacer que las personas decidan abandonar sus hogares y emigrar. El informe del IPCC sostiene que la región es especialmente vulnerable debido a su frágil ecosistema (Werz y Conley, 2012).

En este aspecto, la adaptación tiene que ver con todas las dimensiones señaladas en las secciones precedentes y en el capítulo relativo a la agricultura. Por ejemplo, podrían crearse depósitos de agua donde antes había nieve, y reservas de agua dulce a partir de las inundaciones y los huracanes. También podrían aplicarse tecnologías de condensación del agua atmosférica en las zonas con estrés para el consumo humano, procedimientos de reciclaje del agua disponible y, en otros casos, cambios de prioridades respecto del crecimiento de asentamientos humanos en zonas de oferta hídrica incierta.

La reducción de la productividad podría comprometer la seguridad alimentaria en zonas muy pobres que presentan gran dependencia de la agricultura, como el noreste del Brasil, las zonas andinas y Centroamérica

(sobre todo el Corredor Seco). El aumento de la volatilidad de los precios de los alimentos puede tener graves repercusiones en los países dependientes de las importaciones y el encarecimiento de los alimentos básicos puede hacer que aumente el riesgo de conflicto (Mobjörk y otros, 2016).

## **2. Algunas estimaciones sobre migración en América Latina y el Caribe y su relación con el cambio climático**

El informe del Secretario General mencionado contiene estimaciones del número de personas que podrían migrar como resultado del cambio climático. Dichas estimaciones tienen un rango muy amplio y se consideran sumamente inciertas. Las predicciones del número de personas que pueden tener que migrar para 2050 debido al cambio climático y la degradación del medio ambiente varían entre 50 millones y 350 millones.

Según las conclusiones de un reciente informe del Banco Mundial (2018) sobre migraciones internas (*Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*), el impacto del cambio climático en tres regiones densamente pobladas del mundo podría hacer que, para 2050, más de 140 millones de personas se reubiquen dentro de las fronteras de sus países<sup>14</sup>. Entre esas regiones cabe mencionar México y Centroamérica, donde se plantean tres escenarios (uno más optimista, otro pesimista y otro con desarrollo inclusivo). Según el escenario de que se trate, el rango varía desde 200.000 hasta 3,9 millones de migrantes en 2050, con promedios de entre 1,4 millones y 2,1 millones. En el escenario más pesimista (3,9 millones para 2050), los migrantes climáticos representan aproximadamente el 1% de la población para 2050. Otro resultado del estudio es que las proyecciones de migrantes climáticos como parte de otras migraciones internas aumentarán de entre un 6,3% y un 8,9% en 2020 a entre un 8,5% y un 12,6% en 2050.

### **a) Inseguridad asociada a las políticas contra el cambio climático**

Distintas investigaciones muestran que la mitigación del cambio climático y las acciones de adaptación pueden aumentar la vulnerabilidad en ciertas poblaciones. En el informe del IPCC antes citado se menciona la importancia de la distribución de los recursos en los conflictos. Según esta visión, en circunstancias en que los derechos de propiedad y las instituciones de gestión de conflictos son ineficaces o ilegítimos, los esfuerzos de mitigación o adaptación al clima que impliquen cambiar la distribución del acceso a los recursos tienen el potencial de crear y agravar conflictos.

También se mencionan estudios de casos concretos, como el vínculo entre el aumento del precio de algunos alimentos y la expansión de las tierras

<sup>14</sup> El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2009) estima que había 740 millones de migrantes internos a nivel mundial al comienzo del nuevo milenio, tres veces el número de migrantes internacionales.

dedicadas a la producción de biocombustibles, o las dificultades que pueden surgir en proyectos de pago por servicios ambientales (como reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo (REDD)). En determinadas circunstancias, estos factores tienen el potencial de estimular los conflictos sobre recursos y derechos de propiedad.

La cuestión de los conflictos y el cambio climático quizá sea la más debatida en las reflexiones. Según el IPCC (2014a y 2014b), existe poco consenso sobre una relación directa entre el cambio climático y los conflictos violentos, aunque hay acuerdo sobre la existencia de vínculos indirectos (al principio se mencionaron los casos de Darfur y la Primavera Árabe). Como se señaló, se reconoce el cambio climático como un multiplicador de amenazas que exacerbaba las tendencias, las tensiones y la inestabilidad existentes (pobreza, divisiones étnicas o religiosas, competencia por los recursos e instituciones débiles).

## G. Reflexiones de cierre

En cuanto a América Latina y el Caribe, y con relación a los procesos de adaptación, Magrin (2015, pág. 9) reconoce:

los países de la región han avanzado en la incorporación de la protección ambiental en los procesos de toma de decisiones, en particular en términos de las instituciones ambientales y la legislación, pero todavía hay dificultades para incorporar eficazmente los temas ambientales en las políticas públicas pertinentes. Uno de los principales desafíos de la agenda climática [...] será lograr la articulación entre las políticas climáticas y las políticas de desarrollo, ordenamiento territorial y sectoriales.

Al momento existen varias leyes asociadas al tema climático, aunque con grandes dificultades para su real implementación y seguimiento. En varios países se observan contradicciones notables entre las políticas de regulación del uso del suelo y los incentivos para aumentar la productividad.

Y añade:

El gran proceso de cambio que está atravesando la región requiere de políticas e intervenciones planificadas, coherentes, no contradictorias, y acorde a los objetivos de desarrollo. Es importante lograr una visión holística de la problemática aprovechando las capacidades desarrolladas para otros objetivos (como la gestión del riesgo de desastre), conectando el tema climático con las acciones de desarrollo, y promoviendo un ordenamiento ambiental y planificado del uso del territorio. En este sentido los gobiernos y las instituciones eficaces cumplen un rol clave para facilitar la planificación e implementación y representan la principal oportunidad o restricción para la adaptación. Es preciso que los gobiernos se informen adecuadamente, evalúen la

conveniencia de las intervenciones, y decidan por sí mismos (según el contexto específico de cada situación particular) evitando las presiones y alternativas de difusión masiva para los países en desarrollo que generan resistencia, desconfianza y desaceleran las acciones. En todos los casos es importante estudiar y entender adecuadamente las interacciones y las limitantes de la relación cambio climático-desarrollo ya que las decisiones y acciones de los gobiernos suelen ser amplias y abarcar más de un objetivo, entre ellos el cambio climático. (Magrin, 2015, pág. 9).

Algunos temas clave desde el punto de vista de la adaptación requieren decisiones normativas básicas en el funcionamiento de los gobiernos. Por ejemplo, sería conveniente transformar la información regional sobre los efectos esperados del cambio climático en mecanismos que modifiquen los incentivos o reglas que rigen la inversión. En este sentido, vale la pena señalar el potencial que ofrece la oficialización de esa información como base de la acción pública, la adecuación de los procesos de licenciamiento y de evaluación del impacto asociado a esos licenciamientos, la actualización de los instrumentos de planificación del uso del territorio y la inclusión de normas de resiliencia aplicables a la operación de infraestructuras críticas que permitan internalizar el costo de mantener su funcionalidad en los momentos críticos. Uno de los avances de las negociaciones internacionales ha consistido en poner a disposición de los países, junto con esfuerzos nacionales, información relevante y fondos adicionales para acelerar la adaptación al cambio climático.

La adaptación al cambio climático gradual permite imaginar dos escenarios extremos que se combinan de manera heterogénea. Por una parte, es posible que la adaptación no evite todos los daños y pérdidas que podría acarrear el cúmulo de cambios, deficiencias en las respuestas y limitaciones que se han reseñado. Por otra, podría ocurrir que la adaptación se tome como una misión que se adelante con suficiencia y oportunidad a las amenazas, y que logre moderar el riesgo y no solo disminuir la vulnerabilidad, sino incluso tomar bríos para invertir en infraestructura y cerrar brechas derivadas del pasado estilo de desarrollo. Por último, si el cambio climático no es gradual y se cruzan umbrales que den paso a cambios abruptos y ciclos de autorreforzamiento, las medidas de adaptación examinadas en este capítulo serán claramente insuficientes y los efectos serán ineludibles.

## Anexo IV.A1

### Proyectos de adaptación en los países de América Latina y el Caribe<sup>15</sup>

#### 1. Ejemplos de proyectos de adaptación

##### a) Proyectos financiados por el programa EUROCLIMA+

- Gestión del riesgo climático regional y local en el Brasil y la Argentina. Con este proyecto se busca contribuir a la resiliencia climática en el área de intervención, reduciendo el riesgo de desastres asociados a inundaciones y sequías, haciendo hincapié en las poblaciones vulnerables del Consorcio Intermunicipal de la Región Oeste Metropolitana de São Paulo (CIOESTE) en el Brasil, y en el municipio argentino de Córdoba. Partiendo de estudios de modelización y análisis de costos de las amenazas climáticas, se identificarán las poblaciones prioritarias de intervención y se implementarán planes de adaptación y de gestión de las principales amenazas climáticas. Estas iniciativas contarán con la participación de dichas poblaciones vulnerables en los diagnósticos, en la búsqueda de soluciones y en las actividades de difusión y capacitación. El proyecto es liderado por el CIOESTE.
- Diseño e implementación inicial del Sistema de Información sobre Sequías para el Sur de Sudamérica (SISA), que proveerá herramientas e información a gobiernos, instituciones no gubernamentales y privadas e individuos, en materia de monitoreo, predicción, preparación y mitigación de impacto. Los países participantes son la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), el Brasil, Chile, el Paraguay y el Uruguay. La información sobre sequías se complementa con mejoras de las capacidades institucionales regionales, la planificación y preparación, y la gobernanza de la gestión de riesgos, así como la reducción de los efectos económicos, sociales y ambientales de la sequía sobre la producción agropecuaria, la generación hidroeléctrica y la navegación fluvial en la parte meridional de América del Sur. La entidad líder es el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la República Argentina, en representación del Centro Regional del Clima para el sur de América del Sur (CRC-SAS).
- Proyecto binacional para la reducción de la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida, frente a amenazas de sequía e inundaciones, en territorios fronterizos del Ecuador y el Perú. El objetivo del proyecto es reducir la vulnerabilidad de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira mediante el fortalecimiento de

<sup>15</sup> Este anexo se basa en Magrin (2015).

la institucionalidad pública en materia de gestión del riesgo y la preparación de la población civil fronteriza. El proyecto fortalece la institucionalidad binacional mediante la implementación de herramientas técnico-legales que permitan a los gobiernos locales fronterizos mejorar la gobernabilidad y la política pública respecto de la reducción de riesgos de desastres ante sequías e inundaciones. También se busca fortalecer a las comunidades fronterizas vulnerables y prepararlas para la reducción de riesgos ante fenómenos naturales de sequías, inundaciones e incendios forestales. Otro objetivo es impulsar el funcionamiento del sistema de alerta temprana de inundaciones y dotarlo de tecnología de información de uso masivo, en tres sitios de mayor incidencia en inundaciones y sequías en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. La entidad líder es el gobierno regional de Piura (Perú). Entre sus socios cabe mencionar el gobierno provincial de Loja (Ecuador) y el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias del Ecuador (antes Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos), la provincia de Viterbo (Italia), el departamento de Meurthe y Mosela (Francia), el departamento de Aude (Francia) y el Observatorio de Cambios Climáticos en América Latina (LOCAL) (Francia). Tiene como organismo de ejecución la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

- Fortalecimiento de los sistemas nacionales y regional de monitoreo y gestión de riesgos de sequía e inundaciones y desertificación en los países andinos. Su objetivo es reducir el impacto social y económico asociado a las inundaciones y sequías mediante el fortalecimiento de capacidades y la articulación de las instituciones regionales, nacionales y locales involucradas en la gestión del riesgo de sequías e inundaciones en los países del oeste de América del Sur. El proyecto contribuye a la creación de sistemas locales de información, de alerta temprana y de mitigación de los efectos de las sequías e inundaciones. Participan Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia, el Ecuador, el Perú y Venezuela (República Bolivariana de). Lo lidera el Centro Internacional para la Investigación del fenómeno de El Niño (CIIFEN), asociado con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) del Viceministerio de Defensa Civil del Estado Plurinacional de Bolivia; la Dirección Meteorológica, la Corporación Nacional de Riego, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de Chile. En el caso de Colombia, participa el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM); en el del Ecuador, el Ministerio del Ambiente, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y la Secretaría de Gestión de Riesgos; en el del Perú, el Ministerio del Ambiente, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y el Centro

Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), y en el de la República Bolivariana de Venezuela, el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). El organismo de ejecución del proyecto es la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

- Información, gobernanza y acción para la reducción del riesgo de sequías en el Perú y el Estado Plurinacional de Bolivia en un contexto de cambio climático. El proyecto apunta a incrementar la capacidad de prevención, preparación y respuesta frente al cambio climático de entidades públicas, actores sociales y poblaciones del altiplano peruano-boliviano, mediante el diálogo entre los servicios hidrometeorológicos nacionales y los usuarios vinculados al sector agropecuario. La entidad que lidera el proyecto es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) del Estado Plurinacional de Bolivia, asociado con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) del Perú, HELVETAS Swiss Intercooperation (programas para el Estado Plurinacional de Bolivia y el Perú), el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES) del Perú y otras instituciones del Estado peruano y boliviano. El organismo de ejecución es la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).
- Aumento de Capacidades para la Reducción del Riesgo de Desastres por Inundaciones y Sequía y Fomento de la Resiliencia en Centroamérica. El proyecto tiene un enfoque regional e inclusivo en beneficio de la población centroamericana. Apunta a crear y mejorar instrumentos de gobernanza para la gestión del riesgo y el incremento de la resiliencia ante inundaciones y sequías a nivel de la región del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Abarca Costa Rica, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana. La entidad líder es la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), asociada con el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), el Comité Regional de Recursos Hídricos (CRRH) y la Asociación Mundial para el Agua en Centroamérica. El organismo de ejecución es la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).
- Reducción del riesgo de desastres y adaptación a los efectos del cambio climático ante los peligros de inundaciones y sequías en el centro-norte de Cuba afectado por el huracán Irma. El proyecto fortalece la capacidad de gestión integral para la preparación, respuesta, prevención y adaptación ante los riesgos de inundaciones y sequías. Es inclusivo y sensible al género. Fortalece el sistema de vigilancia y monitoreo del sistema de alerta temprana (SAT)

hidrometeorológico para los casos de sequía e inundaciones. Se pretende promover la integración de las agendas de reducción de riesgo de desastre y adaptación al cambio climático desde las instancias nacionales hasta las locales, incidiendo en el territorio con un pilotaje del modelo de gestión de sistema de alerta temprana y gestión integral del agua. La entidad líder es el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y los socios del proyecto son el Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH), el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EMNDC), el Instituto de Meteorología (INSMET), el Grupo Nacional de los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente (AMA), y los Consejos de la Administración Provincial (CAP) de los gobiernos de Ciego de Ávila y Camagüey. El organismo de ejecución es la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD).

**b) Proyectos relativos a la adaptación basada en ecosistemas**

- Agricultura y recursos hídricos en los Andes de Colombia, el Ecuador y el Perú. Es un proyecto orientado a las regiones andinas de Colombia, el Ecuador y el Perú (CIAT, 2014a y 2014b), para reducir la vulnerabilidad de la agricultura y los recursos hídricos. Sus objetivos son:
  - Conservar y restaurar las partes altas de las cuencas hidrográficas con el fin de preservar el poder regulatorio (aumentar el tiempo de retención del agua en el suelo y regular los niveles de escorrentía, a fin de evitar las crecientes y aumentar los flujos de retorno para incrementar los caudales en los períodos de estiaje).
  - Fomentar la agricultura de conservación en la parte alta y media de las cuencas (con el fin de mejorar la capacidad de retención hídrica del suelo, disminuir la erosión y reducir la contaminación de las fuentes de agua).
  - Fomentar las prácticas tradicionales y ancestrales en la agricultura familiar, sobre todo las que aporten a la resiliencia (variedades criollas y especies nativas tolerantes a las condiciones climáticas), así como las prácticas de manejo que no afecten el suelo y promuevan las rotaciones y el aprovechamiento de nutrientes. También se propone considerar sistemas agroforestales para algunos cultivos (por ejemplo, maíz, café y frijol) con el fin de moderar los incrementos de temperatura.
- i) Sustitución de la tala y quema en la agroforestería en Centroamérica: desde el año 2000, la FAO ha puesto en marcha programas especiales de seguridad alimentaria junto con los Gobiernos de Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador, entre otros. Se comparten prácticas, experiencias y resultados en sistemas agroforestales en la subregión y se sustituye el tradicional sistema de tala y quema,

sobre todo en las pendientes. Los sistemas agroforestales son más eficientes y resilientes, ya que reducen la superficie de terreno necesaria para la manutención de la familia, aumentan la variedad de la producción, permiten sostener el nivel de rendimiento a lo largo del tiempo, aumentan la productividad del trabajo y el capital, reducen los costos de fertilización e impulsan el desarrollo de mercados locales (FAO, 2015).

- Sistema silvopastoril en Cuba: en Cuba, el sistema silvopastoril compuesto por *Leucaena* (en baja densidad: 595 árboles/ha) y *Panicum maximum* aumenta la disponibilidad y el valor nutritivo del forraje con relación al monocultivo y se pueden alcanzar ganancias superiores a los 500 g por animal al día sin suplementación. Para la producción de leche, un sistema con varias gramíneas y leguminosas herbáceas asociadas a la *Leucaena* en alta densidad (25.000 árboles/ha) incrementó notablemente la disponibilidad de materia seca y la producción en relación con el monocultivo. También se ha encontrado que la macrofauna del suelo y el secuestro de carbono son significativamente superiores en sistemas silvopastoriles (Milera, 2013).
- Proyecto Café y Agricultura de Subsistencia en Centroamérica y la Adaptación Basada en Ecosistemas (CASCADA), liderado por Conservation International y CATIE con la colaboración del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) y Bioversity International, para la adaptación al cambio climático de los sistemas productivos de los pequeños agricultores y el desarrollo de capacidad en comunidades de Costa Rica, Honduras y Guatemala. Véase [en línea] <http://www.conservation.org/projects/Pages/sobre-cascada.aspx>.
- Proyecto EcoAdapt para investigación y acción en tres bosques modelo (Jujuy en la Argentina, Chiquitano en el Estado Plurinacional de Bolivia y Araucarias de Alto Malleco en Chile) para que la gestión del agua contribuya al desarrollo local y reduzca la vulnerabilidad de las poblaciones al cambio climático. El proyecto se basa en el fortalecimiento de capacidades, el intercambio de conocimientos, la prevención y atenuación de conflictos, y la promoción del trabajo conjunto con actores clave locales y nacionales.
- CRISTAL (Herramienta para la Identificación Comunitaria de Riesgos, Adaptación y Medios de Vida), es una herramienta de evaluación para ayudar a los planificadores y administradores de proyectos a integrar la reducción del riesgo y la adaptación al cambio climático en proyectos comunitarios. Se ha aplicado en Bolivia (Estado Plurinacional de), Costa Rica, el Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, la República Dominicana y el Perú. Según los usuarios, la herramienta ayuda a las comunidades

locales a identificar medidas de adaptación relacionadas con el clima y el género que respetan las tradiciones locales y culturales. Véase [en línea] <http://www.iisd.org/cristaltool>.

- La Metodología de Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática (CVCA), desarrollada por CARE International, analiza la vulnerabilidad al cambio climático y la capacidad adaptativa comunitaria. Combina el conocimiento comunitario con información científica para un mayor entendimiento del impacto local del cambio climático. Esta metodología se utiliza en el Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA). Estudio de caso de CARE International: aplicación de la Metodología de Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática (CVCA) en el Ecuador, el Perú y el Estado Plurinacional de Bolivia. Véase [en línea] [http://www.careclimatechange.org/files/adaptation/PRAA\\_CVCA\\_CS\\_0711\\_Spanish.pdf](http://www.careclimatechange.org/files/adaptation/PRAA_CVCA_CS_0711_Spanish.pdf).
- Plan de Acción para la Prevención y el combate de la deforestación en la Amazonía legal y sus políticas para controlar la deforestación ilegal, y establecimiento y refuerzo de las áreas protegidas. Al 2015 las áreas protegidas (territorios indígenas, áreas estrictamente protegidas, y áreas con manejo sostenible) cubrían el 54% de la selva remanente en el Amazonas (Soares-Filho y otros, 2010). Las tasas de deforestación, que habían alcanzado uno de sus mayores niveles en 2004 (27.772 km<sup>2</sup>), comenzaron a declinar lentamente hasta llegar a 4.571 km<sup>2</sup> en 2012 y 5.891 km<sup>2</sup> en 2013. La expansión de la red de áreas protegidas es un paradigma de conservación centrado en mantener la biodiversidad y dejar grandes bloques de bosques que actúan como “barreras verdes” a la deforestación. Estas áreas permiten, además, sostener los medios de vida tradicionales y mantener el equilibrio clima-vegetación y los regímenes hidrológicos, además de ayudar a la prevención de los incendios forestales. La expansión del modelo precisa de recursos financieros oportunos para seguir ofreciendo protección a las regiones que se encuentran bajo amenaza inmediata. También se requieren iniciativas de conservación dirigidas a los propietarios de las tierras privadas como:
  - i) el fomento de mercados agrícolas y forestales de forma que se tengan en cuenta las condiciones ambientales y sociales;
  - ii) el ordenamiento del uso del territorio para prevenir la expansión de la agroindustria y la ganadería;
  - iii) la intensificación del monitoreo y las capacidades de los organismos del gobierno, e
  - iv) incentivos económicos y técnicos que ayuden a cumplir el código forestal del país (Soares-Filho y otros, 2010).

El Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) implementó varios proyectos en el área de desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas mediante la ABE y el pago por servicios ecosistémicos (véase el cuadro IV.A1.1).

Cuadro IV.A1.1

**Proyectos del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED): desarrollo sostenible, cambio global y ecosistemas, 2014-2016**

Proyecto	Objetivo	Países
Red Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio climático (REBICAMCL) (2015)	Modelizar los efectos del cambio climático sobre la producción de alimentos y proponer medidas de adaptación que incrementen la seguridad alimentaria local, regional y mundial.	Colombia, Costa Rica, Cuba, España, Honduras, México
Red VESPLAN (Vulnerabilidad, Servicios ecosistémicos y Planeamiento del Territorio Rural) (2016)	Contribuir al intercambio de experiencias sobre evaluación integral de servicios ecosistémicos, incluida su cuantificación, modelado, valoración y mapeo, así como su vulnerabilidad.	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, Guatemala, México, Paraguay
Red de CYTED para el monitoreo del estado de la conservación y recuperación de bosques húmedos y secos en Latinoamérica en el contexto de la deforestación evitada (IBERO_RED+ ) (2015)	Propiciar la cooperación entre especialistas para el intercambio de experiencias y la transferencia de conocimientos sobre la conservación y recuperación de bosques iberoamericanos húmedos y secos, como instrumento para la captación de carbono en el contexto del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) del Banco Mundial, el programa REDD+ (reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal y función de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo) de las Naciones Unidas y otros programas afines.	Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay
Infraestructura Iberoamericana de Información sobre Biodiversidad (I3B) (2015)	Fortalecer las capacidades de la región en el estudio de su biodiversidad, y en la conservación y gestión del medio ambiente, mediante el acceso en línea a la información sobre biodiversidad.	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, México, Nicaragua, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de)
Sustentabilidad y Resiliencia de Sistemas Humanos y Naturales Acoplados en Casos Relevantes de América del Sur	Desarrollar el conocimiento científico de los mecanismos implicados en los sistemas naturales y humanos acoplados que condicionan la sostenibilidad de largo plazo de los servicios ecosistémicos.	Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Canadá, Chile, España, Estados Unidos, Países Bajos, Suecia, Uruguay

Cuadro IV.A1.1 (conclusión)

Proyecto	Objetivo	Países
Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados (RESECODE) (2014)	Desarrollar herramientas metodológicas novedosas, experiencias innovadoras de gestión ambiental y conocimientos científicos relevantes para la evaluación integral, el monitoreo y la restauración de ecosistemas degradados; homogeneizar el nivel de conocimientos de los ecosistemas degradados y uniformar criterios de evaluación y análisis a fin de facilitar la comparación entre ecosistemas funcionalmente diferentes; transferir los resultados alcanzados al sector productivo, los órganos de gestión, los gobiernos y los organismos regionales a fin de perfeccionar las políticas, estrategias, metodologías y programas dirigidos al mejoramiento y uso sostenible de los bienes y servicios que brindan estos ecosistemas a los sistemas humanos.	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, Panamá, Portugal, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de)
Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES) (2015)	Promover el intercambio de conocimientos científicos relacionados con el área de agroecología, cambio climático y resiliencia, y capacitar a una masa crítica de profesionales y técnicos, abrir líneas de investigación y extensión en institutos de investigación y universidades.	Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, España, México, Perú
Red de Adaptación al Cambio Climático y los Ecosistemas como Estrategia de Adaptación (RACC) (2014)	Conformar una red de adaptación al cambio climático que contribuya al entendimiento y manejo de los ecosistemas, como una estrategia de adaptación en la región latinoamericana, que es especialmente sensible a los efectos del cambio climático.	Argentina, Chile, Colombia, Nicaragua, Panamá, Perú

Fuente: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

### c) Ejemplos de proyectos de pagos por servicios ambientales

El Programa de Pago por Servicios Ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) de Costa Rica fue establecido en 1997 y es el más antiguo en América Latina y el Caribe. Los productores reciben pagos por usos específicos de la tierra, entre los que se incluyen bosques naturales, áreas de regeneración natural y plantaciones forestales. Para ello deben inscribir un plan de manejo sostenible de bosques y firmar un contrato con el FONAFIFO. Los pagos se reciben anualmente, previa verificación del cumplimiento del plan, y los contratos tienen una duración de cinco años, con posibilidad de renovarse por otro período. Los montos de pago son establecidos de manera anual. Por lo general se introducen ajustes por inflación sobre los montos del año anterior (Magrin, 2015). El pago por servicios ecosistémicos es reconocido por área y número de árboles según la modalidad, y los montos vigentes para los contratos de 2019 fueron los siguientes<sup>16</sup>:

<sup>16</sup> Véase Oficina Nacional Forestal (ONF), “Monto por modalidad”, 2018 [en línea] <http://www.onfcr.org/article/monto-por-actividad/>.

- **Reforestación con especies de rápido crecimiento:** 699.024 colones por hectárea, distribuidos en los primeros cinco años y con vigencia del contrato de diez años<sup>17</sup>. Desde 1 hasta 300 ha, con las especies *Gmelina arborea*, *Acacia mangium*, *Vochysia guatemalensis* y *Vochysia hondurensis*.
- **Reforestación con especies de mediano crecimiento:** 788.166 colones por hectárea, distribuidos en los primeros 5 años, con vigencia del contrato de 16 años, desde 1 hasta 300 ha, con las especies *Tectona grandis*, *Pinus sp*, *Cordia alliodora*, *Vochysia ferruginea*, *Eucalyptus sp* y *Cedrela odorata*.
- **Plantaciones forestales con turnos de rotación reducidos:** 376.100 colones por hectárea, distribuidos en los primeros cuatro años. Vigencia del contrato: seis años, desde 1 hasta 300 ha.
- **Sistemas agroforestales:** 968 colones por árbol, distribuidos durante los cinco años del contrato. Desde 350 hasta 10.000 árboles.
- **Sistemas mixtos en agroforestería para pequeños productores:** 35.435 colones por hectárea por año (protección de bosques); 22.700 colones por hectárea por año (regeneración natural); 57.392 colones por cada 200 árboles por año (SAF), distribuidos durante los cinco años del contrato.
- **Protección de bosques:** 354.350 colones por hectárea, distribuidos durante los diez años del contrato, desde 2 hasta 300 ha.
- **Regeneración natural:** 113.503 colones por hectárea, distribuidos durante los cinco años del contrato, desde 2 hasta 300 ha.
- **Protección pos cosecha:** 138.420 colones por hectárea, distribuidos durante los cinco años del contrato, desde 2 hasta 300 ha.

Proyecto del FMAM llevado a cabo por el CATIE, la FAO, el Instituto de Investigación y Desarrollo Nitlapán de Nicaragua, el CIPAV de Colombia y el Banco Mundial entre 2003 y 2006. Se evaluaron los efectos del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles. Ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua recibieron entre 2.000 y 2.400 dólares por establecimiento (alrededor del 10% al 15% de su ingreso neto) para implementar el programa de sistemas silvopastoriles. Este programa permitió lograr una reducción del 60% de las pasturas degradadas en los tres países, mientras que el área dedicada a sistemas silvopastoriles se incrementó significativamente. Entre los beneficios asociados al proyecto se incluyen aumentos de un 71% en el secuestro de carbono, un 10% en la producción de leche y un 115% en los ingresos del establecimiento. Por otro lado, se redujo el uso de herbicidas en un 60% y el uso del fuego para manejar las pasturas se tornó menos frecuente (FAO, 2015; Magrin, 2015).

<sup>17</sup> A la fecha de elaboración, el tipo de cambio era de 578,84 colones por dólar.

El Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y Acción frente al Cambio Climático en América Latina y el Caribe (REGATTA) llevó a cabo cuatro proyectos en: Centroamérica (Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá); el Caribe (Antigua y Barbuda, Dominica y Haití); los Andes (Colombia, Ecuador y Perú), y el Gran Chaco Americano (Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Paraguay).

**d) Planes para la adaptación en los países de América Latina y el Caribe**

**Argentina**

La Argentina cuenta con medidas de adaptación orientadas a los sectores de bosques, agua, manejo de cultivos, salud, conservación de la biodiversidad y fenómenos extremos. Se espera que tanto el Plan Nacional de Mitigación como el Plan Nacional de Adaptación estén finalizados en 2019, y que conforme el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático. En 2017 se firmó el Compromiso Federal sobre el Cambio Climático. Mediante este instrumento se suman 22 jurisdicciones y se proponen 182 medidas provinciales de mitigación y adaptación. Además, cuenta a 2019 con una donación de 2.992.042 dólares del proyecto Readiness para la elaboración del Plan Nacional de Adaptación.

Plan de Acción Nacional de Bosques y Cambio Climático, 2017. Véase [en línea] <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/planes-sectoriales>.

**Bolivia (Estado Plurinacional de)**

La CDN se creó en el marco de un Plan de Desarrollo Nacional en que se confiere igual importancia a la adaptación, la mitigación y la gestión de riesgos y se considera clave la articulación territorial. En el sector de bosques, el Estado Plurinacional de Bolivia viene desarrollando el Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques y la Madre Tierra, un mecanismo alternativo al enfoque de REDD+ para promover el manejo integral y el aprovechamiento sostenible de los bosques y los sistemas de vida de la Madre Tierra, la conservación, protección y restauración de los sistemas de la vida de biodiversidad y las funciones ambientales mediante el desarrollo de sistemas productivos sostenibles, incluidos los agropecuarios.

A continuación se enumeran los sectores de implementación del Mecanismo de Adaptación para Vivir Bien:

- i) Programa de Resiliencia de Sistemas de Vida para la Seguridad Alimentaria con Soberanía;
- ii) Programa de Prevención y Reducción del Riesgo por Impactos del Cambio Climático;

- iii) Programa de Gestión Integral del Agua, dentro del Plan de Desarrollo Económico y Social 2016-2020, véase [en línea] [https://www.mmaya.gob.bo/wp-content/uploads/2019/06/ANTEPROYECTO\\_POA-PPTTO\\_2019\\_5-9-181.pdf](https://www.mmaya.gob.bo/wp-content/uploads/2019/06/ANTEPROYECTO_POA-PPTTO_2019_5-9-181.pdf);
- iv) Programas de educación y salud relacionados con el cambio climático, y
- v) Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo y Sustentable de los Bosques y la Madre Tierra, en el marco del Plan de Desarrollo Económico y Social 2016-2020, véase [en línea] <http://www.madretierra.gob.bo/index.php/direcciones/mecanismo-de-adaptacion>.

### **Brasil**

Cuenta con una CDN en materia de adaptación, pero no especifica los sectores donde se priorizarán las acciones. La CDN brasileña presentada en París fue anunciada en un decreto que la subdivide en diversas esferas temáticas: adaptación, gestión de riesgos y resiliencia; bosques, biodiversidad, agricultura y pesca; energía; transportes; industria; ciudades y desechos; defensa y seguridad; ciencia, tecnología e innovación, y visión a largo plazo. También prevé un proyecto de Biodiversidad y Protección del Clima en la Mata Atlántica que contribuye a la conservación de la biodiversidad, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación al cambio climático en ese bioma. Se trabaja con las comunidades locales para incluir a los propietarios de tierras a pequeña escala en un registro de tierras ambientales. Se intenta desbloquear la financiación forestal con el fin de movilizar financiación pública-privada a gran escala mediante mecanismos de financiación innovadores que promuevan la conservación y el uso sostenible de los bosques como capital natural, recurso de adaptación al cambio climático y fuente de desarrollo. Su plataforma AdaptaClima es un portal colaborativo para sistematizar y compartir iniciativas en materia de adaptación al cambio climático mediante un mayor acceso al conocimiento y la coordinación de los actores de esta agenda en el Brasil.

- i) Política Nacional sobre Cambio Climático (2009-2020). Incluye políticas de adaptación. Véase [en línea] <https://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>.
- ii) Plan del Sector de la Salud para la Mitigación y la Adaptación al Cambio Climático (instrumento de la Política Nacional sobre Cambio Climático, 2013 a 2020). Véase [en línea] <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Saude.pdf>.
- iii) Plan de Acción para la Prevención y el Control de la Deforestación en la Amazonía, 2016. Véase [en línea] [http://combateaodesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/Planos\\_ultima\\_fase.pdf](http://combateaodesmatamento.mma.gov.br/images/conteudo/Planos_ultima_fase.pdf).

- iv) Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático para la Consolidación de una Economía de Bajas Emisiones de Carbono en la Agricultura (instrumento de la Política Nacional sobre Cambio Climático, 2016 a 2020). Véase [en línea] [https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Plano\\_ABC\\_VERSAO\\_FINAL\\_13jan2012.pdf](https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Plano_ABC_VERSAO_FINAL_13jan2012.pdf).
- v) Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en la Minería (en el marco de la Política Nacional sobre Cambio Climático, 2013 a 2020. Véase [en línea] <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Mineracao.pdf>.
- vi) Plan de Transporte y Movilidad Urbana (incluye adaptación), 2011. Véase [en línea] <https://www.mma.gov.br/images/consultasclima/3-mineracao.pdf>.

### Chile

Cuenta con una CDN en materia de adaptación, orientada a incrementar la resiliencia en el país, con planes específicos de adaptación por sector que han sido desarrollados por separado. La CDN contempla una contribución específica del sector forestal y de cambio de uso del suelo centrada en el manejo sostenible y la recuperación de 100.000 ha de bosque, principalmente nativo, y la forestación de 100.000 ha, en su mayoría con especies nativas, lo que supone beneficios desde el punto de vista de la mitigación y la adaptación. Chile ha desarrollado un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, así como planes sectoriales en los sectores silvoagropecuario, de biodiversidad, pesquero y acuícola, de salud, de infraestructura y de ciudades y energía. En 2008 elaboró un Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario. En el ámbito agrícola, cuenta con el involucramiento de 12 instituciones del Ministerio de Agricultura y presenta 21 medidas de adaptación en los sectores agrícola y forestal.

A nivel local, existe la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático y acciones de adaptación fomentadas por Adapt Chile, una organización no gubernamental (ONG) especializada, que cuenta con acceso a fondos de cooperación internacional. La red está compuesta por 45 municipios y está abierta al resto de municipios chilenos que deseen comprometerse a planificar y gestionar su territorio. Con su ayuda, se elaboran perfiles climáticos municipales, que compilán información a fin de aumentar la comprensión de los efectos negativos que el cambio climático genera de forma local, y planes locales de cambio climático como instrumentos de planificación internos de los municipios, ideados para integrar e implementar la adaptación al cambio climático en la gestión local. La red cuenta con un financiamiento de 9.960.000 dólares del Fondo de Adaptación al Cambio Climático, ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Agricultura y la Intendencia Regional. A nivel de ciudades, desarrolló el proyecto Ciudades Aptas frente al Cambio Climático para apoyar a los

gobiernos municipales en la adaptación de sus planes de desarrollo al cambio climático. Otro ejemplo es EcoLogística, un proyecto que promueve políticas y prácticas de transporte urbano de carga con bajas emisiones de carbono.

- i) Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático, 2017-2022;
- ii) Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades, 2017-2022;
- iii) Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Sector Energía, 2017-2022;
- iv) Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud, 2018, véase [en línea] <https://www.minsal.cl/minsal-presento-el-plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-del-sector-salud/>, y
- v) Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025, véase [en línea] <https://www.enccrv-chile.cl/index.php/descargas/publicaciones/87-enccrv-2017-2025-v2/file>.

### **Colombia**

Cuenta con una CDN en materia de adaptación enfocada en los mismos sectores que en el ámbito de la mitigación. Colombia ha adoptado Planes Integrales de Cambio Climático (PICC) para trabajar el cambio climático en los territorios. Los PICC son instrumentos mediante los cuales, partiendo del análisis de vulnerabilidad e inventario de gases de efecto invernadero regionales, se identifican, evalúan y recomiendan medidas y acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y en materia de adaptación para su implementación por entidades públicas y privadas en el territorio. A la fecha existen 13 PICC departamentales formulados y en implementación (Atlántico, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Choco, Huila, Magdalena, Quindío, Santander, Arauca, Casanare, Vichada y Meta).

- i) Política Nacional de Cambio Climático, 2017, véase [en línea] <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2018/01/politica-crisis-climatica-colombia-2017.pdf>;
- ii) Programa de Integración de la Agricultura en los Planes de Adaptación Nacional (involucra otros países), 2017, véase [en línea] <http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/presscenter/articles/2017/08/11/se-lanza-el-programa-de-integraci-n-de-la-agricultura-en-los-planes-de-adaptaci-n-nacional-nap-ag.html>;
- iii) Plan de Gestión del Cambio Climático para los Puertos Marítimos de Colombia, 2017, véase [en línea] <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/476-plantilla-cambio-climatico-%2032#documentos>, y
- iv) Acuerdo para desarrollar e implementar una Agenda Estratégica para la Gestión de Desastres en el Sector Transporte, Establecidos en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2018, véase [en línea] [http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD/AES\\_Sector\\_Transporte\\_20-03-2018.pdf](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD/AES_Sector_Transporte_20-03-2018.pdf).

### **Costa Rica**

Cuenta con una CDN en materia de adaptación centrada en el desarrollo de un Plan Nacional de Adaptación que considera la reducción de riesgos de desastres, la adaptación basada en las comunidades, la adaptación basada en los ecosistemas, la planificación y gestión local para la adaptación territorial, la adaptación de la infraestructura pública, la salud ambiental, el desarrollo de capacidades, la transferencia de tecnología y el financiamiento para la adaptación. En 2017, con ayuda de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), se inició el proceso de formulación del Plan Nacional de Adaptación.

Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica 2018-2030. Incluye seis sectores: recurso hídrico, biodiversidad y bosque, agricultura y pesca, turismo, salud e infraestructura, véase [en línea] [http://www.pgrweb.go.cr/DocsDescargar/Normas/No%20DE-41091/Version1/Politica\\_ADAAPTACION\\_24\\_abril.pdf](http://www.pgrweb.go.cr/DocsDescargar/Normas/No%20DE-41091/Version1/Politica_ADAAPTACION_24_abril.pdf); <https://www.iucn.org/es/news/mexico-central-america-and-caribbean/201810/el-plan-nacional-de-adaptacion-de-costa-rica-se-construye-incorporando-el-enfoque-de-adaptacion-basada-en-ecosistemas>.

### **Cuba**

La prioridad de Cuba es la adaptación y se considera la mitigación como parte de un compromiso de solidaridad internacional y como una oportunidad para el desarrollo del país. Las medidas de adaptación y mitigación están presentes en los nuevos desarrollos del marco legal: en 2017 se adoptó la Ley núm. 124 de las Aguas Terrestres. En ella se establece un marco de normas relativas a la resiliencia de las aguas interiores del país y la adaptación al cambio climático, que aparece como un objetivo central. Existen también importantes proyectos nacionales e internacionales, como el de reducción de la vulnerabilidad a las inundaciones costeras mediante la adaptación basada en ecosistemas. Con recursos del fondo de adaptación, este proyecto tiene por objeto reducir la vulnerabilidad de las comunidades de las zonas costeras de Artemisa y Mayabeque, provincias del sur de Cuba que son altamente sensibles al cambio climático. El país desarrolló también un programa de comunicación, educación y sensibilización pública sobre el cambio climático y los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo, que responde a la necesidad de promover una cultura asociada a esta problemática, sus consecuencias y las medidas de adaptación. En el desarrollo del programa intervienen diversas organizaciones y asociaciones, representativas de amplios sectores de la sociedad cubana.

- i) Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: Propuesta de Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos, que incluye al sector agropecuario, 2016;
- ii) Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático, Tarea Vida, que incluye la protección de las personas que viven en zonas

- costeras y la adaptación de las actividades agropecuarias a las variables meteorológicas, 2017, véase [en línea] <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1513/1/05%20Plan%20de%20Estado%20para%20el%20Enfrentamiento%20al%20Cambio%20Climático%20“Tarea%20Vida”.pdf>, y
- iii) Documento Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista, 2016, véase [en línea] <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/678/1/Cuba%20Pol%C3%ADticas%20p%C3%BCblicas%20y%20adaptaci%C3%B3n%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico%20en%20la%20agricultura.pdf>.

### Ecuador

Cuenta con una CDN en materia de adaptación centrada en los sectores de agricultura y otros usos del suelo, agua, ecosistemas, riesgos y fortalecimiento de capacidades. Mediante el proyecto Fortalecimiento de la Resiliencia de las Comunidades ante los Efectos Adversos del Cambio Climático con Énfasis en Seguridad Alimentaria y Consideraciones de Género (FORECCSA) se implementan políticas que permiten a las poblaciones desarrollar sus capacidades adaptativas (acceso al agua, soberanía alimentaria). Se aplica un esquema impulsado desde las bases. A nivel territorial, el cambio climático se gestiona en las mesas de trabajo de REDD+, el consejo de participación ciudadana. En las comunidades, se gestiona mediante el enfoque de adaptación basada en comunidades.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, centrado en la escala sectorial y local. Los seis sectores priorizados para la adaptación en el país son: i) patrimonio natural; ii) patrimonio hídrico; iii) salud; iv) asentamientos humanos; v) sectores productivos y estratégicos, y vi) soberanía alimentaria, agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, 2019. Véanse [en línea] <http://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/presscenter/articles/2019/plan-nacional-de-adaptacion--una-respuesta-para-reducir-los-efec.html>; <http://www.ambiente.gob.ec/inicia-fase-de-socializacion-del-plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico/>.

### El Salvador

La formulación del Plan Inicial de Adaptación al Cambio Climático en el Área Metropolitana de San Salvador se desarrolló con apoyo del PNUD y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Como seguimiento de este plan inicial, se organizaron talleres con técnicos municipales, del Gobierno central y de la sociedad civil, y luego se realizó una consulta abierta, en línea, con el principal objetivo de formular medidas de adaptación. El Consejo de Alcaldes y la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS) están interesados en promover las medidas de adaptación del Área Metropolitana de San Salvador.

Plan Nacional de Cambio Climático y Gestión de Riesgos Agroclimáticos para el Sector Agropecuario, Forestal, Pesquero y Acuícola, 2017. Véase [en línea] <http://centa.gob.sv/docs/unidad%20ambiental/Plan%20Nacional%20de%20Cambio%20Climático.pdf>.

### **Honduras**

En la CDN se considera la adaptación al cambio climático como una prioridad para reducir la vulnerabilidad del país. Los sectores priorizados son recursos hídricos, gestión de riesgos, agricultura y seguridad alimentaria, bosques y biodiversidad, sistemas costeros marinos, salud humana e infraestructura. A nivel territorial, se desarrolló el Programa Adaptación Urbana al Cambio Climático en Centroamérica-Componente Honduras, a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores, el banco de desarrollo alemán (KfW) y la Alcaldía Municipal del Distrito Central. El programa incluye barrios y colonias vulnerables del Distrito Central de Tegucigalpa y Comayagüela. La Oficina Presidencial de Cambio Climático y el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) trabajan en la restauración de 250.000 ha de café convencional mediante sistemas agroforestales multiestrato con especies nativas. Se incorporan prácticas de adaptación basada en ecosistemas, en zonas de amortiguación de áreas protegidas ocupadas por cafetales. Asimismo, se busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del café, que es el sector más productivo y social del país, para contribuir a alcanzar la meta trazada en la CDN de restaurar 1 millón de ha productivas. Una de las iniciativas de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+), Climat y el IHCAFE tiene el fin de aumentar la eficiencia energética del proceso de transformación y valor agregado del café.

- i) Hoja de Ruta (plan de acción de NDC Partnership), que incluye medidas de adaptación, 2018, véase [en línea] <http://ndcpartnership.org/news/honduras-lanza-el-primer-plan-de-accion-climatica-del-ndc-partnership>, y
- ii) Planes Municipales de Adaptación al Cambio Climático para Santa Rita y Cabañas, 2018, véase [en línea] <http://www.resilientcentralamerica.org/mejoran-produccion-de-cafe-y-frijol-entre-un-17-y-23-gracias-a-estrategias-de-adaptacion-al-cambio-climatico/>.

### **Guatemala**

Cuenta con una CDN orientada a la reducción transversal de la vulnerabilidad y el mejoramiento de los procesos de adaptación en sectores clave, mediante el fortalecimiento de los procesos de adaptación en los aspectos relacionados con la salud humana, las zonas marino-costeras, la agricultura, la ganadería y la seguridad alimentaria, los recursos forestales, las áreas protegidas, la conservación y la gestión de ecosistemas estratégicos, la infraestructura, la gestión integrada de los recursos hídricos, la calidad de la infraestructura productiva, la protección del suelo y la gestión integral de

la reducción del riesgo de desastres. Guatemala tiene una Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de los Gases de Efecto Invernadero (Decreto núm. 7-2013 del Congreso de la República), una Política Nacional de Cambio Climático y un Plan de Acción Nacional de Cambio Climático. El país impulsa la Red Latinoamericana de Territorios, Municipios y Ciudades frente al Cambio Climático, en la que participan varias municipalidades reunidas en la figura de la mancomunidad. Se centra en un modelo de adaptación climática a través de los consejos municipales de desarrollo en el oriente del país. En su Política Ambiental de Género se considera que el género está vinculado principalmente a la adaptación al cambio climático.

- i) Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC), que incluye las áreas de salud humana; zonas marino-costeras; agricultura, ganadería y seguridad alimentaria; bosques, ecosistemas y áreas protegidas; manejo de recursos hídricos e infraestructura. También incluye cinco sectores estratégicos: energía; procesos industriales; sector agropecuario; uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, y desechos, 2016, véase [en línea] <https://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/sala-de-prensa/731-guatemala-cuenta-con-plan-de-accion-nacional-de-cambio-climatico>, y
- ii) Plan para la Reducción de la Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en la Zona Marino Costera, 2018.

### **México**

Prioriza acciones sobre la protección de las comunidades frente al cambio climático, así como el incremento en la resiliencia de la infraestructura y de los ecosistemas que albergan la biodiversidad nacional. Los sectores priorizados en materia de adaptación son el sector social, la adaptación basada en ecosistemas, la infraestructura estratégica y los sistemas productivos. Teniendo en cuenta la vulnerabilidad de México a los efectos climáticos, su Ley de Cambio Climático hace gran énfasis en las medidas de adaptación.

Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40, que incluye un capítulo sobre adaptación en áreas como el sector social, la infraestructura estratégica, los sistemas productivos y el medio ambiente, 2013. Véase [en línea] <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf>.

### **Nicaragua**

Nicaragua cuenta con una Política Nacional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, y su CDN es una síntesis de su política. La formulación tanto de la política como de la CDN se llevó a cabo en el marco de un modelo de alianzas, diálogo y consenso con los diferentes sectores productivos: el Consejo Superior de la Empresa Privada (COSEP) de Nicaragua, los gobiernos municipales, el sector productivo y las universidades y entidades

gubernamentales, durante 2017-2018. El país reconoce que requiere apoyo financiero para desarrollar medidas de adaptación prioritarias en torno a la infraestructura, la salud, los bosques, la agricultura, el agua y el saneamiento, la gestión de riesgos de desastres, los sistemas de alerta temprana, la gestión resiliente de ecosistemas y el uso y manejo sostenible de las áreas protegidas. El país ha definido 13 acciones prioritarias en el marco de la adaptación al cambio climático.

Estrategia Nacional de Bosques y Cambio Climático para Enfrentar la Pobreza en Nicaragua, 2017. Véase [en línea] <https://plataformacelac.org/politica/481>.

### **Panamá**

Entre 2009 y 2011, se implementó el Programa Incorporación de Medidas de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en el Manejo de los Recursos Naturales en Dos Cuencas Prioritarias de Panamá, financiado por el Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio (F-ODM) y ejecutado por cuatro instituciones del Estado panameño (Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), Ministerio de Salud (MINSA) y Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC)), juntamente con cuatro organismos de las Naciones Unidas (PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), FAO y Organización Panamericana de la Salud (OPS)). Las cuencas priorizadas fueron las de los ríos Chucunaque y Tabasará. Su principal objetivo consistió en incrementar la capacidad de adaptación y mitigación del cambio climático para contribuir a la reducción de la pobreza y a la sostenibilidad ambiental de la población en el área de implementación. En virtud de la Ley núm. 8 de 2015 se creó un Fondo Nacional de Adaptación, que entró en funcionamiento en 2017 para invertir en los diez distritos de mayor vulnerabilidad. Cabe mencionar otro proyecto, la Iniciativa de Inversiones Productivas para la Adaptación al Cambio Climático (CAMBio II), que también se ejecuta en Panamá junto con otros seis países, y está dotada con 28 millones de dólares.

Estrategia y Plan de Acción Nacional de Biodiversidad (EPANB) 2018-2050, 2018. Véase [en línea] <https://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nbsap-v2-es.pdf>.

### **Paraguay**

En su contribución de adaptación, se priorizan los sectores de recursos hídricos, bosques, producción agrícola y ganadera, energía, infraestructura, salud y saneamiento, gestión de riesgos y desastres naturales y sistemas de alerta temprana. En virtud de la Ley Nacional de Cambio Climático (2017) se establece el marco normativo para la mitigación y adaptación y se crea la Comisión Nacional de Cambio Climático, la Dirección Nacional de Cambio Climático y el Fondo de Cambio Climático. Además, el Paraguay contaba

anteriormente con 11 normativas, sobre temas relacionados con el sector energético, arreglos institucionales, bosques, REDD+ y cambio de uso del suelo.

El Paraguay tiene planes y estrategias que pueden servir como marco normativo en temas relacionados con el clima. A nivel nacional, la adaptación es una prioridad establecida en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2030. Sobre esa base, se aprobó, en octubre de 2016, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y se elaboró la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2015). A nivel sectorial, se ha puesto en marcha el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrícola del Paraguay, se ha realizado un análisis de vulnerabilidad y se han elaborado planes de acción para los sectores de la agricultura, la ganadería, la salud y los recursos hídricos.

Como parte del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, se vienen generando de manera participativa las guías para la elaboración de planes locales y sectoriales de adaptación sobre ese tema. La Secretaría del Ambiente (SEAM), por conducto de la Dirección Nacional de Cambio Climático, ha capacitado a más de 3.000 personas en diez departamentos con el objetivo de asesorar a actores clave para la elaboración de planes locales de adaptación.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, 2016, incluye los sectores de producción agropecuaria y seguridad alimentaria, recursos hídricos, gestión y reducción de riesgos, infraestructura, transporte y energía, salud y epidemiología, ambiente, bosques y ecosistemas frágiles, aspectos normativos y legales, educación y difusión. Véase [en línea] <http://archivo.seam.gov.py/sites/default/files/users/comunicacion/Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%c3%b3n%20al%20Cambio%20Clim%c3%b3tico%20%202017.pdf>; <http://dncc.seam.gov.py/adaptacion/plan-nacional-de-adaptacion>.

### **Perú**

En su contribución sobre adaptación, el Perú señala que se priorizan los sectores de agua, agricultura, pesca, bosques y salud para la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático.

Se ha realizado un trabajo sectorial en el marco del Grupo de Trabajo Multisectorial para la Implementación de las CDN, donde se han desarrollado “programaciones tentativas” o planes de trabajo con miras a la implementación de las acciones derivadas de las CDN en relación con los sectores de mitigación (energía, transporte, industria, residuos, bosques) y adaptación (bosques, salud, agricultura, agua, pesca y acuicultura).

Por conducto de la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación del Ministerio de Ambiente (MINAM), se brinda asistencia técnica para la gestión del cambio climático, en la que se incluyen actividades de fortalecimiento de capacidades. Desde 2014, estas actividades se han

enmarcado en el Plan Nacional de Capacitación en Cambio Climático (PNCCC) 2013-2017. Este plan está dirigido a funcionarios públicos y grupos técnicos regionales y aborda temas de adaptación, como la gestión de los ecosistemas y los recursos naturales, la gestión del riesgo climático, la gestión de los suelos y el agua y la gestión de las tecnologías. Los proyectos de cooperación internacional también han contribuido al fortalecimiento de capacidades, pues ofrecen un soporte financiero e impulsan iniciativas, procurando articularse con los instrumentos de planificación nacional.

A nivel local, se han desarrollado las medidas tecnológicas de adaptación impulsadas por el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC), que inciden en las comunidades. Favorecen la adaptación al cambio climático en dos microcuencas: Huacrahuacho, en Cusco, y Mollebamba, en Apurímac.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN). Para 2019, se ha priorizado la difusión y vinculación de las CDN con las Estrategias Regionales de Cambio Climático (ERCC), 2019 (discusión del modelo conceptual y la hoja de ruta). Los sectores prioritarios son: agua, agricultura, salud, pesca, acuicultura y bosques. Véase [en línea] <http://ledslac.org/es/2019/04/dialogo-regional-para-la-elaboracion-del-plan-nacional-de-adaptacion-nap-del-peru/>; <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/25651-avanza-construccion-del-plan-nacional-de-adaptacion-frente-al-cambio-climatico>.

### **República Dominicana**

Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático en el sector Agropecuario de la República Dominicana, 2014-2020.

### **Uruguay**

El Uruguay estableció sus principales prioridades, necesidades de implementación y apoyo, planes y medidas de adaptación ante los efectos adversos del cambio climático. Su CDN se centra en los temas de vulnerabilidad social; salud; reducción de riesgos de desastres; ciudades, infraestructura y ordenamiento territorial; biodiversidad y ecosistemas; zona costera; recursos hídricos; sector agropecuario; energía; turismo, y servicios climáticos.

El Uruguay tiene su Plan Nacional de Adaptación de Ciudades al Cambio Climático, que cuenta con el apoyo del Fondo Verde para el Clima y el PNUD, y busca dar respuesta a la adaptación y resiliencia al cambio climático en centros urbanos, proteger sus infraestructuras y entornos, así como facilitar su integración en las políticas, programas y actividades. El plan se aplicará de manera participativa, involucrando a actores locales y buscando aumentar las capacidades en las comunidades. Aborda las principales carencias respecto de la adaptación al cambio climático en las ciudades y la planificación y presupuestos de los gobiernos locales. A nivel municipal, se elaboró un Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático para los

departamentos de Rivera y Tacuarembó. El plan se presentó en 2019 y su implementación corre a cargo de la intendencia departamental de Rivera (Gobierno Municipal) con apoyo financiero de la AECID y apoyo técnico de la Fundación Instituto del Río Negro (INDRA) (Uruguay), la Fundación Nativa (Estado Plurinacional de Bolivia) y la Fundación Avina.

- i) Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario (PNA-Agro), 2019, relativo a las siguientes líneas de acción: producción sostenible, protección de ecosistemas, fortalecimiento institucional y organizaciones de productores, véase [en línea] [http://www.uy.undp.org/content/uruguay/es/home/library/environment\\_energy/PNA-Agro\\_Uruguay.html#targetText=El%20Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n,%2C%20ambiental%2C%20social%20e%20institucional](http://www.uy.undp.org/content/uruguay/es/home/library/environment_energy/PNA-Agro_Uruguay.html#targetText=El%20Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n,%2C%20ambiental%2C%20social%20e%20institucional);
- ii) Plan Nacional de Adaptación para la Zona Costera (NAP Costas), 2019, véase [en línea] <https://www.mvotma.gub.uy/napcostas#que-es-el-plan-nacional-de-adaptacion-costera>, y
- iii) Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en Ciudades e Infraestructuras (NAP CIUDADES), 2018, véase [en línea] <http://www.uy.undp.org/content/uruguay/es/home/projects/napciudades.html>.

#### **Venezuela (República Bolivariana de)**

La República Bolivariana de Venezuela concede prioridad nacional a la adaptación a los efectos adversos del cambio climático. Proyecta medidas y acciones en los ámbitos siguientes: energía eléctrica; industria; vivienda; transporte; salud; organización y participación popular; diversidad biológica; soberanía alimentaria y agricultura sostenible; conservación y manejo del agua; conservación y manejo sostenible de los bosques; investigación; monitoreo y observación sistemática; educación y cultura; manejo de desechos; ordenación territorial, y gestión de riesgos, emergencias y desastres. Fomenta el desarrollo de planes municipales y locales de adaptación para el manejo del riesgo que involucren corresponsabilidad entre el Estado y el Poder Popular mediante mesas técnicas ecosocialistas, que permiten aplicar territorialmente acciones orientadas a la adaptación al cambio climático, con enfoque de género y poblaciones vulnerables.



## Capítulo V

# **Políticas públicas para la mitigación del cambio climático**

Como se ha señalado en los capítulos anteriores, los cambios necesarios para transitar a un estilo de desarrollo con bajas emisiones de carbono y resiliente no son espontáneos ni ocurren a la velocidad necesaria, lo que obliga a diseñar medidas de política que provean los marcos normativos y los incentivos necesarios para realizar dicha transición oportunamente y con la profundidad adecuada.

## **A. La construcción de la ruta hacia la inversión con bajas emisiones de carbono**

La transición hacia un desarrollo con más bajas emisiones de carbono no está ocurriendo espontáneamente ni lo hará en virtud de los arreglos institucionales y sociales que hoy enmarcan y determinan las reglas de funcionamiento de los mercados financieros, de bienes y servicios, y de capital, así como sus respectivos marcos normativos. Esto es cierto, sobre todo, si se espera que la transición suceda a la escala y la velocidad necesarias. La ruta hacia el cambio supone lograr una nueva construcción social, institucional y normativa, reorientar los incentivos y asumir costos privados y sociales; es necesario avanzar en una dirección coherente en favor del desarrollo sostenible y crear sociedades resilientes con más bajas emisiones de carbono. Y esa concertación de esfuerzos no puede ser sino deliberada, coordinada y coherente: una tarea que solo pueden hacer los gobiernos, en un marco internacional de valores compartidos respecto de esa reorientación.

El resto de los actores sociales, según sus respectivos intereses y altura de miras, acordarán, resistirán o acompañarán la nueva dirección del desarrollo y sus políticas de reconducción. Las palancas principales del cambio radican en reorientar la inversión y el consumo. La primera tiene como motor la rentabilidad. La segunda, todo el espectro de necesidades básicas, superestructurales y psicológicas, como las de prestigio, seguridad y otras. La rentabilidad está determinada por la suma de los costos que se internalizan y la resta o rechazo de los costos que se externalizan en la actividad económica. Entre los costos internalizados está el de la tecnología y el de los salarios, el costo financiero de los créditos y los seguros, el costo fiscal determinado por la estructura tributaria y de gastos fiscales, y las tasas de rentabilidad o excedente, que tienen un componente cultural importante.

Los costos externos son los costos o consecuencias que recaen sobre actores sociales distintos de los que los producen y que no entran en su cálculo económico precisamente porque se descargan sobre esos otros actores (Lorenzo, 2018). Los costos externos paradigmáticos se producen por la destrucción o degradación del patrimonio natural, de la salud y del bienestar, e incluyen actividades como la descarga de los desechos contaminantes del proceso productivo en el agua, el suelo y el aire, las emisiones de gases de efecto invernadero; los costos que ocasiona la disruptión de la estructura económica, que alteran los niveles de protección social del trabajador y sus medios de vida; el uso o abuso del tiempo de la sociedad por efecto de la segregación espacial y de la congestión; el efecto de la desigualdad en las fricciones sociales, y los costos futuros asociados a la productividad, la cohesión y la solidaridad democrática, entre otros.

Estos costos externos se toleran o se infligen con base en factores como los relatos sobre el desarrollo y sus imperativos; el discurso que prioriza el crecimiento por sobre el bienestar; la desorganización de la sociedad en sus diversas manifestaciones; las asimetrías de información entre quien asesta el daño para lucrar con él y quien lo sufre y paga las consecuencias; la cultura del privilegio, la ausencia de canales para tomar decisiones con respaldo social amplio, y la debilidad de los mecanismos de reparación y aplicación de la justicia.

En este capítulo se analizan algunas barreras y posibilidades institucionales relacionadas con el tránsito hacia patrones de producción y consumo que hagan posible llevar a cabo la actividad económica dentro de las fronteras ambientales necesarias para mitigar el calentamiento global. La situación asociada a otros recursos naturales, sean extractivos o relacionados con la función de absorción de la naturaleza, tiene determinantes parecidos en lo esencial.

El tránsito hacia economías menos destructivas y con más bajas emisiones de carbono va a ocurrir en la medida en que al invertir se opte por emplear tecnologías con más bajas emisiones, promover una mayor eficiencia energética, prescindir del uso de combustibles fósiles, aumentar la captura de carbono en los ecosistemas o adoptar soluciones tecnológicas. Dado que en el sistema económico las decisiones de inversión se basan fundamentalmente en los beneficios, el tránsito depende de cuán rentables sean las opciones de inversión con emisiones más bajas frente a las opciones inerciales que están llevando a que la temperatura del mundo supere el umbral de los 2 °C, que es el que brinda una relativa seguridad climática.

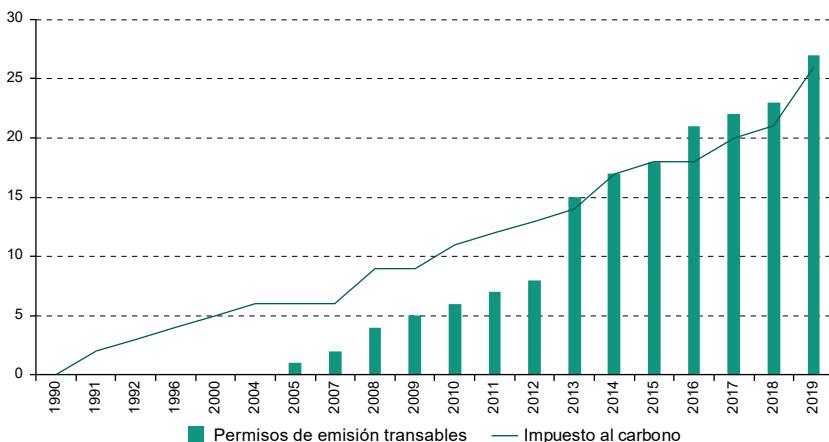
Existen distintas alternativas para señalizar la penalización al carbono y todas estas contribuyen a que se internalice parcialmente o en su totalidad el costo social que conlleva la emisión (directa o indirecta) de una unidad de carbono, de modo de asignar la responsabilidad del daño a quien lo genera (Goulder y Schein, 2013; Aldy y Stavins, 2012; Edenhofer y otros, 2015; Metcalf y Weisbach, 2009; Schmalensee y Stavins, 2017). Con los instrumentos económicos y normativos se crean señales que consisten en precios explícitos o implícitos que conducen a que los actores económicos decidan cómo responder al daño que generan, ya sea reduciendo emisiones, compensándolas o pagando un precio por el costo social.

Los sistemas mediante los cuales se asignan valores al carbono son tributarios y no tributarios, y generalmente brindan opciones para cumplir con los objetivos de política ambiental de una manera complementaria a la regulación. Entre los principales instrumentos de fijación de un precio al carbono están los impuestos, los subsidios y los permisos de emisión transables.

Los permisos de emisión transables y el impuesto al carbono tienen por objeto internalizar los costos que las emisiones de carbono imponen a la sociedad. La diferencia entre ellos radica en que, con el impuesto, el gobierno fija normativamente el precio y deja que el mercado determine las emisiones totales, mientras que, con un sistema de permisos de emisión transables, el gobierno pone un límite máximo a las emisiones y crea un mercado que acaba por determinar el precio. Existen también sistemas híbridos que tienen elementos tomados del diseño de ambos instrumentos puros. Por ejemplo, hay regímenes fiscales en que se aceptan unidades de reducción de emisiones como pago de la carga impositiva, y hay sistemas de permisos de emisión transables que tienen precios máximos y mínimos; no obstante, todas las variantes se basan en el principio de internalizar el daño ambiental (Goulder y Schein, 2013).

El uso de estos instrumentos ha venido aumentando en el mundo desde los años noventa, al principio en los Estados Unidos, el Canadá y los países de Europa, y más recientemente en algunas economías en desarrollo (véase el gráfico V.1).

**Gráfico V.1**  
**Jurisdicciones del mundo en que se han implementado instrumentos de fijación**  
**de precios del carbono, 1990-2019**  
*(En número de jurisdicciones)*



**Fuente:** Banco Mundial, Carbon Pricing Dashboard, 2019 [base de datos en línea] <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>.

Fijar un tope de emisiones, como se hace en las normas de emisión o en el Acuerdo de París en su versión más amplia, es un instrumento normativo que tiene implicaciones económicas, pues revela el costo de oportunidad de las actividades sujetas a los límites de emisión. A continuación se examinan las principales políticas públicas que se aplican a la mitigación y que están relacionadas con los presupuestos de carbono, las políticas fiscales (tributarias y no tributarias), el financiamiento climático y la mejora del marco que hace posible la participación pública.

## B. Medidas normativas

### 1. El Acuerdo de París como medida normativa

El Acuerdo de París tiene la virtud de ser una de las escasas normas ambientales acordadas a escala mundial y en él se fija como objetivo mantener el aumento de la temperatura media global muy por debajo de los 2 °C centígrados, y lo más cerca posible de los 1,5 °C respecto del nivel preindustrial. Como se vio anteriormente en el capítulo I, esto implica reducir las emisiones actuales (que en 2018 ascendían a 50 gigatoneladas en todo el mundo) hasta un nivel que sea compatible con esos objetivos; es decir, se fija el presupuesto global de emisiones que permitiría alcanzar ambos objetivos.

El presupuesto de carbono remanente o espacio ambiental para emitir gases de efecto invernadero plantea cuestiones éticas y económicas de la mayor importancia. El Acuerdo de París y la Convención Marco de las

Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Protocolo de Kioto y el corpus jurídico internacional tienen por objeto aplicar un enfoque de valores compartidos al reparto del presupuesto de carbono. No obstante, las defeciones de este corpus, como la que anunció el Gobierno de los Estados Unidos, los incumplimientos de las partes con respecto a los compromisos asumidos, sean anunciados o no, y el crecimiento de las emisiones mismas reflejan otra realidad: la apropiación *de facto* del presupuesto remanente, lo que en el mediano o largo plazo lleva, o bien a un calentamiento sin control, como las emisiones mismas, o bien al predominio de la razón del más fuerte. Este predominio se ejercerá cuando el papel que el presupuesto de carbono desempeña en los distintos niveles de calentamiento global sea evidente y emitir se convierta en el privilegio del más fuerte. Este es el riesgo de dejar que el régimen multilateral se erosione.

Las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) son la expresión nacional del presupuesto mundial de carbono y son el resultado del compromiso que se asume en cada país de limitar o reducir el ritmo de crecimiento de las emisiones. Plantean dilemas semejantes entre los actores nacionales: o bien se hace un reparto interno entre personas, sectores o territorios con base en un acuerdo de valores compartidos, o bien el espacio disponible es objeto de apropiación en un ejercicio más o menos determinado por el juego de la fuerza relativa dentro de cada país. En la medida en que en las CDN se aspire a determinar presupuestos de carbono más estrictos, el dilema entre aplicar valores o la fuerza para acceder a la función atmosférica como depósito de emisiones cobrará vigor y pondrá en evidencia las prioridades y las fuerzas que operan dentro de las economías, así como su aporte al bienestar colectivo.

El presupuesto mundial y nacional de carbono hace evidente la diferencia entre emitir para lograr mayor bienestar social, empleo y desarrollo, o para satisfacer el patrón de consumo de una minoría de la población que hace un uso directo de los combustibles fósiles. La forma en que se aplique el presupuesto de carbono tendrá consecuencias que, o bien propiciarán una mayor justicia ambiental y económica y la posibilidad de avanzar en un sentido correcto, o bien generarán pobreza ambiental entre los países y dentro de ellos. El presupuesto de carbono revela la escasez física y económica de la función de absorción mundial del carbono y muestra en la escala apropiada la dirección y el tipo de acción climática necesarios para orientar el cambio estructural de modo que sea compatible con dicho presupuesto.

## **2. Las contribuciones determinadas a nivel nacional y sus avances**

Por efecto del acuerdo internacional sobre el umbral de temperatura y su relación con las concentraciones y las emisiones, los gobiernos se comprometieron a contribuir a la consecución de la meta mundial mediante las contribuciones

determinadas a nivel nacional (CDN) que, como ya se ha visto, son insuficientes para lograr dicha meta y se revisarán periódicamente. Los gobiernos de la región también se han comprometido a cumplir con sus CDN en virtud del Acuerdo de París, tanto en lo que respecta a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero como en lo referente a tomar medidas de adaptación que permitan aminorar los efectos negativos del cambio climático. ¿Cómo se relacionan los compromisos de mitigación presentados por los países de América Latina y el Caribe con su respectivo presupuesto de carbono y los objetivos climáticos mundiales?

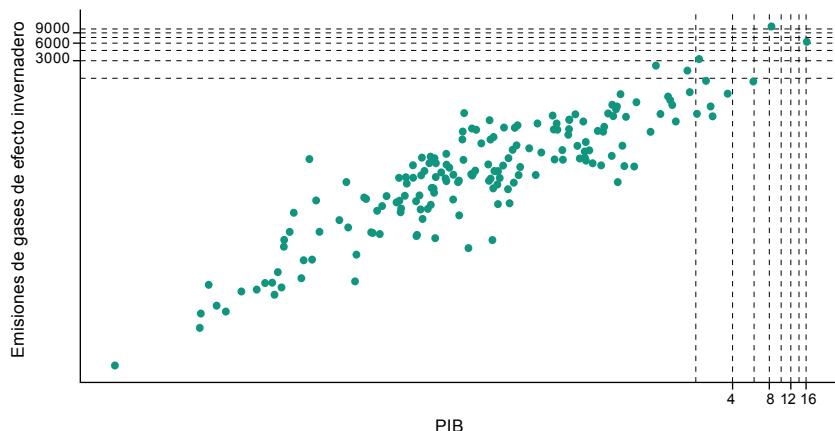
A continuación se presenta un ejercicio cuyo objetivo es cuantificar el esfuerzo de mitigación comprometido a nivel regional, es decir, el presupuesto de carbono de la región, y compararlo con la situación actual. Esto permite conocer la brecha que nos separa de la meta climática estimada para lograr los objetivos estipulados en el Acuerdo de París. Esa brecha es un indicador de la profundidad y la posible efectividad de las medidas que es necesario adoptar para armonizar las aspiraciones y las acciones.

La proyección de las emisiones se realiza sobre la base del cálculo de un escenario inercial en que todo sigue igual, que se compara con cuatro escenarios alternativos. Dos de ellos se construyen con base en los compromisos nacionales de mitigación establecidos en las CDN, unos incondicionales y otros condicionados a recibir apoyo financiero y técnico. El tercer y el cuarto escenarios suponen sendas de emisiones compatibles con la meta mundial de 2 °C y 1,5 °C, respectivamente. De esta forma, la velocidad de descarbonización tendencial que es necesaria para alcanzar la meta comprometida en las CDN se puede comparar con la velocidad necesaria para cumplir con las metas mundiales anteriores, establecidas en el Acuerdo de París, y se puede cuantificar la brecha absoluta en materia de emisiones. El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero está muy ligado al crecimiento económico logrado (véase el gráfico V.2). El mayor dinamismo de la actividad económica aumenta la demanda de electricidad, traslados, producción y alimentos, entre otros, lo que lleva a consumir energía fósil y acelera la deforestación para hacer espacio a la dinámica urbana y a la demanda internacional.

La intensidad carbónica del PIB, es decir, la cantidad de emisiones producidas por unidad de riqueza monetaria, se ha reducido un poco en la región en comparación con los niveles de 1990, en un ligero proceso de desacople entre la economía y las emisiones. En 1990, la región emitía alrededor de 1,2 kg de CO<sub>2</sub> por dólar producido; en 2014, la intensidad carbónica se había reducido a 0,7 kg por dólar (véase el gráfico V.3). Esto significó una reducción anual promedio del 2,4% en el período. La principal causa de esa dinámica fue la caída de las emisiones asociadas al cambio de uso del suelo.

**Gráfico V.2**

**PIB y emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, 2014**  
 (En billones de dólares de 2010 y en gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)<sup>a</sup>

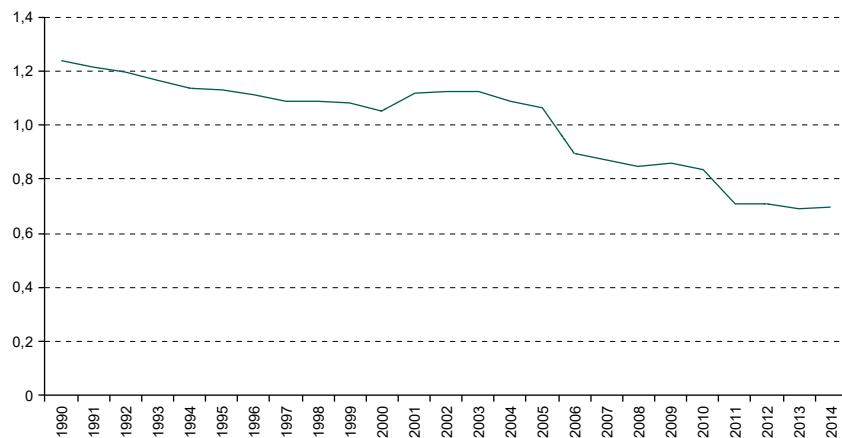


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Mundial, World Development Indicators (WDI) [en línea] <http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>.

<sup>a</sup> Escala logarítmica.

**Gráfico V.3**

**América Latina y el Caribe: intensidad carbónica del PIB, 1990-2014**  
 (En kg de CO<sub>2</sub> equivalente por dólar de 2010)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de Recursos Mundiales (WRI), CAIT Climate Data Explorer [base de datos en línea] <http://cait2.wri.org>.

Como se vio en el capítulo III, a los efectos de proyectar las emisiones se hace uso de la relación entre estas y el crecimiento económico. El nivel de emisiones se define mediante la siguiente ecuación:

$$GEI_{it} = \alpha_t * y_{it} \quad (1)$$

donde  $GEI_t$  representa las emisiones de gases de efecto invernadero,  $\alpha_t$  representa el monto de emisiones por unidad de PIB producido, es decir, la intensidad carbónica de la economía, e  $y_t$  representa el PIB. Los subíndices  $i$  y  $t$  representan el país  $i$  en el año  $t$ . De esta manera, si se supone un determinado comportamiento futuro de la intensidad carbónica y el PIB de cada país, es posible proyectar el comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Una forma útil de expresar la ecuación (1) es mediante el uso de tasas de crecimiento:

$$\Delta GEI_{it} \approx \Delta \alpha_t + \Delta y_{it} \quad (2)$$

donde  $\Delta$  representa el cambio porcentual anual de las variables. De esta forma, la tasa de crecimiento de las emisiones se aproxima a la suma de las tasas de crecimiento de la intensidad carbónica y del PIB. Así, en ausencia de un proceso de desacople de la economía ( $\Delta \alpha_{it} = 0$ ), las emisiones crecerán a la misma velocidad que el PIB; por otro lado, si se desea reducir las emisiones y, al mismo tiempo, mantener un alto crecimiento de la economía, es necesario disminuir la intensidad carbónica de esta ( $\Delta \alpha_{it} < 0$ ).

La ecuación (2) se utiliza para estimar un escenario inercial haciendo supuestos sobre la evolución del PIB y la intensidad carbónica de cada país  $y$ , posteriormente, agregando los resultados a nivel regional. Para construir el escenario inercial, se supone que el PIB y la intensidad carbónica de la economía mantendrán el crecimiento histórico que tuvieron de 1990 a 2014. La estimación de los escenarios que representan las CDN dependen de la meta establecida en cada país. En el caso de los países donde se fijó como meta reducir las emisiones respecto del escenario inercial, el porcentaje de reducción se tomó directamente. En el caso de los países en que se estableció una meta de reducción absoluta, se estima la reducción propuesta con respecto al año de base que se indica en cada CDN. Por último, en lo que respecta a los países en que se estableció una meta de reducción de la intensidad carbónica de la economía, se calculó la intensidad carbónica objetivo hacia 2030 y, sobre la base de la estimación del PIB realizada para obtener el escenario inercial,

se estimó el nivel de emisiones<sup>1</sup>. Los escenarios compatibles con las metas de 2 °C y 1,5 °C se calcularon sobre la base de una reducción absoluta del 25% y el 45%, respectivamente, con respecto a las emisiones de 2010, como lo han planteado los científicos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2018a).

Para agregar los compromisos de reducción establecidos en los países de la región, se homogeneizaron los diferentes tipos de compromisos (reducción con respecto al escenario inercial, reducción absoluta y reducción de la intensidad carbónica) y los horizontes temporales (2025 y 2030), para crear un escenario inercial hacia 2030. A los efectos de calcular el escenario incondicional y el condicional, se estableció la meta de reducción de los sectores incluidos y, posteriormente, se añadieron los sectores no incluidos en los compromisos, respecto de los cuales se asumió una tasa de crecimiento igual a la del escenario inercial. En los países con emisiones negativas por el cambio del uso del suelo y la silvicultura, estas se mantuvieron constantes hasta 2030<sup>2</sup>. Los datos básicos para la construcción del escenario inercial se presentan en el cuadro V.1.

En los cuadros V.2 y V.3 se presentan los resultados del ejercicio, por país y respecto de toda la región, respectivamente. En el escenario inercial, las emisiones regionales ascenderían a 4,7 GtCO<sub>2</sub>eq en 2030. Si se agregan los compromisos incondicionales nacionales de mitigación que se asumen en las CDN de cada país, las emisiones serían de 4,1 GtCO<sub>2</sub>eq o un 13% inferiores a las del escenario inercial. En el caso del escenario condicional, la reducción sería del 23% respecto del escenario inercial y las emisiones serían de 3,6 GtCO<sub>2</sub>eq. Los escenarios compatibles con la meta de 2 °C y 1,5 °C suponen una reducción del 32% y el 50% respecto del escenario inercial, con 3,2 y 2,3 GtCO<sub>2</sub>eq de emisiones, respectivamente.

<sup>1</sup> En el caso de Chile y el Uruguay, donde hay un objetivo de intensidad carbónica, se calculó un PIB tendencial y luego se calcularon las emisiones que eran compatibles con la intensidad propuesta.

<sup>2</sup> No se contabiliza el potencial de reducción de los países donde se adoptaron medidas de política.

**América Latina y el Caribe: datos básicos para la construcción del escenario inercial****Cuadro V.1**

País	PIB de 2014 (en millones de dólares de 2010)	Gases de efecto invernadero sin cambio de uso del suelo en 2014 (en MtCO <sub>2</sub> eq)	Gases de efecto invernadero sin cambio de uso del suelo en 2014 (en MtCO <sub>2</sub> eq)	Crecimiento 1990-2014		Intensidad carbonífera total del PIB en 2014 (en kg de CO <sub>2</sub> equivalente por dólar)	PIB (en porcentajes)	Intensidad carbonífera (sin cambio de uso del suelo) del PIB (en porcentajes)	Intensidad carbonífera (sin cambio de uso del suelo) del PIB (en porcentajes)
				Intensidad carbonífera total del PIB en 2014 (en kg de CO <sub>2</sub> equivalente por dólar)	PIB (en porcentajes)				
Antigua y Barbuda	1 226	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	3,3	-1,7	-1,6
Argentina	446 703	443,3	348,6	1,0	0,8	1,4	4,5	-0,4	-0,4
Bahamas	10 413	3,1	2,7	0,3	0,3	1,0	-0,3	-0,3	-0,3
Barbados	4 574	3,4	3,4	0,7	0,7	4,6	-3,9	-2,0	-2,0
Belice	1 550	12,1	9,8	7,8	6,3	4,1	-2,9	-0,5	-0,5
Bolivia (Estado Plurinacional de)	24 475	134,2	48,5	5,5	2,0	1,9	-0,3	-0,3	-0,3
Brasil	2 423 234	1 357,2	1 051,0	0,6	0,4	3,0	NA	-1,8	-2,2
Chile	258 133	-7,8	97,2	0,0	0,4	5,0	3,7	-5,0	-11,0
Colombia	349 512	182,4	162,9	0,5	0,5	4,4	-11,0	-2,2	-2,2
Costa Rica	43 128	2,5	13,9	0,1	0,3	1,9	0,5	-2,4	-2,4
Cuba	70 733	32,9	46,8	0,5	0,7	0,5	2,3	-0,5	-0,4
Dominica	506	0,4	0,2	0,7	0,5	2,0	2,3	-2,2	-0,4
Ecuador	86 333	94,5	60,6	1,1	0,7	3,5	3,2	-1,0	-0,8
El Salvador	20 557	12,6	11,8	0,6	0,6	2,6	-1,6	-1,6	-1,6
Granada	844	1,9	1,9	2,3	2,3	3,7	-2,2	0,5	0,5
Guatemala	47 896	38,4	30,9	0,8	0,6	3,8	-0,9	-1,2	-1,2
Guyana	2 747	25,0	4,5	9,1	1,6	1,7	1,9	1,9	1,9
Haití	7 804	8,8	8,7	1,1	1,1	0,7	-3,7	-0,6	-0,6
Honduras	18 142	49,6	21,5	2,7	1,2	3,7	-1,0	-1,0	-1,0
Jamaica	13 523	10,2	9,4	0,8	0,7	2,5	-0,4	-0,3	-0,3
Méjico	1 184 179	729,1	721,7	0,6	0,6	3,6	-7,2	-1,7	-1,7
Nicaragua	10 903	14,7	14,5	1,4	1,3	6,0	-3,7	-2,1	-2,1
Panamá	40 672	26,3	17,8	0,6	0,4	NA	NA	NA	NA

Cuadro V.1 (conclusión)

País	PIB de 2014 (en millones de dólares de 2010)	Gases de efecto invernadero totales de 2014 (en MtCO <sub>2</sub> -eq)	Gases de efecto invernadero sin cambio del suelo en 2014 (en MtCO <sub>2</sub> -eq)	Intensidad carbónica total del PIB en 2014 (en kg de CO <sub>2</sub> equivalente por dólar)		Intensidad carbónica (sin cambio de uso de suelo) del PIB en 2014 (en kg de CO <sub>2</sub> equivalente por dólar)	Crecimiento 1990-2014 (en porcentajes)	Intensidad carbónica total del PIB (en porcentajes) (en porcentajes)	Intensidad carbónica (sin cambio de uso del suelo) del PIB (en porcentajes) (en porcentajes)
				Intensidad carbónica total del PIB en 2014 (en kg de CO <sub>2</sub> equivalente por dólar)	Intensidad carbónica (sin cambio de uso de suelo) del PIB en 2014 (en kg de CO <sub>2</sub> equivalente por dólar)				
Paraguay	32 109	183,2	39,9	5,7	1,2	3,2	-0,4	-0,7	
Perú	180 424	161,5	89,7	0,9	0,5	4,8	-2,1	-1,6	
República Dominicana	64 314	24,4	33,1	0,4	0,5	5,3	1,2	-1,9	
Saint Kitts y Nevis	867	0,4	0,4	0,5	0,4	3,9	0,3	-0,6	
San Vicente y las Granadinas	707	0,3	0,3	0,4	0,4	2,7	5,3	-0,2	
Santa Lucía	1 453	1,2	1,1	0,8	0,8	2,3	-0,4	-0,7	
Surinam	4 900	8,0	3,4	1,6	0,7	2,7	-2,3	-2,0	
Trinidad y Tabago	22 479	24,9	25,4	1,1	1,1	4,4	-2,2	-2,1	
Uruguay	47 384	22,7	33,2	0,5	0,7	3,4	13,1	-2,3	
Venezuela (República Bolivariana de)	256 807	337,5	271,1	1,3	1,1	2,5	-1,7	-0,5	
América Latina y el Caribe	5 679 232	3 940,0	3 187,0	0,7	0,6	3,1	-2,4	-0,8	

**Fuente:** J. Samaniego y otros, *Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe, 2019: avances para el cumplimiento del Acuerdo de París* [LC/TS.2019/69], Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

Cuadro V.2  
América Latina y el Caribe: proyecciones por país, 2030

País	BAU (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Contribución determinada a nivel nacional (CDN) incondicional (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Contribución determinada a nivel nacional (CDN) condicional (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Compatible con meta de 2°C (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Compatible con meta de 1,5°C (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	PIB (en millones de dólares de 2010)
Antigua y Barbuda	2,3	2,3	2,3	0,8	0,6	1 795
Argentina	575,6	465,7	355,8	314,0	230,3	753 203
Barbados	3,8	3,8	2,8	2,7	2,0	5 330
Bahamas	7,8	7,8	5,5	5,1	3,8	13 078
Belice	13,5	13,5	13,5	10,7	7,8	3 174
Bolivia (Estado Plurinacional de)	161,8	161,8	161,8	114,9	84,2	46 613
Brasil	1 320,1	1 165,1	1 165,1	1 112,9	816,1	3 892 373
Chile	55,4	60,0	36,8	62,6	45,9	560 798
Colombia	146,3	117,0	102,4	236,3	173,3	621 958
Costa Rica	8,5	1,5	1,5	3,9	2,9	86 295
Cuba	29,4	29,4	29,4	65,1	47,7	96 019
Dominica	0,7	0,7	0,2	0,6	0,4	689
Ecuador	115,2	99,3	87,6	65,7	48,2	149 148
El Salvador	17,7	17,7	17,7	9,7	7,1	34 039
Granada	2,3	2,3	1,0	1,3	1,0	1 265
Guatemala	48,6	43,2	37,6	30,1	22,1	86 061
Guyana	39,4	39,4	39,4	9,2	6,7	5 015
Haití	13,2	12,5	9,2	6,0	4,4	8 689
Honduras	49,6	49,6	46,4	35,5	26,0	32 265
Jamaica	10,5	9,9	9,8	7,3	5,4	16 480
México	1 013,4	790,4	648,6	552,8	405,4	1 760 395
Nicaragua	8,1	8,1	8,1	32,1	23,5	19 062

Cuadro V.2 (conclusión)

País	BAU (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Contribución determinada a nivel nacional incondicional (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Contribución determinada a nivel nacional (CDN) condicional (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Compatible con meta de 2 °C (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	Compatible con meta de 1,5 °C (en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente)	PIB (en millones de dólares de 2010)
Panamá	37,7	37,7	37,7	18,0	13,2	103 193
Paraguay	285,7	257,1	228,5	122,7	90,0	52 990
Perú	247,2	197,8	173,1	114,0	83,6	384 080
República Dominicana	47,8	47,8	17,8	17,8	13,0	147 492
Saint Kitts y Nevis	0,8	0,8	0,5	0,3	0,2	1 604
San Vicente y las Granadinas	1,0	0,7	0,7	0,4	0,3	1 076
Santa Lucía	1,6	1,6	1,5	1,0	0,7	2 079
Suriname	8,6	8,6	8,6	5,2	3,8	7 533
Trinidad y Tabago	36,1	36,1	30,8	19,3	14,2	44 689
Uruguay	29,0	36,9	32,9	10,1	7,4	80 525
Venezuela (República Bolivariana de)	381,3	381,3	305,0	204,4	149,9	379 063
América Latina y el Caribe	4 720,0	4 107,4	3 619,5	3 192,4	2 341,1	9 398 069

Fuente: J. Samaniego y otros. *Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe, 2019: avances para el cumplimiento del Acuerdo de París* (LC/TS.2019/89), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

**Cuadro V.3**  
**América Latina y el Caribe: proyecciones agregadas, 2030**

Escenarios	A	B	C	D
	Emissions hacia 2030 (en GtCO <sub>2</sub> e)	Diferencia con respecto al escenario inercial (en GtCO <sub>2</sub> e)	Diferencia con respecto al escenario inercial (en porcentajes)	Velocidad anual de descarbonización (en porcentajes)
Inercial	4,7	-	-	-2
Contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) incondicionales	4,1	-0,6	-13	-2,8
Contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) condicionales	3,6	-1,1	-23	-3,6
2 °C	3,4	-1,5	-32	-4,4
1,5 °C	2,3	-2,4	-50	-6,3

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/FDS.3/3/Rev.1), Santiago, 2019.

La información agregada sobre América Latina y el Caribe se muestra asimismo en el gráfico V.4. Como se puede apreciar, solo los compromisos condicionales a escala regional permitirían alcanzar un nivel de emisión más cercano al necesario para cumplir con la meta de 2 °C.

**Gráfico V.4**  
**América Latina y el Caribe: escenarios de emisiones, 2014-2030**

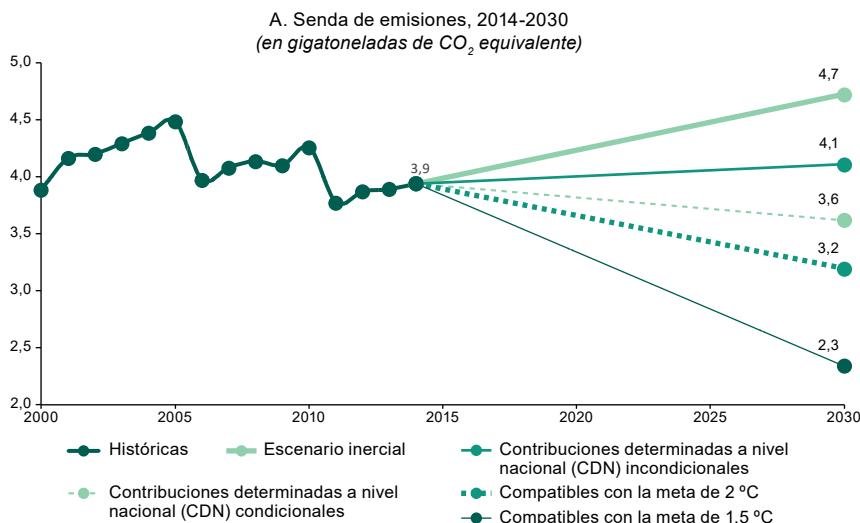
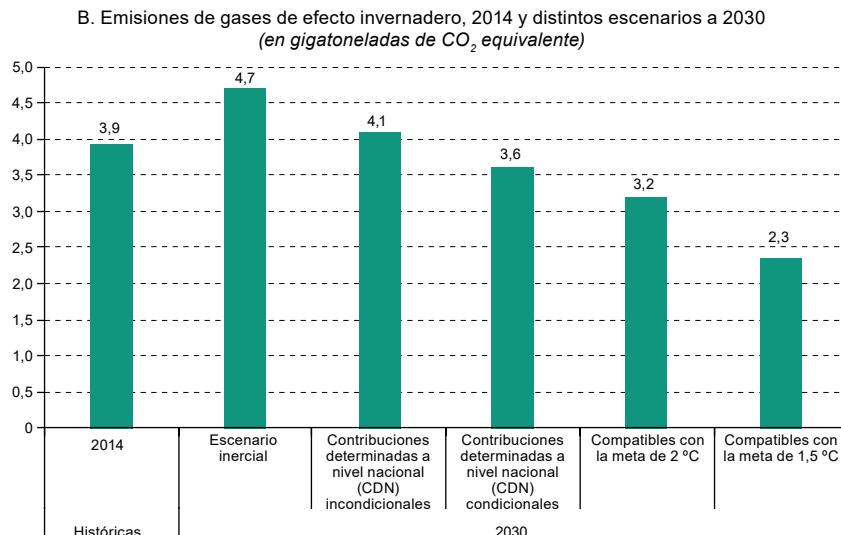


Gráfico V.4 (conclusión)



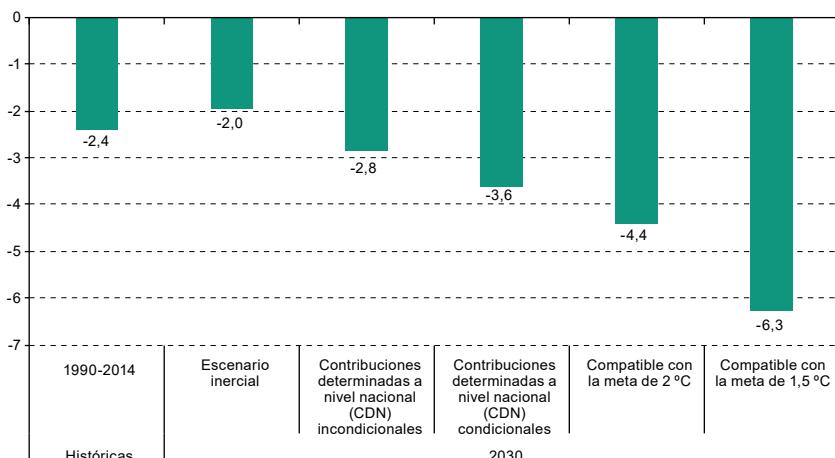
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/FDS.3/3/Rev.1), Santiago, 2019.

Para evaluar el esfuerzo de cambio, no desde el punto de vista de las emisiones al final del período, sino del esfuerzo anual, se calculó la velocidad de descarbonización o desacople de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a la evolución del PIB. Estudiar la velocidad anual permitiría hacer los ajustes oportunos para vigilar el desempeño y aumentar la probabilidad de cumplir con las CDN.

En el escenario inercial se asumió una velocidad o tasa igual a la que se observó en el período 1990-2014, que se redujo alrededor del 2% anual<sup>3</sup>. Esta velocidad deberá aumentarse al 2,8% para lograr los compromisos incondicionales, al 3,6% para cumplir los condicionales, y al 4,4% y al 6,3% para alcanzar la senda compatible con la meta de 2 °C y 1,5 °C, respectivamente (véase el gráfico V.5). Seguir una senda compatible con los 2 °C requiere duplicar la velocidad de descarbonización de la región, mientras que alcanzar la senda de 1,5 °C supone triplicarla.

<sup>3</sup> Esta tasa de descarbonización se debió a la reducción de la deforestación, pero los escenarios de cobertura forestal suponen niveles importantes de incertidumbre. Dada la construcción del escenario inercial y manteniendo las emisiones negativas constantes, la tasa de desacople agregada hacia 2030 es ligeramente inferior a la histórica, a saber, del -2% frente al -2,4%.

**Gráfico V.5**  
**América Latina y el Caribe: velocidad anual de descarbonización requerida,**  
**1990-2014 y 2030**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/FDS.3/3/Rev.1), Santiago, 2019.

Para lograr las metas de mitigación regionales establecidas en las CDN la velocidad de descarbonización debe ser mayor, lo que exige el aumento de las energías renovables en la matriz energética y modernizar la estructura productiva a fin de avanzar en los tres pilares del desarrollo sostenible (véase CEPAL, 2018a). La brecha en la velocidad de descarbonización orienta el esfuerzo adicional de política y de acción para alcanzar la meta.

Para que las CDN se cumplan con la velocidad y el alcance necesarios debe haber políticas específicas que se correspondan con ellas. Una política fundamental es la decisión de asignar responsabilidades de contribución a los distintos sectores y territorios del país, decisión que se ejecuta de forma normativa. Ello permitiría adoptar medidas transversales complementarias o crear mercados internos para abaratar el cumplimiento, así como combinar acciones simultáneas en distintos sectores y territorios. Si bien el hecho de que se asignen responsabilidades internas relativas al cumplimiento debiera ser la norma en la región, la discusión sobre dicha asignación se encuentra apenas en las etapas más incipientes y el plazo para la primera revisión es 2020. Esta inercia que lleva a la inacción pone en riesgo la efectividad de las CDN como palanca del cambio estructural que conduzca hacia un desarrollo con más bajas emisiones de carbono y pueda ser inclusivo, dinámico y de mejor calidad.

## C. La medición del gasto climático

Las modalidades y recursos fiscales que los gobiernos ponen en práctica pueden contribuir al cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París o retrasarlo, y por ello es importante medir el gasto que ayuda a cumplirlos. Sin embargo, concentrarse solo en la medición del gasto favorable puede dar una idea equivocada del papel que el gobierno desempeña al aplicar el instrumento fiscal. Una medición más adecuada es la del gasto neto favorable al Acuerdo de París o gasto climático neto, que es el resultado de medir el gasto favorable al Acuerdo y luego deducirle el que favorece el aumento de las emisiones o la intensidad carbónica del gasto público. Esa es una medida que expresa de manera más clara las acciones y compromisos financieros de los gobiernos para avanzar hacia la consecución de las metas del Acuerdo.

Medir el gasto supone un proceso complejo debido a la dispersión de las instituciones cuyos gastos afectan el cambio climático, sea del lado de la mitigación o de la adaptación. Además, hay dificultades para definir qué es favorable o contrario al Acuerdo de París, armonizar dichas definiciones, acordar criterios que permitan actualizarlas, crear clasificadores y concertar las prácticas estadísticas. Eso implica un reto institucional importante.

El análisis de la información presupuestaria conlleva revisar las clasificaciones nacionales e internacionales. En el caso del gasto climático, será necesario innovar en la clasificación específica, aunque se pueden tomar como bases los marcadores de Río y las clasificaciones del Club Internacional de Instituciones Financieras para el Desarrollo (IDFC) y sus mejoras periódicas. La banca de desarrollo tiene definiciones de financiamiento climático destinadas a informar sobre la composición de sus carteras y el sistema de definiciones debería ser dinámico para captar los cambios tecnológicos y mejorar la información sobre el financiamiento climático neto. Es necesario que un equipo interinstitucional trabaje para llevar a cabo esta tarea, debido a la existencia de múltiples clasificaciones presupuestarias y definiciones climáticas y económicas.

Un antecedente que sirve de orientación sobre cómo calcular el gasto climático neto es el avance logrado en países e instituciones donde se han diseñado y adoptado metodologías que permiten recolectar y medir la información sobre el gasto en protección ambiental. Diversos organismos, como la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la Oficina Estadística de la Unión Europea (Eurostat) y la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas, han elaborado lineamientos y metodologías destinados a crear un sistema coherente y estandarizado aplicable a las mediciones del gasto en protección ambiental. Sin embargo, el cálculo del gasto para proteger el medio ambiente ha sido irregular y existen diferencias entre los métodos y los conceptos que se utilizan en los países.

La CEPAL ha diseñado una línea de investigación cuyo objeto es promover que en los países se creen estadísticas oficiales sobre el gasto en protección ambiental de manera regular y sistemática, utilizando como base el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE). Esta línea se ha ampliado para abarcar aplicaciones que permiten medir el gasto público en cambio climático. Esta experiencia de cuantificación del gasto público y privado orientado a la prevención y la mitigación de los daños sobre el ambiente da cuenta del camino que se ha de recorrer para medir el gasto climático.

## **1. El gasto en protección ambiental como aproximación al gasto climático**

Si bien existen criterios homogéneos sobre cómo clasificar las actividades de protección ambiental, las mediciones sobre el gasto público con fines ambientales son heterogéneas en la región<sup>4</sup>. Son pocos los países en que hay trabajos sistemáticos y continuos que tengan por objeto estimar el gasto en protección ambiental, aunque en México, Colombia y Guatemala se han implementado sistemas de cuentas ambientales (CEPAL, 2014a).

Los datos disponibles indican que el gasto en protección ambiental aún es bajo. Por ejemplo, en Colombia se estimó que el gasto en protección ambiental representó un 0,6% del PIB en 2015, gasto en que estaba incluido el gobierno general y parte del sector privado (DANE, 2016). En México se publicó un gasto en protección ambiental del 0,8% del PIB en el mismo año, y en él se consideraban el gobierno general y los hogares (INEGI, 2016). Según Eurostat, el gasto en protección ambiental de los 28 países de la Unión Europea fue del 0,67% del PIB en 2013. Entre esos países, Serbia fue el que tuvo la cifra más baja: 0,07% del PIB (CEPAL, 2018c).

Con el fin de lograr resultados más estandarizados, la CEPAL elaboró una guía para medir el gasto en protección ambiental del gobierno central (CEPAL/INEGI, 2015). La aplicación de esta guía da cuenta de que, en Chile, el gasto en protección ambiental alcanzó el 0,1% del PIB en 2012 (CEPAL/MMA, 2015), mientras que en Costa Rica representó el 0,19% del PIB en 2015 (CEPAL, 2018c). Sin embargo, estas cifras solo reflejan un límite inferior, ya que solo se analizó el gobierno central. Dado que el gasto en protección ambiental es conceptualmente más amplio que el gasto climático, se puede suponer que este último será inferior a las cifras informadas sobre el gasto ambiental bruto.

<sup>4</sup> Un clasificador del gasto climático permitiría homogeneizar y estandarizar las mediciones y realizar comparaciones internacionales. Existen etiquetas fiscales ambientales en la mayoría de los países gracias al uso de la clasificación de actividades de protección ambiental y la clasificación de las funciones del gobierno (CFG) en la subpartida ambiental. La clasificación del gasto climático debiera corresponderse con las clasificaciones ya definidas en los manuales y estándares internacionales.

## 2. La aplicación de la metodología del Gasto Público e Institucionalidad para el Cambio Climático en América Latina y el Caribe

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) elaboró un método para medir el gasto climático que se denomina Gasto Público e Institucionalidad para el Cambio Climático<sup>5</sup>. En él se consideran las políticas, los programas o los proyectos relativos al cambio climático por su impacto directo e indirecto. El gasto directo cumple el criterio de *causa finalis*, mientras que al indirecto se le aplican diversos ponderadores y criterios a fin de incorporarlo en la medición del gasto. El gasto directo es comparable a escala internacional, pero el indirecto debe analizarse y validarse con mayor profundidad. Este método ofrece recomendaciones generales con base en definiciones previas, como las de los marcadores de Río sobre mitigación y adaptación al cambio climático, para organizar y clasificar la información.

La aplicación de la metodología de Gasto Público e Institucionalidad para el Cambio Climático ha permitido estimar el gasto en cambio climático en algunos países de América Latina y el Caribe gracias a la labor destinada a homologar enfoques y conceptos que han llevado a cabo equipos multidisciplinarios y comités. Ante el dilema entre la comparabilidad y el avance, se optó por este último y se decidió que en cada país se definiera qué se entiende por gasto climático, cómo se clasifican los tipos de gasto y cómo se asigna el presupuesto de acuerdo con las necesidades de adaptación y mitigación. Así pues, la metodología se adaptó a las definiciones de cada país y a su diferente estructura ministerial, por lo que las cifras no son estrictamente comparables entre un país y otro.

En Chile, Colombia, el Ecuador, El Salvador y Honduras se comenzó a aplicar esta metodología alrededor de 2015. En Chile no se publica el gasto agregado en cambio climático; en los otros países se presenta un gasto público climático que varía entre el 0,27% y el 2,24% del PIB. En el período 2011-2015, en Colombia se alcanzó el 0,27% del PIB en promedio, mientras que en el Ecuador y en El Salvador se llegó al 1,39% y al 1,07% en promedio, respectivamente. En Honduras, por su parte, el gasto representó el 2,24% del PIB en el período 2014-2015.

Al desagregar esta cifra se aprecia cuáles son los principales ministerios que ejecutan el gasto climático. En Chile son el Ministerio de Energía y el de Agricultura, que representan el 24,4% y el 9,3% de este gasto, respectivamente. En el Ecuador, la mayor parte del gasto climático corresponde al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, que representa casi el 76%. En El Salvador resaltan el Ministerio de Economía (27,4%) y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (19,1%). En Honduras, la Empresa Nacional

<sup>5</sup> Esta sección se basa en PNUD (2019).

de Energía Eléctrica es responsable de más del 44% del gasto climático. El financiamiento del gasto público climático proviene sobre todo de recursos internos, que se destinan principalmente a la ejecución de planes de desarrollo nacionales y a la gestión de las instituciones analizadas. En el Ecuador, el financiamiento nacional alcanza el 60%, mientras que en El Salvador y Honduras se acerca al 80%.

Los gastos en adaptación superan los de mitigación en los casos que se mencionan a continuación<sup>6</sup>. En El Salvador se informa que el 63% del gasto climático se destina a adaptación, el 27% a mitigación y el restante 10% a la categoría de pérdidas y daños. En Honduras se destina el 64,3% a adaptación y el 34,4% a mitigación. En Chile se considera que el 63% del gasto se destina a adaptación y el 19% a mitigación, y que el restante 18% es un gasto mixto. Los gastos en adaptación de dicho país se destinan a infraestructura y a promover una agricultura más resiliente. También se consideran el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario, el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, entre otros. En el Ecuador, en cambio, el 79,3% del gasto climático se destina a mitigación, sobre todo a invertir más en infraestructura hidroeléctrica y a introducir cambios en la matriz energética que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero; el gasto en adaptación representa el 20,7%.

En el Ecuador y Honduras hay clasificadores presupuestarios que permiten contar con información relativa al gasto climático en tiempo real. Sin embargo, en lo que respecta a la metodología de Gasto Público e Institucionalidad para el Cambio Climático se debe afrontar el reto de estandarizar la medición a fin de lograr una mayor comparabilidad entre los países y que esa comparación funcione como incentivo mejorar.

### **3. Limitaciones sobre la medición del gasto climático neto**

En suma, las dificultades para identificar y clasificar la información que permite estimar el gasto climático tienen relación con los siguientes factores, entre otros:

- carencia de información desagregada que permita distinguir este tipo de gasto de otros tipos;
- poco presupuesto estable destinado a la estimación del gasto;
- dificultades para identificar la fuente de financiamiento;
- heterogeneidad en la información sobre gasto ambiental en los distintos niveles de gobierno;
- dificultades para construir series históricas;

<sup>6</sup> Este mayor gasto en adaptación se fundamenta en las actividades de prevención y en las respuestas ante los cambios ocurridos en fenómenos climáticos extremos, como los huracanes.

- ausencia de metodologías y conceptos de gasto que abarquen tanto al gasto en favor de los objetivos del Acuerdo de París como los que le son adversos (es decir, el gasto climático neto);
- falta de periodicidad en la información y dispersión de la ejecución del gasto a nivel sectorial, y
- ausencia de información sobre cómo se asignan los recursos generados por los gobiernos locales.

## D. Medidas fiscales

### 1. Medidas no tributarias

#### a) La tasa de descuento ambiental

La tasa de descuento establece una relación valorativa entre el presente y el futuro. Al evaluar la inversión privada, permite traer las ganancias a valor presente y, por lo tanto, evaluar la rentabilidad de esa inversión a través del tiempo una vez que se toman en cuenta todos los costos asociados a ella, incluso los financieros. En el sector público, dado que no hay un dueño del recurso de inversión y que esta no se financia en el mercado privado de capitales ni crea bienes transables en los mercados internacionales, la tasa de descuento es simplemente un filtro para discriminar proyectos que rinden beneficios sociales más bien pronto que tarde. Esto refleja lo que los Ministerios de Hacienda consideran el costo de oportunidad de la inversión pública. No obstante, no se toma en cuenta si los beneficios sociales están adecuadamente contabilizados o no, lo que depende de cómo se internalizan las externalidades ambientales y sanitarias en la fórmula que se emplea para evaluar la inversión pública.

Una tasa de descuento positiva implica una desvalorización del futuro en beneficio del presente. Esto tiene sentido desde el punto de vista individual de un inversionista cuya prioridad es su ganancia monetaria y cómo evaluarla hoy, aunque se desvalorice el futuro. Desde el punto de vista del gobierno, tiene menos sentido devaluar a la nación futura y a sus pobladores privilegiando las acciones de corto plazo por sobre las que rinden bienestar en períodos prolongados. Cuanto más alta la tasa, mayor la devaluación de la nación en el futuro, mayor el cortoplacismo del encargado de tomar las decisiones públicas y más estricto el filtro, lo que obliga a rendir el valor de la inversión en un tiempo menor.

En un ámbito como el ambiental, eso sesga las inversiones hacia las que pueden conducir a emisiones más altas, pero cuya construcción y operación se pueden llevar a cabo en un plazo menor. Esto es lo que sucede cuando se instalan centrales termoeléctricas en lugar de hidroeléctricas, que tienen

plazos de retorno más largos, o cuando se construyen carreteras en lugar de metros, trenes y tranvías, que rinden sus beneficios a más largo plazo<sup>7</sup>. La práctica de filtrar la inversión con base en la tasa de descuento es universal; sin embargo, los gobiernos pueden utilizar menores tasas de descuento cuando se trata de la inversión pública que reporta ventajas climáticas o ambientales en general. Esta revisión de las tasas de descuento es facultad soberana cuando se administra la inversión con recursos públicos.

Las inversiones relevantes en materia ambiental y en particular las que se relacionan con el cambio climático tienen efectos intertemporales; de hecho, están motivadas por sus efectos intertemporales e incluso intergeneracionales y, por lo tanto, por consideraciones de equidad intergeneracional (Azqueta, 2007). La importancia de la sostenibilidad ambiental ha llevado a que, al evaluar los proyectos de inversión pública, en varios países de América Latina y el Caribe se consideren criterios de cambio climático, como el precio social del carbono, que se estudia más adelante, o la modificación de las tasas sociales de descuento, como hizo el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) del Perú.

En 2017, la tasa social de descuento general o costo de oportunidad que el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú utilizó para evaluar los proyectos de inversión pública fue del 8%. No obstante, en el caso de los proyectos que generaban externalidades positivas, como los servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, la tasa social de descuento específica fue del 4%. En la evaluación social de los proyectos de inversión pública también se considera una tasa social de descuento de largo plazo (TSDLP) cuando los proyectos trascienden una generación. El uso de la TSDLP soluciona los inconvenientes de la tasa de descuento constante del 8%, según la cual los flujos de beneficios netos más alejados son objeto de un descuento mayor que lleva a que su valor presente sea cercano a cero (MEF, 2019). Para solucionar la dificultad de aplicar una tasa de descuento constante, en la literatura económica más reciente se ha propuesto una TSDLP decreciente en el tiempo (Kamiche y Diderot, 2018; MEF, 2019).

En la evaluación social de proyectos que hace el MEF (2019), se aplica la tasa social de descuento del 8% para calcular los flujos de beneficios sociales netos correspondientes a los primeros 20 años del horizonte de evaluación; a partir del flujo del año 21 se aplican las tasas que se indican en el cuadro V.4.

<sup>7</sup> Los metros, trenes y tranvías quedan además en desventaja por la forma en que se contabiliza la inversión, pues en las opciones de riel se incluye la internalización del costo del material rodante y la creación de nuevos derechos de vía, mientras que en las carreteras no se internalizan esos costos ni la constante renovación de la que son objeto como parte de los gastos de operación.

**Cuadro V.4**  
**Perú: tasa social de descuento de largo plazo del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), 2019**  
*(En porcentajes)*

Horizonte de evaluación en años	Tasa
Menos de 20	8,0
21 a 49	5,5
50 a 74	4,0
75 a 99	3,0
100 a 149	2,0
150 a 199	2,0
200 y más	1,0

**Fuente:** Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), “Anexo N° 11: parámetros de evaluación social”, Lima, 2019; J. Kamiche y J. Diderot, *Actualización de la tasa social de descuento de largo plazo*, Lima, Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), 2018.

El plazo de 20 años para modificar la primera tasa de descuento hace que, cuando se comparan lapsos comprendidos dentro de ese tiempo, la rentabilidad relativa entre los proyectos con altas y bajas emisiones de carbono no cambie en favor de estos últimos, y solo pasado este período se compense el castigo a la rentabilidad de los proyectos de larga duración. Aplicar tasas diferenciadas a los proyectos con bajas emisiones de carbono desde el inicio de las comparaciones entre proyectos parece un camino promisorio para modificar las rentabilidades relativas en favor de este tipo de proyectos. El cambio a favor de ellos se podría reforzar con medidas como las normas de eficiencia y el precio tributario o no tributario del carbono, que se examina a continuación.

#### **b) El precio social del carbono**

Las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero son un mal público, no rival ni excluyente<sup>8</sup>, es una externalidad negativa de alcance universal. De ahí que hayan cobrado nueva fuerza los argumentos que favorecen la adopción de medidas concertadas internacionalmente para asignar precios al carbono, que ayuden a modificar la rentabilidad relativa en favor de los proyectos con emisiones más bajas. Un mecanismo es la vía tributaria, que se verá más adelante. Para impulsar la discusión sobre el precio del carbono se han creado un par de instancias internacionales. Una es la Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono, según la cual un precio del carbono bien diseñado es una parte indispensable de una estrategia para reducir las emisiones de manera eficiente y puede complementarse de manera adecuada con la fijación de precios sombra en las actividades del sector público (Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono, 2017, págs. 1-2). Otra instancia es la coalición creada en diciembre de 2018 presidida

<sup>8</sup> Un bien o mal público es no excluyente puesto que no se puede excluir a nadie de sus efectos y es no rival en tanto que más de una persona puede ser afectada al mismo tiempo.

por los Ministerios de Hacienda de Chile y Finlandia, que también aboga por la introducción de precios del carbono.

Los impuestos no son la única forma de introducir un precio o valoración del carbono. El cumplimiento de las normas o regulaciones conlleva asignar un precio implícito al carbono: un precio infinito, cuando la restricción es total, y un precio superior a cero, cuando se trata de regular las emisiones o la eficiencia energética de las máquinas y los procesos. Otra manera de introducir un precio del carbono, que se aborda a continuación, es asignando un valor a las emisiones (como a cualquier externalidad) en el proceso de evaluación de las inversiones en el sector financiero o en las metodologías de evaluación de la inversión pública o privada. Esto se conoce como precio sombra o social del carbono.

A diferencia del impuesto, que se distribuye en un breve lapso (es decir, en la generación actual), el precio social permite discriminar entre inversiones con emisiones altas y bajas de carbono, dependiendo de su valor. Excluir las inversiones con externalidades o emisiones altas puede suponer que se opte por alternativas de mayor costo o no, según sea el caso. De cualquier manera, el costo adicional o el ahorro logrado se distribuirá a lo largo de la vida útil de la inversión considerada. El concepto de precio social lleva implícito el principio de internalización del daño y el esfuerzo que la sociedad está dispuesta a hacer por obtener el bien o servicio en cuestión. La idea de fondo es que las inversiones públicas, ya sea las directas o las que los gobiernos otorgan en concesión, se orienten hacia opciones con menos emisiones, y que el proceso de evaluación permita eliminar las inversiones que son más baratas, pero más contaminantes, al incluir al menos una parte del costo social que suponen, a saber, el que está asociado a las emisiones de gases de efecto invernadero. En otras palabras, la rentabilidad de las opciones de inversión se modifica en favor de las que conllevan menos emisiones de carbono. Cuando estas últimas se asocian con emisiones relevantes para la salud local, también se logra evitar una parte de los daños a la salud que ocurrirían en ausencia del precio social.

En la literatura económica se entiende por precio sombra el precio de referencia de un bien o servicio incluidos los costos sociales y los costos privados; representa el costo real o verdadero costo de oportunidad de producir o consumir un bien o servicio y suele no coincidir con el precio de mercado. En la mayor parte de los sistemas nacionales de inversión pública de América Latina y el Caribe se hace referencia a este concepto como “precio social”. Según la literatura hay tres métodos para valorar los precios sociales: i) tomar un precio de mercado como referencia; ii) hacer el cálculo monetario del costo social del carbono, y iii) estimar los costos adicionales (marginales) de reducir las emisiones. A continuación se explica cada uno de esos métodos.

Uno de los métodos disponibles a nivel internacional para calcular el precio social del carbono se basa en utilizar el precio de los bonos de carbono como valor indirecto o aproximado de lo que se está dispuesto a pagar por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, en el precio de mercado de los bonos de carbono actualmente se subestima el valor que una tonelada de dióxido de carbono transada tiene para la sociedad debido a que ese mercado no es competitivo y su oferta y demanda presentan problemas de diseño. Por esta razón, esta metodología no se usa de forma masiva y, en los países en que ha sido utilizada, como Chile, se la ha dejado de lado.

Una alternativa al método del precio de mercado es estimar el costo social del carbono, que expresa en términos monetarios los daños que el aumento de las emisiones provoca, por ejemplo, en la productividad agrícola o la salud humana, o los daños a la propiedad debidos al aumento del potencial destructivo de los fenómenos naturales extremos, entre otros.

En el método del costo social del carbono se considera no solo el costo total que una unidad adicional de carbono genera hoy, sino el costo total del daño que el carbono ocasiona al mantenerse en la atmósfera. Se considera entonces el valor presente del impacto que tendría emitir una tonelada métrica adicional de carbono, utilizando un horizonte de 100 años (Watkiss, 2006). De esta manera, se puede contabilizar la externalidad de esta emisión para incorporarla en las evaluaciones de los proyectos y otras decisiones.

#### Recuadro V.1

#### Enfoques metodológicos para determinar el precio social del carbono

Nordhaus (2007) define el precio social del carbono como el precio de mercado que se asigna al derecho de emitir una tonelada de carbono a través de la quema de combustibles fósiles. Dicho precio suele reflejar el costo social asociado al daño que provoca el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, normalmente en un horizonte de 100 años. Como política pública, el precio social del carbono ofrece más alternativas de aplicación que un impuesto.

El costo social del carbono se obtiene al monetizar los costos económicos del cambio climático simulando diversas trayectorias de emisiones a futuro (Anthoff y otros, 2011). Normalmente, este impacto adicional del carbono se deriva de la diferencia entre el escenario inercial en que todo sigue igual y el escenario considerado, tomando en consideración diversos períodos (Golosov y otros, 2014; Nordhaus, 2014). Se identifican los costos económicos monetarios asociados a una unidad adicional de emisión de carbono (Greenstone, Kopits y Wolverton, 2013; Golosov y otros, 2014; Anthoff y otros, 2009; Watkiss, 2006). En el estudio de Stern (2007) se estima el costo social del carbono derivado de las emisiones de gases de efecto invernadero calculando los daños que ocasiona el cambio climático en comparación con una trayectoria donde las emisiones no ocasionan daño alguno, procedimiento que se define como el crecimiento balanceado equivalente (Hope, 2006). El costo social del carbono se entiende entonces como el costo marginal del daño del cambio climático (Kuik y otros, 2008), y expresa el valor presente de los costos sociales presentes y futuros (el daño social marginal presente y futuro) que ocasiona emitir una tonelada extra de carbono a la atmósfera (Hope, 2006).

---

**Recuadro V.1 (conclusión)**

Existen dos métodos para estimar el costo social del carbono con base en el daño provocado por las emisiones. Un primer caso estima directamente la diferencia en los daños causados por el cambio climático debido a un cambio marginal en las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero no tiene por qué ser lineal el impacto. El segundo caso estima el costo marginal provocado por las emisiones en el punto en que es igual al costo marginal de reducirlas, tomando como referencia las trayectorias de estas curvas. De este modo, el punto óptimo se define como aquel en que se intersectan la curva de daño marginal y la curva de costo marginal de reducción de emisiones (Clarkson y Deyes, 2002). El mayor impacto económico provocado por las mayores emisiones de carbono representa el costo adicional del daño que puede evitarse si se elimina o suprime una tonelada de carbono en un momento determinado (Anthoff y otros, 2011).

Alternativamente, se puede tomar como punto de referencia, en lugar del daño provocado, solo el costo de evitar la emisión adicional para lograr una meta de reducción. A los efectos de hacer esta estimación se utilizan modelos integrados de evaluación en que se incorporan diferentes ciencias y se emplean representaciones simplificadas de la sociedad, el clima y las interacciones entre el cambio climático, su impacto en los sistemas naturales y sociales, y el costo de las políticas destinadas a mitigar ese impacto. El resultado final de estos modelos es la estimación monetaria del costo que hoy tiene para la sociedad emitir una tonelada de carbono.

---

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de W. Nordhaus, *The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy*, New Haven, Universidad de Yale, 2007; D. Anthoff y otros, "Regional and sectoral estimates of the social cost of carbon: an application of FUND", *Discussion Paper*, N° 2011-18, Kiel, Kiel Institute for the World Economy, 2011; "Equity weighting and the marginal damage costs of climate change", *Ecological Economics*, vol. 68, N° 3, Amsterdam, Elsevier, 2009; P. Watkiss, "The social cost of carbon", París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), 2006; W. Nordhaus, "Estimates of the social cost of carbon: concepts and results from the DICE-2013R model and alternative approaches", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, vol. 1, N° 1-2, Chicago, University of Chicago Press, 2014; N. Stern, *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007; M. Greenstone, E. Kopits y A. Wolverton, "Developing a social cost of carbon for US regulatory analysis: a methodology and interpretation", *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 7, N° 1, Oxford, Oxford University Press, 2013; M. Golosov y otros, "Optimal taxes on fossil fuel in general equilibrium", *Econometrica*, vol. 82, N° 1, Hoboken, Wiley, 2014; C. Hope, "The social cost of carbon following the Stern Review", Cambridge, Universidad de Cambridge, 2006; O. Kuik y otros, "Methodological aspects of recent climate change damage cost studies", *Integrated Assessment Journal*, vol. 8, N° 1, Vancouver, Public Knowledge Project (PKP), 2008; R. Clarkson y K. Deyes, "Estimating the social cost of carbon emissions", *Government Economic Service Working Paper*, N° 140, Londres, HM Treasury, 2002.

En la actualidad hay diversas estimaciones derivadas de modelos integrados. Entre los modelos más conocidos se encuentran los siguientes:

- i) Los modelos DICE (*Dynamic Integrated Climate-Economy*) y RICE (*Regional Integrated Climate-Economy*), que son quizás los más utilizados en la economía del cambio climático (Nordhaus, 1992; Nordhaus y Boyer, 2000)<sup>9</sup>.
- ii) El modelo PAGE (*Policy Analysis of the Greenhouse Effect*) (Hope, 2006), ampliamente reconocido desde el informe de Stern (2007).
- iii) El modelo DSGE (*Dynamic Stochastic General Equilibrium*) de Golosov y otros (2014), un modelo dinámico estocástico de equilibrio general computable que es muy sólido desde el punto de vista técnico.
- iv) El modelo FUND (*Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution*) (Tol, 1997) que, junto con el modelo de Golosov y otros (2014), permite simular diversos escenarios para estimar el costo social del carbono.

Esos modelos se utilizan con una gran diversidad de especificaciones y escenarios que permiten obtener diversos resultados puntuales (Li y Nordhaus, 2013)<sup>10</sup>. No obstante, presentan algunas limitaciones importantes, como el tratamiento incompleto de los efectos no catastróficos y de los posibles efectos catastróficos, el problema de la tasa de descuento y la sensibilidad climática<sup>11</sup>.

En el tercer y último método para valorar el precio social se utilizan las curvas de costo marginal de reducción de emisiones como base cuantitativa para comparar el costo de reducir las emisiones entre las alternativas

<sup>9</sup> El modelo DICE contiene un modelo macroeconómico de crecimiento en que los combustibles fósiles son un insumo de la producción que ocasiona las emisiones de CO<sub>2</sub>. El aumento de las emisiones en los diferentes bloques del modelo se traduce en un aumento de la temperatura que, con el tiempo, tiene efectos negativos sobre la economía. Existe además la posibilidad (baja) de que ocurra una pérdida catastrófica del 30% del producto total (Ackerman y Finlayson, 2006).

<sup>10</sup> Véase una descripción de los diez modelos de análisis integrado más utilizados en Clarke y otros (2009).

<sup>11</sup> La tasa de descuento es un tema controvertido, pues solo tiene fundamentos ético-valorativos, como se vio en el apartado anterior. En las tasas de descuento elevadas se supone un futuro más próspero y con más capacidad tecnológica que hace recomendable posponer la acción climática en el presente. Con ellas se privilegia el bienestar presente y se minimiza el desvío de recursos hacia la acción climática. Por el contrario, quienes abogan por tasas de descuento bajas e incluso negativas suponen escenarios en que no hay tal prosperidad por efecto, entre otras cosas, del propio cambio climático, y en que las soluciones tecnológicas no tienen ni la escala ni la potencia necesarias. Por consiguiente, aplican el principio precautorio de que, frente a la incertidumbre, es preferible actuar ahora de forma decidida. En este enfoque no se encuentra justificación para minusvalorar a las generaciones futuras. La discusión entre los economistas Nordhaus y Stern sobre este tema, que tuvo lugar en la primera década del siglo XXI, es un ejemplo de esta polaridad. El calentamiento global no tiene precedente histórico en estos niveles, por lo que parece más prudente aplicar el principio precautorio.

disponibles en términos de su efectividad y no del daño provocado por la emisión. Cada alternativa representa el costo adicional de reemplazar una tecnología de referencia por una alternativa con bajas emisiones. En la literatura se mencionan algunas limitaciones de estas curvas:

- En ellas no se capturan las barreras institucionales o no comerciales a la implementación, en particular los costos indirectos o los que no están relacionados con la transacción.
- Suponen un tratamiento muy limitado de las incertidumbres en los análisis subyacentes y de los supuestos utilizados (como la vida económica útil de las opciones, las propiedades de riesgo y de rendimiento, y el tratamiento de la tasa de descuento).
- Plantean dificultades para capturar las interacciones entre las diferentes medidas, que podrían limitar el potencial de reducción total.
- En ellas no se abordan dimensiones que no sean costos directos, por ejemplo, los factores estratégicos, operativos o políticos.

No obstante estas limitaciones, el método del costo marginal de reducir emisiones es el que se utilizó en Chile, único país de América Latina y el Caribe donde se ha implementado un precio social del carbono en el sistema nacional de inversión pública. Entre los aspectos positivos de este método destaca que refleja el costo adicional (o marginal) de reducir una tonelada de carbono. El precio social indica lo que el gobierno estima que el país está dispuesto a pagar por restringir la cantidad de carbono que se puede emitir a la atmósfera, esto es, por no emitir una tonelada adicional. Dependiendo del precio social del carbono, se vuelven viables, en ausencia de otras barreras, opciones de inversión donde el costo de reducir una tonelada de carbono sea inferior al nivel del precio social del carbono en el sistema nacional de inversión.

El mapa de inversiones posibles ordenado por el costo de evitar la emisión de carbono y su potencial ahorro de emisiones se conoce como curva de costos marginales de reducción o abatimiento (*marginal abatement costs (MAC)*), que pueden ser regionales, nacionales o sectoriales. En algunos países de América Latina y el Caribe se han elaborado curvas de costo marginal de reducción de emisiones: en Chile, el Brasil, Colombia y el Perú mediante el proyecto MAPS, y en México, donde dicho proyecto no se llevó a cabo. El método del costo marginal (o costo-efectividad) de reducción de emisiones permite cuantificar el costo de las decisiones de inversión pública y comparar su efectividad para avanzar hacia el cumplimiento de las metas y compromisos de cada país frente a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En el cuadro V.5 se presentan algunas aplicaciones del precio social del carbono en bancos de desarrollo y de inversiones a nivel mundial.

**Cuadro V.5****Aplicación del precio social del carbono en la banca internacional y de desarrollo, varios años**

Banco	Aplicación
Banco Asiático de Desarrollo (BAD)	En 2016 se utilizó un precio de 36,3 dólares por tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO <sub>2</sub> eq). Dicho precio se aumenta en términos reales un 2% anual, para tener en cuenta el daño marginal creciente del cambio climático a lo largo del tiempo.
Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD)	El precio del carbono se aplica a partir de las emisiones de gases de efecto invernadero de 2014 con un valor de 35 euros (43 dólares) por tCO <sub>2</sub> eq, y se aumenta un 2% anual en términos reales. Desde la introducción de la metodología, el BERD no ha financiado ningún proyecto de energía basado en carbón.
Banco Europeo de Inversiones (BEI)	El precio que se aplicó a las emisiones de carbono de 2018 fue de 38 euros (47 dólares) por tCO <sub>2</sub> eq. Dicho precio aumenta anualmente en términos reales desde 2016 y asciende a entre 121 y 150 euros por tCO <sub>2</sub> eq en 2050. El BEI también utiliza un escenario de precio bajo y alto de carbono en sus pruebas de sensibilidad.
Banco Mundial	Cuando se hace un análisis económico de los proyectos, se aplica un precio bajo y uno alto. Respecto de 2020, dichos precios son de 40 y 80 dólares por tCO <sub>2</sub> eq, respectivamente, y aumentan a 50 y 100 dólares por tCO <sub>2</sub> eq hacia 2030, respectivamente. Después de 2030, se incrementan a una tasa del 2,25% anual hasta 2050.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información internacional oficial.

A continuación se describe cómo se aplica el precio social del carbono en dos países de la región: Perú y Chile. En cuanto al primero, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) aplica dicho precio al evaluar proyectos de inversión pública. Al hacerlo incorpora los beneficios o costos sociales de disminuir o aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero (MEF, 2019). Para estimar el precio social del carbono se utilizó la metodología del cálculo de daños (metodología del costo social del carbono) del modelo de Nordhaus de optimización dinámica (DICE), que permite estimar la senda óptima de producción del stock de capital y las emisiones. El modelo DICE ofrecía las siguientes ventajas:

- Es fácil de calibrar y simular, por lo que se podían construir sendas de referencia tomando como base las proyecciones agregadas hacia 2030 hechas por las instituciones del país.
- Requiere un número reducido de parámetros cuyos valores se podían obtener a partir de estudios disponibles sobre la economía peruana.
- Las emisiones debidas al cambio de uso del suelo y a la deforestación se pueden manejar de manera exógena, mientras que las emisiones asociadas a la producción de energía y transporte se modelan endógenamente.

Para calcular el precio social del carbono, se procedió a hacer lo siguiente:

- i) Introducir las trayectorias de emisiones, el PIB y la población, y calcular año a año la temperatura y el consumo per cápita asociados con el escenario base.

- ii) Sumar una unidad de emisiones de carbono en el año t y volver a calcular año a año, de t en adelante, las trayectorias de temperatura y consumo per cápita resultantes de este ajuste de las emisiones.
- iii) Computar los daños marginales causados en cada año sobre la base del consumo per cápita calculado en los pasos i) y ii).
- iv) Descontar del año base la serie resultante de daños marginales usando una tasa de descuento fija y calcular el precio social del carbono como el valor presente neto de la serie de daños.

Debido a la baja participación relativa de las emisiones peruanas en el mundo, la variación de la temperatura debida a la contribución del país no es relevante, por lo que se omitió del cálculo. Se tomó como objetivo limitar el aumento marginal de las emisiones a 100.000 toneladas de carbono. De esta forma, se obtuvieron los valores que se presentan en el cuadro V.6, en función de la tasa de descuento y el horizonte temporal (2050 y 2100). Se calculó que el precio social del carbono en el Perú fue de 6,38 dólares por tonelada de carbono en 2014, en el escenario en que la tasa social de descuento es del 9% y el horizonte es 2100.

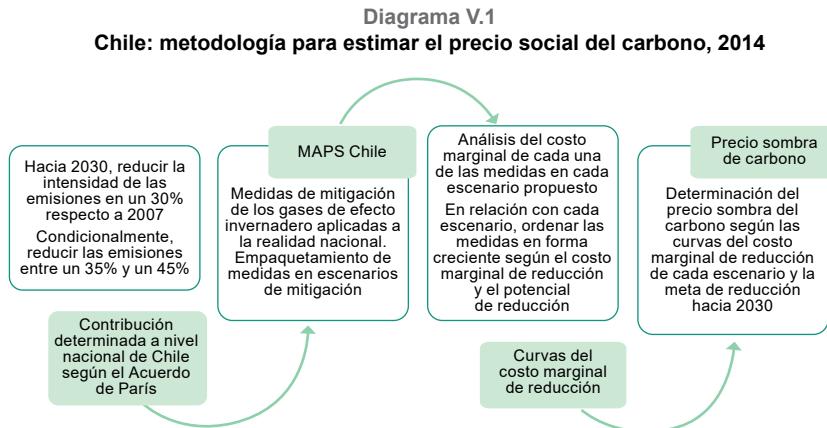
**Cuadro V.6**

**Perú: precio social del carbono según tasa de descuento y horizonte temporal, 2014  
(En dólares por tonelada de carbono)**

Horizonte temporal	Tasas de descuento (en porcentajes)			
	9	5	3	2,50
A 2050 (37 años)	5,15	7,08	8,49	8,9
A 2100 (87 años)	6,38	10,99	15,79	17,48

**Fuente:** F. Cartes, "Metodología de inclusión de precio social de carbono en proyectos de inversión pública", documento presentado en el Seminario Regional sobre Instrumentos de Política Fiscal Verde, Cambio Climático y Sostenibilidad Ambiental, San José, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 7 y 8 de noviembre de 2018; Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP), *Estimación del precio social del carbono para la evaluación social de proyectos en el Perú*, Lima, Universidad del Pacífico, 2016.

En Chile se utiliza el enfoque metodológico del Reino Unido, que se basa en la disposición de reducir, y por ende de pagar, las emisiones de gases de efecto invernadero de un modo que sea compatible con la meta de mitigación que se establece en la CDN. El precio social del carbono se estimó en Chile a partir del análisis del costo marginal de reducir las emisiones de dióxido de carbono para cumplir con la CDN. Dicho análisis se realizó en el marco del proyecto MAPS Chile. En el diagrama V.1 se muestra de manera esquemática la metodología que se utilizó en el país.



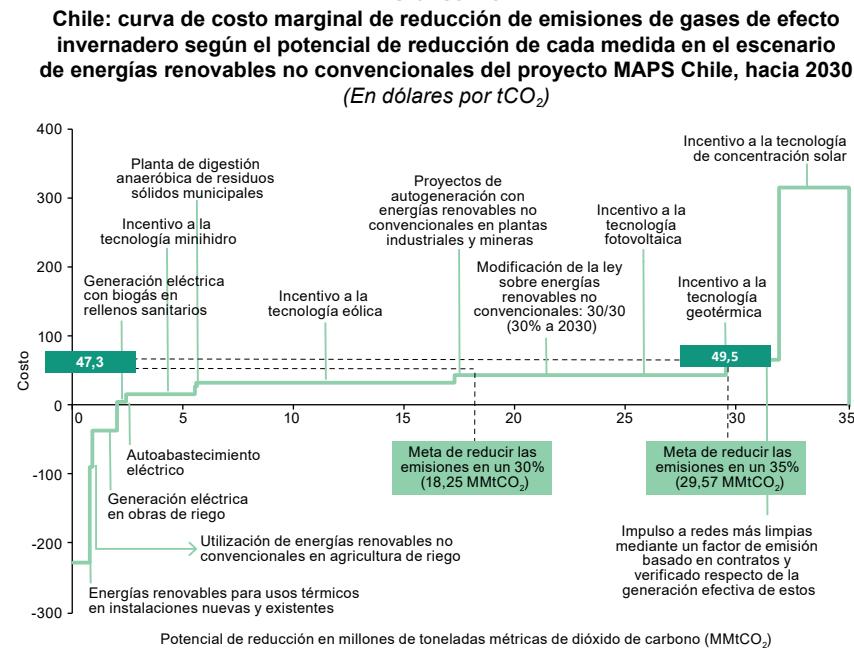
**Fuente:** Ministerio de Desarrollo Social, *Integrando el cambio climático en el sistema nacional de inversión pública de Chile*, Santiago, 2017.

En el proyecto MAPS Chile se evaluaron más de 96 medidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Hubo grupos multisectoriales que elaboraron escenarios de mitigación para analizar el costo de reducción, el potencial de mitigación y la factibilidad de cada medida, por ejemplo, la de promover la eficiencia energética, la de aumentar la participación de las energías renovables no convencionales y la de utilizar energía nuclear. Se emplearon escenarios específicos (de base, medio y alto) y un escenario de efectividad 80/20 que permite identificar las medidas que llevan al 80% de cumplimiento de la meta buscada (en comparación con el 20% que no es analizado), que agrupa un conjunto reducido de medidas de mitigación que juntas tienen un potencial elevado de mitigación. En relación con cada uno de estos escenarios se proyectaron las emisiones de CO<sub>2</sub>eq y se construyeron las curvas de costo marginal de reducción de emisiones como la que se presenta en el gráfico V.6.

Hay un precio social del carbono asociado a cada una de las metas de cada escenario específico. Por ejemplo, en el escenario de las energías renovables no convencionales, si se consideran las metas de reducir las emisiones en un 30% y en un 35% <sup>12</sup>, el precio social o costo marginal de la reducción es de 47,3 y 49,5 dólares por tCO<sub>2</sub>, respectivamente.

<sup>12</sup> Esta reducción representa el 75% de lo que se tendría que reducir o compensar en Chile para alcanzar la neutralidad en carbono, considerando las emisiones y capturas correspondientes a 2017.

Gráfico V.6



Fuente: MAPS Chile, *Resultados de fase 2*, Santiago, 2014.

En esta determinación de los costos marginales, los valores negativos (que representan el ahorro) se desprecian y se consideran cero, ya que este ahorro resulta de medidas rentables que no requieren apoyo adicional, aunque en la realidad hay una serie de barreras que pueden limitar su implementación. Sobre la base de esta información se construyeron los escenarios de los precios sociales de Chile que se presentan en el cuadro V.7, donde se indica el promedio correspondiente a cada meta. Dichos precios sociales o costos marginales fluctúan entre 20,2 y 43,2 dólares por tCO<sub>2</sub>.

Cuadro V.7

**Chile: costos marginales asociados a las metas de reducción de emisiones establecidas en las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), en distintos escenarios**  
(En dólares por tonelada)

Meta de reducción de las CDN (en porcentajes)	Escenario 80/20: sin hidroelectricidad en la región de Aysén ni intercambio regional	Escenario de energías renovables no convencionales	Escenario alto sin hidroelectricidad en Aysén ni intercambio regional	Promedio
30	27,4	33,2	0	20,2
35	35,9	35,9	25,6	32,5
45	No se alcanza la meta	No se alcanza la meta	34,1	43,2

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, *Integrando el cambio climático en el sistema nacional de inversión pública de Chile*, Santiago, 2017.

Alatorre y otros (2019) realizaron un metaanálisis para estimar el costo social del carbono a nivel mundial, sobre la base de una revisión de la literatura en la que encontraron 37 documentos con 261 observaciones. Los valores del costo social se homogeneizaron a dólares de 2014 y se obtuvo un valor de 25,83 dólares por tonelada de carbono<sup>13</sup>. Este valor es sensible a la tasa de descuento utilizada: por ejemplo, el valor del costo social del carbono es de 100 dólares por tonelada cuando la tasa de descuento es cercana a cero, y de 6 dólares por tonelada cuando la tasa de descuento es superior al 3%. En estas estimaciones normalmente se excluyen los posibles efectos de los fenómenos catastróficos extremos, cuya inclusión es relevante en América Latina y el Caribe.

### c) Los mercados de carbono para arbitrar los costos de cumplimiento

Una vez que la emisión de CO<sub>2</sub> tiene costo, los emisores se enfrentan a la decisión de reducir las emisiones cambiando combustibles, modificando procesos o pagando el costo social de emitir. En ausencia de otras consideraciones, el nivel de reducción estará determinado por el costo de oportunidad del cambio. Como complemento de las opciones tributarias, que tienen sus dificultades políticas, los sistemas de permisos de emisión ofrecen una alternativa que se considera eficiente: permitir que los emisores cuyos costos de reducción son más altos comercien o intercambien obligaciones de reducción con los que tienen costos más bajos. Al igual que los otros mecanismos reseñados, este tiene como objetivo último contribuir a cambiar la rentabilidad de la inversión en favor de las opciones con más bajas emisiones de carbono.

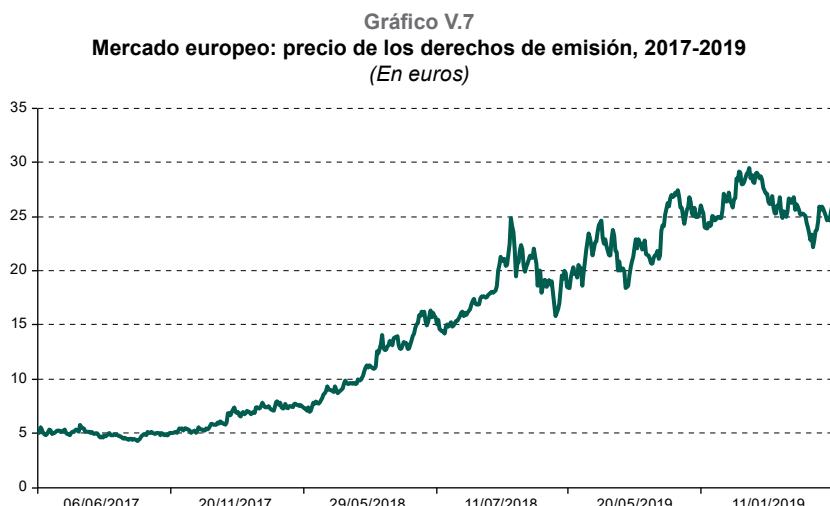
Los mercados de carbono considerados en el Protocolo de Kioto<sup>14</sup> se materializaron en varios formatos: los mercados oficiales basados en la asignación de permisos de emisión en varias modalidades (venta de permisos y otorgamiento a costo cero); los mercados voluntarios que están sometidos a reglas de certificación más estrictas; los mercados derivados del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), y la implementación conjunta<sup>15</sup>. La rigurosidad o laxitud de las reglas de asignación, que interactúa con la rigurosidad o laxitud de las reglas de cumplimiento, han determinado el precio, la oferta

<sup>13</sup> Este valor es muy semejante al valor puntual del comercio de emisiones de Europa, que es de 24,97 euros por tonelada. Véase European Energy Exchange, European Emission Allowances (EUA) [base de datos en línea] <https://www.eex.com/en/market-data/environmental-markets/spot-market/european-emission-allowances>.

<sup>14</sup> El Protocolo de Kioto, a su vez, se inspiró en el mercado de emisiones creado por medio de la *Clean Air Act* de los Estados Unidos para reducir las emisiones de azufre de las termoeléctricas y en los buenos resultados que se obtuvieron en cuanto al costo de lograr esas reducciones.

<sup>15</sup> La implementación conjunta se define en el artículo 6 del Protocolo de Kioto, permite a un país con un compromiso de reducción o limitación de las emisiones en virtud del Protocolo obtener unidades de reducción de las emisiones a través de un proyecto de reducción o eliminación de emisiones implementado en otro país, cada una de las cuales equivale a una tonelada de CO<sub>2</sub>, que puede contabilizarse para el cumplimiento de su objetivo de Kioto.

y la demanda en estos mercados, sobre la base de los costos de reducir una tonelada en distintas localizaciones. Estos mercados han sido crónicamente más débiles de lo esperado y, por lo tanto, su papel como incentivo para promover el cambio ha sido limitado. El mercado europeo, que es el primero y el más importante, refleja con claridad la sobreasignación de permisos que lastró su inicio y su potencial para incentivar la descarbonización hasta que fue revisado luego del Acuerdo de París; se esperan posteriores ajustes que mejoren su efectividad (véase el gráfico V.7).



Fuente: Markets Insider [en línea] <https://markets.businessinsider.com/commodities/historical-prices/co2-european-emission-allowances/euro> [fecha de consulta: 4 de noviembre de 2019].

#### d) Los permisos de emisión transables

En el sistema de permisos de emisión transables se fija el límite máximo de emisiones totales que puede haber en un área, sector o sistema, independientemente de quién realice el esfuerzo de reducción de las emisiones dentro de la frontera del sistema<sup>16</sup>. El énfasis está puesto en la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>, y el precio implícito de estas se revela por medio del mercado así construido (Goulder y Schein, 2013). Esta es la ventaja principal del sistema: permite establecer de manera nítida el objetivo de política pública, es decir, la reducción de emisiones.

<sup>16</sup> Mediante los permisos de emisión transables se establece un límite máximo a las emisiones totales y se asignan permisos limitados a las fuentes emisoras para cumplir el máximo establecido. Los emisores pueden negociar los permisos asignados en mercados secundarios, lo que permite establecer un precio de mercado para las emisiones, por medio de la creación de oferta y demanda de permisos.

La asignación de permisos puede ser conflictiva. Desde el punto de vista teórico no hay razón para no entregar permisos en forma gratuita y a perpetuidad (como en el problemático y regresivo modelo de asignación de derechos de agua de Chile); pero, desde la perspectiva práctica y política, hacer esto es inviable y en las iniciativas se ha optado por subastar los permisos y restringir el período de cumplimiento a tres años. Esto ha permitido a las autoridades mantener el control, pero ha limitado el desarrollo del mercado secundario, por lo que, en la práctica, el sistema se asemeja más a un impuesto que a un sistema de permisos de emisión transables.

Al igual que en el caso de los impuestos, en un sistema de permisos de emisión transables se pueden incluir solo las emisiones de dióxido de carbono, como ocurre en la Iniciativa Regional contra los Gases de Efecto Invernadero (RGGI), o se pueden incluir todos esos gases, como en el caso de California. Primero, los gobiernos establecen un límite máximo de emisión para un espacio geográfico acotado, una jurisdicción en los casos conocidos hasta ahora, y luego asignan permisos de emisión a establecimientos específicos, ya sea a título gratuito u oneroso, por compra o mediante subasta<sup>17</sup>. Una vez entregados o subastados los permisos de emisión, las empresas pueden intercambiar permisos. Si el mercado funciona, y no existe ningún incentivo para acumular o especular debido a la incertidumbre, las empresas que tienen menores costos de reducción venderán sus derechos de emisión en mercados secundarios a empresas que tienen costos mayores y, en general, se cumplirá el objetivo de emisión total a un costo inferior (Goulder y Shein, 2013; Aldy y Stavins, 2012).

El sistema es más complejo que el que se necesita para implementar un impuesto, pero puede dar lugar a una mayor eficiencia en materia de costos. El diseño de un sistema de permisos de emisión transables supone determinar qué emisiones y sectores o áreas se regularán, cuál será el límite de emisión, en qué punto se regularán las emisiones (aguas arriba o aguas abajo), y cómo se asignarán y distribuirán los permisos. Al igual que en el caso de los impuestos, se debe resolver cuál será el destino de los ingresos si los permisos se venden o se subastan, así como qué impacto habrá sobre la competitividad.

Se pueden adoptar medidas que complementen el sistema de permisos de emisión transables, como permitir que se tomen créditos de emisión entre un período de cumplimiento y otro, o que los permisos se puedan acumular

<sup>17</sup> En el caso del mercado de reducciones del azufre que se creó en los Estados Unidos por efecto de la *Clean Air Act*, los regulados eran quienes participaban en el sector de la generación eléctrica a carbón, independientemente de su localización. Las discusiones sobre las normas e instrumentos aplicables al control de los combustibles del transporte aéreo y marítimo tendrán que enfocarse en fuentes emisoras móviles dentro de un sector. Podría pensarse en combinaciones sectoriales territoriales dentro de un país o incluso en sectores mundiales, como la producción de cemento, sin importar en qué lugar del mundo se realice la producción.

o prestar para futuros períodos de cumplimiento, crear una reserva para estabilizar los precios y garantizar la liquidez, crear registros de comercio para monitorear y rastrear los bonos de carbono, contabilizar las compensaciones de carbono, y vincular diversos sistemas a nivel internacional<sup>18</sup>. Los permisos de emisión presentan un desafío institucional, pues es necesario construir un mercado más, crear una infraestructura institucional y resolver los temas relacionados con la medición, la notificación y la verificación de las emisiones, los permisos, las reducciones y el comercio<sup>19</sup>.

En varios países y jurisdicciones subnacionales (estados) de las Américas se han implementado instrumentos de fijación del precio del carbono por medio de mercados de reducción de emisiones con el fin de apoyar los esfuerzos para mitigar el cambio climático. Debido al potencial de que surjan sinergias entre los sistemas de fijación del precio del carbono, en este apartado se consideran no solo algunos países de América Latina, sino también algunas jurisdicciones de América del Norte.

Los dos principales sistemas que existen en las Américas son la Western Climate Initiative, Inc. (WCI) y la Iniciativa Regional contra los Gases de Efecto Invernadero (RGGI).

La Western Climate Initiative, Inc. es una iniciativa de algunos estados de los Estados Unidos y algunas provincias del Canadá que tiene por objeto coordinar las políticas de mitigación e implementar de forma conjunta un sistema de permisos de emisión transables. En 2019, Columbia Británica, California, Manitoba, Nueva Escocia y Quebec eran miembros de la iniciativa, pero solo en California y en Quebec se establecieron sistemas de permisos de emisión transables vinculados a subastas conjuntas. A partir de enero de 2013, en esas dos jurisdicciones se establecieron de manera independiente sistemas de permisos de emisión transables. Un año después, el 1 de enero de 2014, los sistemas se ligaron y se creó el primer sistema de permisos de emisión transables vinculado a escala internacional entre dos jurisdicciones subnacionales. En 2017, Ontario lanzó su sistema de permisos de emisión transables con el objetivo de que se vinculara al mercado de carbono de California y Quebec; sin embargo, su primer ministro decidió no vincularlo. A la fecha, solo en Nueva Escocia se considera establecer un sistema de permisos de emisión transables.

En la Western Climate Initiative, Inc. hubo un primer período de cumplimiento de dos años y, a partir de allí, cada período de cumplimiento y asignación de permisos ha durado tres años calendario. Los permisos para las emisiones de cada período se entregan antes del 1 de noviembre (o el primer día hábil posterior) del segundo año del período. Hasta la fecha,

<sup>18</sup> La vinculación se refiere a integrar los mercados de permisos de emisión.

<sup>19</sup> Los mercados de permisos de emisión transables son, como todos los mercados, producto de una construcción normativa dentro de la cual funcionan.

los períodos de cumplimiento han sido los siguientes: 2013-2014, 2015-2017 y 2018-2020.

Tanto en California como en Quebec, el sistema de asignación de permisos es complejo, estos se distribuyen mediante subasta o asignación gratuita, dependiendo del sector, y se establecen períodos de transición de manera que las empresas afectadas se puedan ajustar con más facilidad. Los servicios de distribución eléctrica y los proveedores de gas natural reciben permisos en nombre de sus clientes. Los servicios eléctricos de propiedad de los inversionistas acceden a los permisos a través de subastas estatales. En California, el programa inicialmente abarcaba seis gases de efecto invernadero dentro de los sectores industrial y eléctrico. En 2015, la cobertura se amplió para incluir los combustibles del transporte y el gas natural (CARB/MDDELCC, 2017).

El Gobierno del Canadá promueve una iniciativa para aunar los criterios de fijación del precio del carbono de las distintas iniciativas de mercado de algunas provincias de ese país. Ello incluye los permisos de emisión transables ya mencionados, así como el impuesto al CO<sub>2</sub> de Columbia Británica, entre otros.

En México se ha avanzado hacia la creación de una institucionalidad que permita crear el mercado nacional, se ha declarado la intención de adherirse al WCI y, en octubre de 2019 se publicaron las bases preliminares del Programa de Prueba del Sistema de Comercio de Emisiones (SEMARNAT, 2019).

Por su parte, la Iniciativa Regional contra los Gases de Efecto Invernadero (RGGI), que agrupa a los estados de Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, Nuevo Hampshire, Nueva York, Rhode Island y Vermont, fue el primer programa obligatorio de permisos de emisión transables en que solamente se consideran las emisiones de CO<sub>2</sub> y el sector de la energía eléctrica de los Estados Unidos. El sistema establece un límite máximo de emisión que se reduce un 2,5% al año hasta 2020, y un 3% a partir de entonces. Los permisos se adquieren principalmente a través de subastas trimestrales, con un formato de precio uniforme y oferta cerrada.

La Iniciativa destaca por su transparencia y compromiso con el programa periódico de revisiones diseñado para hacer ajustes en el mercado de permisos de emisión transables (Rahim, 2017). La implementación de la Iniciativa ha estado acompañada por una disminución del 57% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la región en el período 2005-2016. Si bien debido a la presencia de otras políticas no toda la reducción de las emisiones puede atribuirse exclusivamente a la Iniciativa, en una estimación se encontró que el total de las emisiones habría sido al menos un 24% superior si el programa no se hubiera implementado (Murray y Maniloff, 2015). En el cuadro V.8 se presentan las características principales de los permisos de emisión transables en las Américas.

**Cuadro V.8**  
**Las Américas: características de los permisos de emisión transables**  
**en algunas jurisdicciones, de 2012 al presente**

Jurisdicciones subnacionales	Permisos de emisión transables					Cobertura nacional (en porcentajes de gases de efecto invernadero)
	Permisos de emisión transables	Base impositiva	Año de inicio	Precio piso (en dólares por tonelada de CO <sub>2</sub> eq)		
California	Permisos de emisión transables de CO <sub>2</sub> eq vinculados, precio mínimo, compensación, permisos gratuitos y subasta	Emisiones	2014	14 y subiendo	85	
Quebec	Permisos de emisión transables de CO <sub>2</sub> eq vinculados, precio mínimo, compensación, permisos gratuitos y subasta	Emisiones	2014	14 y subiendo	71	
Iniciativa Regional contra los Gases de Efecto de Efecto Invernadero (RGGI)	Permisos de emisión transables de CO <sub>2</sub> integrados, precio mínimo, compensación, permisos subastados, solo sector de la energía eléctrica	Emisiones	2012	2,15	23	

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información internacional oficial.

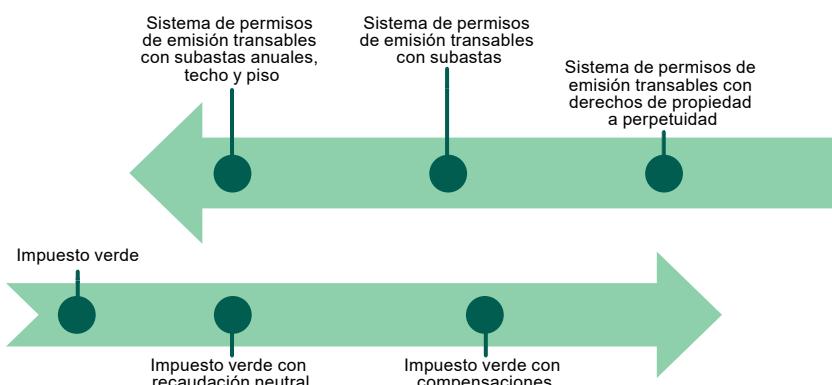
Si bien en cada país y en las jurisdicciones subnacionales hay políticas y regulaciones que tienen por objeto mitigar los gases de efecto invernadero, se estima que las iniciativas pueden tener un impacto sinérgico significativo en cuanto a reducir los costos de mitigación de dichos gases y se espera que los instrumentos de mercado (permisos y certificados) constituyan un elemento importante complementario en los esfuerzos por cumplir con la agenda climática del Acuerdo de París.

Debido a las dificultades prácticas que supone implementar los dos instrumentos puros de fijación de precio del carbono que se describieron anteriormente, se han diseñado sistemas en que se combinan características de ambos o sistemas híbridos en que se combinan los impuestos con el comercio de las emisiones. Por ejemplo, en un sistema de impuestos también puede haber límites máximos de emisiones o se pueden incorporar compensaciones como mecanismo complementario para disminuir los costos de reducción, como sucede en el caso del impuesto mexicano. Asimismo, en un sistema de permisos de emisión transables se puede establecer una banda de precios en el mercado, lo que permite dar certeza respecto al precio en el largo plazo y evitar la variabilidad. La decisión finalmente dependerá de la viabilidad política de implementar uno u otro sistema y de la voluntad de ofrecer, por una parte, certezas de largo plazo a los mercados y, por otra, cierta flexibilidad en cuanto a la operación de corto plazo.

En esencia, los sistemas híbridos de permisos de emisión transables con bandas de precio y subastas son equivalentes a los sistemas de impuestos. A su vez, los sistemas de impuestos con un límite máximo de emisión y compensaciones son equivalentes a un sistema de permisos de emisión transables. Los sistemas híbridos permiten incorporar las ventajas y atenuar las desventajas de ambos instrumentos. Además, no solo contribuyen a prevenir la volatilidad de los precios y a asegurar que las emisiones se reduzcan de forma efectiva, sino que permiten reducir la posibilidad de error de cada uno de los dos instrumentos puros (Goulder y Schein, 2013). Sin perjuicio de las ventajas que ofrecen desde la perspectiva económica, los sistemas híbridos necesariamente implican un mayor esfuerzo administrativo, lo que significa que el costo de implementación es mayor y que se debe contar con una infraestructura institucional más avanzada y un sistema de medición, notificación y verificación más complejo.

En el diagrama V.2 se presenta esquemáticamente la comparación y equivalencia de los distintos sistemas híbridos en que se aplica el instrumento de fijación de precio del carbono. En la flecha inferior se representan los impuestos y en la flecha superior se representan los sistemas de permisos de emisión transables. Los instrumentos puros de fijación de precio del carbono se ubican en los extremos opuestos de las flechas, donde aparecen el impuesto al carbono, o verde, y los permisos de emisión transables con derechos de propiedad. En la medida en que se introducen modificaciones a ambos instrumentos, estos se van acercando y son comparables. Por ejemplo, un sistema de permisos de emisión transables con subastas anuales es más cercano a un impuesto que a un sistema puro de permisos, mientras que un impuesto con compensaciones es más cercano a un sistema puro de permisos que a un impuesto.

**Diagrama V.2  
Equivalencia entre algunos tipos de sistemas híbridos de instrumentos de fijación del precio del carbono**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información internacional oficial.

En 2018, tras la formación de la Plataforma de Cooperación sobre Precios al Carbono en las Américas, tanto las entidades o jurisdicciones de la Western Climate Initiative, Inc., como Chile, Colombia, Costa Rica, México y su estado de Sonora, y el Perú han mantenido reuniones periódicas con el apoyo del Partnership for Market Readiness (PMR) del Banco Mundial y de la CEPAL, y con financiamiento de EUROCLIMA+, que es un proyecto de la Unión Europea, para apoyar la armonización de sus sistemas de medición, notificación y verificación de modo que la mutua aceptación de procedimientos facilite el comercio de emisiones en un mercado ampliado.

## 2. Medidas tributarias

### a) Impuestos relacionados con el medio ambiente en la región

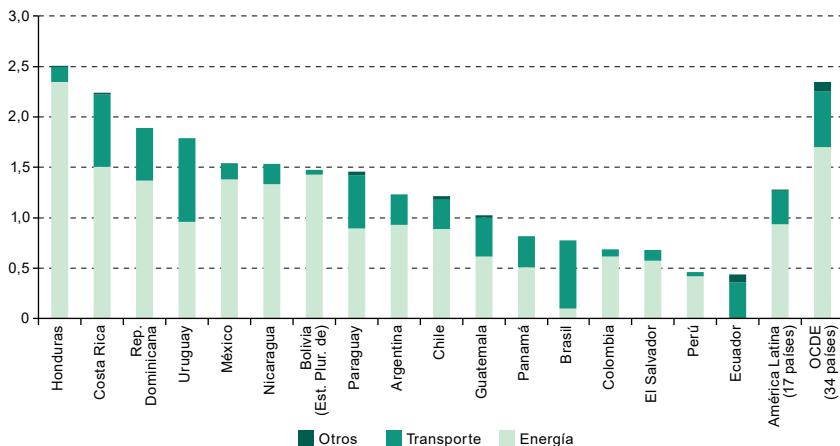
La aplicación de instrumentos de política económica a los efectos de proteger el medio ambiente, en general, y de promover la mitigación y la adaptación al cambio climático, en particular, se fundamenta en la idea de que hacer un uso sostenible de los recursos naturales tiene beneficios o de que destruir esos recursos tiene costos que no se reflejan en su totalidad cuando se forman los precios de mercado (Lorenzo, 2018). Los impuestos ambientales son un precio que se le asigna al carbono y tienen por objeto cambiar la conducta de los consumidores y los productores e internalizar el costo de los efectos secundarios que se ejercen sobre el ambiente y que implican un costo para la sociedad. El efecto último del impuesto es modificar la rentabilidad de los patrones de producción y consumo en favor de las opciones con emisiones más bajas de carbono mediante una señal que se transmite a toda la sociedad.

En la literatura económica se reconoce que los problemas de contaminación ambiental, como el deterioro de la calidad del aire y el calentamiento global, pueden corregirse, aunque sea parcialmente, mediante impuestos especiales sobre el consumo de bienes como las gasolinas y los automóviles (Ferrer y Escalante, 2014). Estos impuestos son fuentes de ingresos para el gobierno y pueden diseñarse de modo de reflejar el costo de las externalidades que los consumidores y los productores de bienes y servicios contaminantes descargan sobre otras personas. En el marco de un cambio profundo de los patrones de producción y consumo, ese diseño es parte de un redireccionalamiento que debiera ser coherente e integral y abarcar mucho más que los instrumentos de política fiscal.

En el contexto internacional, los impuestos ambientales han cobrado importancia como parte de las reformas fiscales, en particular en los países más desarrollados. En los países de América Latina y el Caribe, si bien no existen experiencias de reformas fiscales cuyo objetivo central sea ambiental, se han ido incorporando cada vez más impuestos que brindan beneficios para el medio ambiente, como los impuestos al contenido de carbono de

los combustibles fósiles, a la energía, a las emisiones de la energía, a los vehículos, y los tradicionales impuestos que se aplican a los combustibles en virtud del potencial recaudatorio que tienen debido a su baja elasticidad precio (véase el gráfico V.8)<sup>20</sup>.

**Gráfico V.8**  
**América Latina: estructura de la tributación relacionada con el medio ambiente, 2016**  
*(En porcentajes del PIB)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe*, 2019 (LC/PUB.2019/8-P), Santiago, 2019.

El impuesto sobre los combustibles es el principal tributo relacionado con el medio ambiente en los países de la región. En general, este tipo de tributo genera la mayor parte del total de la recaudación que se obtiene por impuestos relacionados con el medio ambiente. Además, en varios países se han adoptado medidas de contención del uso del transporte urbano privado, lo que constituye también una medida de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (Lorenzo, 2016).

El uso del automóvil y el consumo de combustibles asociados producen problemas y externalidades no solo debido al deterioro de la calidad del aire y las consecuencias sobre la salud de las personas, sino también por la congestión vehicular, la accidentalidad vial en los grandes centros urbanos e incluso los costos asociados a la dotación y el mantenimiento de la infraestructura destinada a la movilidad motorizada privada. Estas externalidades hacen

<sup>20</sup> La baja elasticidad precio es una característica que los combustibles fósiles tradicionalmente han compartido con otros bienes que son adictivos, como el alcohol y el tabaco. Más recientemente se ha reconocido que el azúcar que contienen los alimentos y las bebidas también tiene esta característica. El azúcar interesa no porque sea contaminante, sino porque los problemas que causa, como la obesidad y la diabetes, recaen sobre los sistemas públicos de salud y sobre la capacidad productiva de la sociedad.

que los impuestos sobre los automóviles y los combustibles sean un tema relevante para los responsables de tomar las decisiones en el ámbito público y un reto para quienes diseñan el impuesto.

Estimar el nivel óptimo del impuesto es complejo, pues depende de elementos técnicos, científicos y de política pública, así como también de la metodología utilizada en la estimación. Existen muchas estimaciones, pero de acuerdo con el *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*, liderado por los economistas Joseph Stiglitz y Nicolas Stern, un precio que sería compatible con el logro de los objetivos del Acuerdo de París variaría entre 40 y 80 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> en 2020, y entre 50 y 100 dólares en 2030 (Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono, 2017). Existen otras consideraciones, como los efectos en la competitividad, el impacto distributivo, la coherencia con otros instrumentos y, sobre todo, la viabilidad política.

Actualmente los impuestos varían mucho según el país y la jurisdicción (véase el cuadro V.9). En cada uno de los países considerados existen reglamentaciones que en realidad permiten rebajar la base imponible. Por ejemplo, en Columbia Británica, toda la recaudación se recicla hacia los agentes económicos; en consecuencia, la carga final es considerablemente inferior a la que reflejan los valores del cuadro, ya que los ingresos permiten reducir otros impuestos (Murray y Rivers, 2015). Otro ejemplo es Suecia, país donde en 1991 se implementó el impuesto al CO<sub>2</sub> más alto del mundo, pero se otorgaron exenciones y otros beneficios que redujeron la tasa efectiva a 11 euros por tCO<sub>2</sub> en 1990-2004 (Lundgren y Marklund, 2010). El impuesto llegó a 105 euros y 132 euros por tCO<sub>2</sub> en 2001 y 2017, respectivamente.

**Cuadro V.9**  
**Columbia Británica (Canadá) y 15 países seleccionados: tasa**  
**del impuesto al carbono, 2017**  
*(En dólares por tCO<sub>2</sub>eq)*

Jurisdicción	Jurisdicción
Columbia Británica	24
Chile	5
Dinamarca	27
Finlandia	69-73
Francia	36
Islandia	12
India	6
Irlanda	24
Japón	3
México	1-3
Noruega	3-56
Portugal	8
Reino Unido	24
Sudáfrica	8,5
Suecia	132
Suiza	87

**Fuente:** Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea]  
<https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>.

Se observa que el valor del impuesto al carbono de los combustibles fósiles en la región (3 dólares en México, 5 dólares en Chile) no es lo suficientemente significativo como para cambiar la conducta del consumidor. No obstante,

este impuesto no deja de ser una señal de la dirección en que la sociedad desea avanzar respecto del uso de estos combustibles. Para que este impuesto tuviera carácter disuasivo y se acercara al valor de la externalidad, su valor tendría que ser de al menos entre 40 y 100 dólares por tonelada. La baja elasticidad precio hace que los gobiernos opten por asignar un valor muy bajo a este impuesto y es por ello que es solo moderadamente recaudatorio y poco descarbonizador.

En 2008, en la provincia canadiense de Columbia Británica se comenzó a aplicar un impuesto amplio a todos los combustibles con una tasa que se calcula sobre la base del contenido de carbono de estos. Fue la primera experiencia de impuesto al CO<sub>2</sub> en las Américas y su característica principal es que es neutral desde el punto de vista de los ingresos. Prácticamente toda la recaudación se devuelve a los hogares y agentes económicos. Esto permitió alcanzar un acuerdo político amplio para implementarlo. En consecuencia, es un impuesto relativamente alto comparado con el que se aplica en otras jurisdicciones: en 2017 fue de 24 dólares por tCO<sub>2</sub>eq y está planificado que en 2022 aumente a 39 dólares (Murray y Rivers, 2015).

A pesar de que en casi todas las jurisdicciones de las Américas existen impuestos que se aplican a los combustibles, sobre todo a los usos destinados al transporte, solo en cinco países se ha implementado un impuesto explícito al CO<sub>2</sub>, por motivos que difieren entre un país y otro. Esos países son la Argentina, Canadá, Chile, Colombia y México. Hay diferencias menores, aunque relevantes, en la estructura que el impuesto tiene en los cinco países y la infraestructura institucional que hay en ellos. Los países de América Latina en que se han implementado impuestos a los combustibles sobre la base del contenido de carbono son la Argentina, Colombia y México. En los dos primeros el impuesto aumenta de forma progresiva hasta llegar a 10 dólares por tCO<sub>2</sub>eq. El impuesto de Colombia es relativamente acotado: abarca todos los combustibles excepto el gas natural (en la generación de energía) y el carbón, por lo que solo cubre el 20% de las emisiones (40 millones de toneladas). No obstante, presenta la novedad de que todos los ingresos, estimados en 160 millones de dólares al año, irán a un fondo para el medio ambiente.

En México, el impuesto es de apenas 1 a 3 dólares por tCO<sub>2</sub>eq y, al igual que en Colombia, el gas natural está exento. El impuesto fue un primer paso en el diseño de otros sistemas de instrumentos destinados a fijar un precio para el carbono y ha servido a los efectos de crear una infraestructura institucional que permita integrar los sistemas de permisos de emisión transables de la Western Climate Initiative, Inc., aspecto que ha sido declarado como objetivo principal. El 1 de octubre de 2019 se publicaron las bases para el funcionamiento de un mercado de emisiones (SEMARNAT, 2019). Si el país se vincula al sistema de la Western Climate Initiative, Inc. habrá

que aumentar, al menos implícitamente, el precio del CO<sub>2</sub>. En el sistema de permisos de emisión transables integrado por California y Quebec existe un precio mínimo de 14 dólares por tCO<sub>2</sub>. Es de esperar, sin embargo, que modificar el valor del impuesto resulte difícil, pues tanto el gobierno anterior como el actual se han comprometido a no modificar el nivel tributario, en el marco de una política destinada a no aumentar la presión fiscal.

En Chile, la base del impuesto al carbono son las emisiones en la fuente, sin importar cuál sea el contenido de carbono del combustible o el sector que emite. Este modelo es más complicado que tomar como base del impuesto el contenido de carbono de los combustibles fósiles. Aplicar este impuesto implicó adecuar la institucionalidad para medir o estimar las emisiones a nivel de la fuente, a fin de poder cobrar el impuesto en coordinación con el Ministerio de Hacienda. Esto podría allanar el camino para que el país transitara hacia sistemas complementarios, como los de compensaciones o incluso los de permisos de emisión transables (Pizarro, Pinto y Ainzúa, 2018a y 2018b). En el cuadro V.10 se presentan las características principales de estos impuestos.

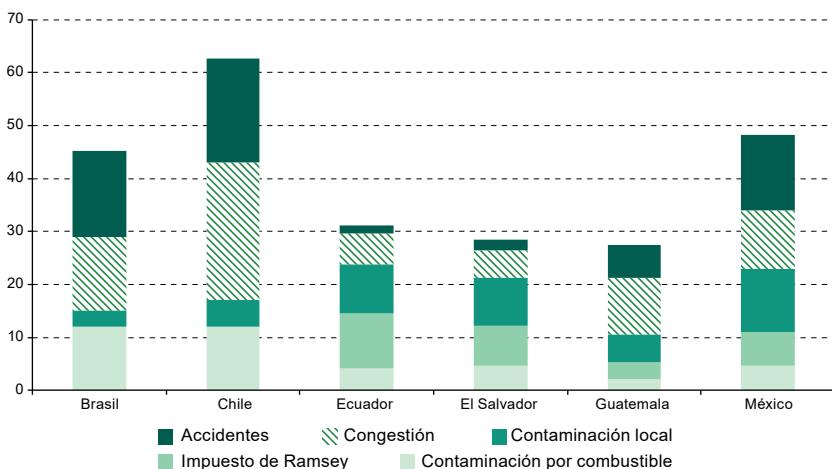
**Cuadro V.10**  
**Columbia Británica (Canadá) y América Latina (4 países): características de los impuestos al carbono, de 2008 al presente**

Jurisdicciones nacionales y subnacionales	Impuesto al CO <sub>2</sub>	Base impositiva	Año de inicio	Tasa impositiva (en dólares por tCO <sub>2</sub> ,eq)	Cobertura nacional (en porcentajes de gases de efecto invernadero)
Argentina	Impuesto al combustible, contenido de carbono. Título III de la Ley núm. 23.966.	Compra y venta de combustibles fósiles. Todos los sectores, excepto los biocombustibles.	2018	1-10 (2019-2028)	40
Colombia	Impuesto al combustible, contenido de carbono. Art. 221 de la Ley núm. 1819, diciembre de 2016.	Compra y venta de combustibles fósiles. Todos los combustibles, excepto el carbón y el gas natural para la generación de energía.	2017	5	20
Chile	Impuesto a las emisiones. Art. 8 de la Ley núm. 20.780 y su posterior simplificación, Ley núm. 20.899.	Emisión en calderas o turbinas (>50 MW). Todos los sectores y combustibles fósiles, excepto la biomasa.	2017	5	42
México	Impuesto al combustible, contenido de carbono.	Compra y venta de combustibles fósiles. Todos los combustibles excepto el gas.	2014	1-4	30
Columbia Británica	Impuesto con ingreso neutral	Todos los combustibles con excepciones mínimas.	2008	24	70

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información internacional oficial.

En el gráfico V.9 se presentan estimaciones sobre el nivel que debería tener un impuesto óptimo a las gasolinas que incorporara el costo social de la contaminación local, de la accidentalidad y de los efectos sobre la salud, entre otros. Por ejemplo, hay estimaciones sobre El Salvador y Guatemala que indican que la congestión vial y la contaminación local son los elementos más relevantes al considerar un impuesto a los combustibles (Hernández y Antón, 2014).

**Gráfico V.9**  
**América Latina (6 países): valor que debería tener el impuesto a la gasolina para reflejar los costos externalizados, varios años**  
*(En centavos de dólar por litro)*



**Fuente:** F. Hernández y A. Sarabia, “El impuesto óptimo a la gasolina en Guatemala”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2018/65), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018; I. Parry y otros, *Getting Energy Prices Right: From Principle to Practice*, Washington, D.C., Fondo Monetario Internacional (FMI), 2014; A. Sarabia y F. Hernández, “Optimal gasoline tax in developing, oil-producing countries: the case of Mexico”, *Energy Policy*, vol. 67, Amsterdam, Elsevier, 2014.

**Notas:** Los impuestos son en precios de 2011 en lo que respecta a México, El Salvador y el Ecuador, de 2010 en cuanto al Brasil y Chile, y de 2016 respecto de Guatemala.

En el cuadro V.11, se presenta una síntesis de los impuestos o instrumentos fiscales relacionados con el ambiente que se aplicaron en países de América Latina y el Caribe entre 1991 y 2018.

**Cuadro V.11**  
**América Latina y el Caribe (19 países): instrumentos fiscales que benefician el ambiente, 1991-2018**

País	Años	Medida tributaria
Argentina	2013 y 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto promedio del 10%, en un rango de entre el 30% y el 50%, dependiendo del tipo de vehículo, a automóviles y motocicletas de alta gama, embarcaciones y aeronaves deportivas.</li> <li>• Impuesto al combustible con base en el contenido de carbono.</li> </ul>
Bolivia (Estado Plurinacional de)	2007 y 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alícuota adicional del 12,5% a la minería mediante reforma en el impuesto sobre la renta de las empresas.</li> </ul>
Brasil	2013 y 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuestos a la energía eléctrica.</li> <li>• Aumento en tasas de impuestos sobre productos industrializados para vehículos de transporte de pasajeros.</li> </ul>
Chile	2005, 2014 y 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la reforma tributaria de 2014 se incluyó un impuesto a la venta de vehículos nuevos, de acuerdo con la eficiencia energética urbana de cada uno de ellos expresada en km/l, con el objetivo de cobrar el daño ambiental de los vehículos durante su vida completa.</li> <li>• Impuesto de 5 dólares por tonelada de carbono emitida por las empresas generadoras con capacidad instalada superior a 50 MW.</li> <li>• Impuesto progresivo a la explotación minera cuyas ventas superan las 12.000 toneladas anuales de cobre fino. El impuesto varía entre el 0,5% y el 34,5% dependiendo del monto de las ventas y, a partir de las 50.000 toneladas, en función del margen de operación.</li> </ul>
Colombia	1993, 2014 y 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de una contribución parafiscal para atenuar las fluctuaciones de los precios de los combustibles.</li> <li>• Aplicación de tasas retributivas por la contaminación hídrica.</li> <li>• Aplicación de regalías por producción petrolera.</li> <li>• Aplicación de tasas por la explotación forestal cuando la reforestación no compensa el agotamiento del recurso.</li> <li>• Impuesto al carbono contenido en hidrocarburos.</li> </ul>
Costa Rica	2009 y 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto de 25 dólares en cada envío de exportación de mercancía por vía terrestre.</li> </ul>
Cuba	2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto del 35% sobre la renta de las empresas (50% en el caso de los recursos naturales).</li> </ul>
Ecuador	2011 y 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto a la contaminación vehicular.</li> <li>• Nueva tarifa progresiva del impuesto al consumo específico, que es menor en el caso de los vehículos híbridos y eléctricos.</li> <li>• Impuesto de 0,02 dólares por unidad a las botellas de plástico no retornables.</li> </ul>
El Salvador	2009 y 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo impuesto <i>ad valorem</i> al primer registro de vehículos: automotores: del 1% al 8%; navales: del 2% al 10%; aéreos: del 2% y el 5%</li> <li>• Nuevo impuesto <i>ad valorem</i> a la venta de combustible sobre la base del precio internacional del petróleo.</li> </ul>
Guatemala	2012 y 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se definió un impuesto específico a la primera matrícula de vehículos automotores terrestres.</li> <li>• Impuesto sobre la circulación de vehículos terrestres, marítimos y aéreos.</li> </ul>
Honduras	2011, 2012 y 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción de sobretasa (ecotasa) que grava la importación de vehículos usados de entre 5.000 y 10.000 lempiras.</li> <li>• Aumento del impuesto a la importación de petróleo y derivados.</li> <li>• Reducción del subsidio a la electricidad.</li> <li>• Impuesto sobre la renta de las empresas extranjeras de transporte aéreo, terrestre y marítimo. La tasa corresponde al 10% del total de los ingresos brutos anuales provenientes de Honduras.</li> </ul>

Cuadro V.11 (conclusión)

País	Años	Medida tributaria
México	1991, 2013 y 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de un impuesto a la enajenación y a la importación de combustibles fósiles, según su contenido de carbono. El valor promedio del impuesto es de 3 dólares por tonelada de carbono emitida (reforma hacendaria de 2013); el gas natural está exento porque se considera limpio.</li> <li>• Reforma del impuesto al valor agregado: se aplica una tasa del 16% al transporte foráneo de pasajeros.</li> <li>• Impuesto a la actividad de explotación y extracción de hidrocarburos.</li> <li>• Impuesto sobre los desechos de aguas residuales en cualquier cuerpo receptor (terrenos, ríos, mares y otros).</li> <li>• Pago de derechos con el objeto de proteger los arrecifes.</li> </ul>
Nicaragua	2009 y 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la tasa del impuesto que se aplica a los vehículos.</li> </ul>
Panamá	2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforma del impuesto al valor agregado: se aplica una tasa del 16,5% al consumo de electricidad de las empresas.</li> </ul>
Perú	2007 y 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción de tasas diferenciadas en el Impuesto Selectivo al Consumo (ISC). Dichas tasas se aplican sobre los combustibles como el diésel, la gasolina y el keroseno, teniendo en cuenta su grado de nocividad.</li> <li>• Eliminación de la tasa del 10% de ese impuesto sobre la importación de autos nuevos que utilicen gas natural o gasolina como combustible.</li> </ul>
República Dominicana	2012-2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del impuesto especial a los hidrocarburos con la introducción de una tasa <i>ad valorem</i>.</li> </ul>
Trinidad y Tabago	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto del 0,1% sobre los ingresos brutos de las empresas petroleras. Lo que se obtiene del impuesto se destina a un fondo verde.</li> </ul>
Uruguay	2012 y 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de las tasas máximas del Impuesto Específico Interno (IMESI) aplicable a los vehículos automotores.</li> </ul>
Venezuela (República Bolivariana de)	2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impuesto del 33,33% a la extracción de hidrocarburos.</li> </ul>

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2014: hacia una mayor calidad de las finanzas públicas* (LC/L.3766), Santiago, 2014.

Una de las ventajas de los impuestos a la producción y el consumo es que es sencillo implementarlos, sobre todo cuando se aplican a los combustibles. A diferencia de otros sistemas más sofisticados, como los permisos de emisión transables (impuesto a las emisiones), no se requiere de un sistema complejo de medición, notificación y verificación, y se pueden aplicar mediante el sistema vigente de administración tributaria. Un impuesto sobre el carbono es un impuesto pigouviano por excelencia, que permite internalizar el costo externo no contabilizado del CO<sub>2</sub> que se emite a partir de una actividad económica (Metcalf y Weisbach, 2009).

Una de las lecciones que se aprenden del caso de México y Chile es que los impuestos al carbono no deben diseñarse como modificaciones que se hacen una sola vez: es mejor que se prevea un aumento progresivo en el tiempo desde el momento mismo de su introducción, pues eso los convierte en una señal de dirección mucho más potente. Si se aprueba un impuesto

con una tasa baja y no se prevé dicho aumento, será políticamente más difícil acordar los aumentos que lo conviertan en una palanca efectiva de cambio, sobre todo en el marco de un período de atonía en el crecimiento económico de la región como el de la segunda mitad de la década de 2010.

En el mapa V.1 se muestran las jurisdicciones del mundo donde ha habido iniciativas relacionadas con el precio del carbono.

**Mapa V.1**

**Jurisdicciones donde hay iniciativas relacionadas con el precio del carbono, 2019**



- Se ha implementado un régimen de comercio de derechos de emisión o está previsto hacerlo
- Se ha implementado un impuesto sobre el carbono o está previsto hacerlo
- Se está considerando implementar un régimen de comercio de derechos de emisión o un impuesto sobre el carbono
- Se ha implementado un régimen de comercio de derechos de emisión y un impuesto sobre el carbono o está previsto hacerlo
- Se ha implementado un impuesto sobre el carbono o está previsto hacerlo; se está considerando implementar un régimen de comercio de derechos de emisión
- Se ha implementado un régimen de comercio de derechos de emisión o está previsto hacerlo; se está considerando implementar un impuesto sobre el carbono

Fuente: Banco Mundial, *State and Trends of Carbon Pricing 2019*, Washington, D.C., 2019.

En las ciudades se puede fortalecer la acción climática por medio de los instrumentos fiscales que se encuentran al alcance de estas. El crédito con garantía basada en la recaudación futura del impuesto predial revalorizado por efecto de obras públicas se ha aplicado con buenos resultados a los efectos de fomentar la adaptación a las inundaciones en la zona central de Barranquilla (Colombia). La revaluación predial de zonas degradadas (gentrificación) del centro histórico de la Ciudad de México ha sido efecto de la inversión pública concretada en la introducción del Metrobús, que redujo el tránsito vehicular, mejoró la movilidad pública y peatonal, y bajó los niveles de ruido

y contaminación, lo que atrajo residentes y negocios de mayor ingreso<sup>21</sup>. De este modo se produce un círculo virtuoso —medidas de compensación para los afectados mediante— en que se refuerzan la inversión pública y las finanzas locales, se reutiliza la ciudad, se mitigan las emisiones gracias a la menor demanda de viajes, se vuelven viables las opciones de movilidad con más bajas emisiones de carbono en las zonas consolidadas y se gana en calidad de vida urbana.

Otra posibilidad de usar los instrumentos fiscales de un modo más amigable es que el gobierno de la ciudad cree reservas territoriales para construir servicios e intercambios modales en los sistemas de transporte público y que se autorice la inversión privada para la construcción de estos servicios mediante el pago de derechos a la tesorería local. De este modo, los nodos de transporte público, dotados de servicios y estacionamientos vinculados a las finanzas públicas, podrían contribuir a financiar la mejora de los sistemas de dicho transporte mediante el pago de los derechos y las tarifas de los locatarios, clientes y usuarios de modos privados de movilidad que pasen a usar los servicios de los nodos. El 30% de los usuarios de automóviles podrían combinar sus formas de movilidad con tramos de transporte público y de ese modo financiar la ciudad. Este efecto es similar al del impuesto al carbono, pero, a diferencia de este, ofrece contraprestaciones directas al usuario.

Hay nuevos instrumentos a disposición de las ciudades que permiten aumentar la densificación urbana y, al mismo tiempo, recaudar fondos que caen dentro de la categoría tributaria de los derechos. La importancia de estos instrumentos crece con rapidez en donde han sido implementados. Tal es el caso del otorgamiento oneroso del derecho de construir (OODC) y de los certificados de potencial adicional de construcción (CEPAC). Ambos equivalen a crear suelo en la altura, y la ciudad los vende al sector privado mediante un precio fijado previamente (OODC) o mediante subasta (CEPAC)<sup>22</sup>. La combinación de estos mecanismos con los planes locales de ordenamiento territorial, si estos promueven un desarrollo basado en el transporte masivo, así como la densificación y la diversificación de usos, podría ser una ayuda eficaz para reducir la demanda de viajes privados en las ciudades y las emisiones de contaminantes locales y de gases de efecto invernadero.

<sup>21</sup> La gentrificación o expulsión de habitantes de bajos ingresos debe compensarse. En la Ciudad de México se considera introducir restricciones normativas que permitan mantener un balance entre la vivienda social y la destinada a personas de mayores ingresos en las construcciones que mejoren la habitabilidad y densifiquen la ciudad. Pero la revaluación predial tiene otros efectos no deseables, como la expulsión de propietarios de viviendas que no tienen los ingresos para pagar los nuevos impuestos prediales; en estos casos, la recuperación del valor debiera ocurrir cuando se venden las propiedades y no con base en el impuesto predial que se aplica a los predios revalorizados de los habitantes ya establecidos.

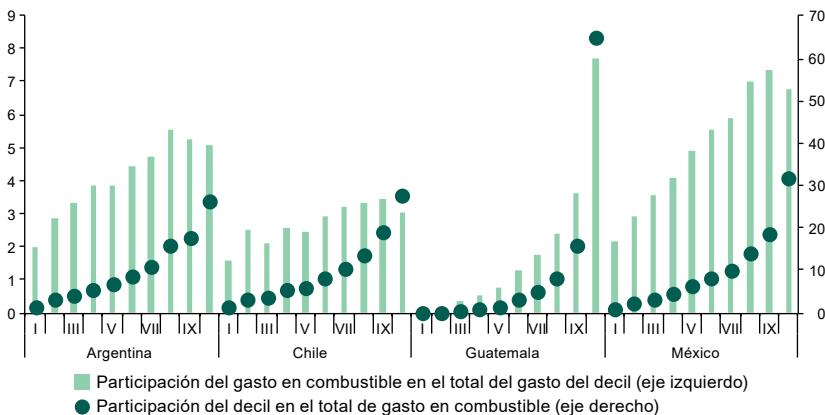
<sup>22</sup> Esto conlleva el riesgo de crear oligopolios de dueños de los derechos de desarrollo urbano una vez que estos procesos tengan la escala suficiente.

## b) Reducción de los subsidios a la energía en América Latina

Los subsidios son gastos fiscales directos (efectivamente desembolsados) o gastos tributarios (recursos no recaudados) que, aplicados a la energía, aumentan la rentabilidad del productor, pues abaratan los precios que los consumidores pagan, favorecen el consumo y amplían el mercado del productor. Se establecen con el argumento de que favorecen al consumidor más pobre, pero, en realidad, lo benefician en un contexto de gran regresividad, pues el mayor beneficio lo obtienen los que más consumen, que son los hogares de mayores ingresos y los que tienen las tasas más altas de motorización, cuando se trata del consumo directo (véase el gráfico V.10). En el caso del consumo intermedio, es decir, el que se destina a la generación, el proceso es el mismo solo que se supone que la disminución del precio se refleja en las tarifas eléctricas que paga el consumidor. Normalmente también se otorgan subsidios al consumo de electricidad que, cuando coexisten con los anteriores, acumulan un doble incentivo para el consumo energético.

Gráfico V.10

**Argentina, Chile, Guatemala y México: estructura del consumo directo de combustibles fósiles para el transporte (gasolina, diésel y biodiésel), 2012-2016**  
(En porcentajes)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de encuestas de ingresos y gastos de los hogares.

**Nota:** Los datos de la Argentina se obtuvieron de la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGHo) del período 2012-2013, los de Chile provienen de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) de 2016, los de Guatemala surgen de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (Encovi) de 2014, y los de México corresponden a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares de 2016.

El subsidio al consumo, en particular al de las empresas (consumo intermedio) y al de los hogares (consumo final), ocurre cuando el precio se fija por debajo de un precio de referencia internacional, con lo que se produce un gasto tributario, o bien cuando el país que importa hidrocarburos desembolsa

una porción del precio al consumidor. El subsidio a los productores ocurre cuando los precios que los proveedores reciben están por encima del precio de referencia (FMI, 2013). El subsidio incentiva la producción de fósiles porque los hace más rentables, o incentiva el consumo porque los hace más baratos.

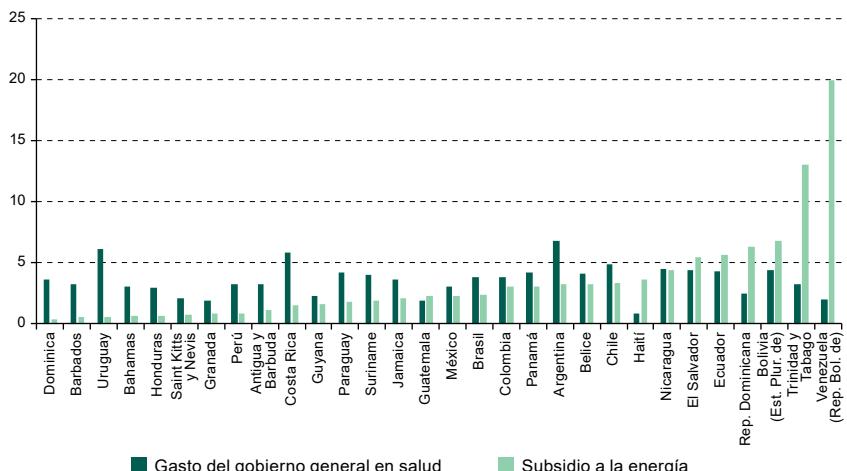
Los subsidios a la energía son un fenómeno mundial, y en América Latina y el Caribe muchos países otorgan subsidios al consumo de los productos derivados del petróleo, el gas y la electricidad. En la mayor parte de los países se comienzan a aplicar subsidios luego de la devaluación del tipo de cambio o para suavizar el impacto que los aumentos importantes de los precios del petróleo o las grandes fluctuaciones de estos tienen en la economía interna (lo que también afecta los costos de la generación de electricidad) (Fanelli, Jiménez y López, 2015), y después esos subsidios se quedan para siempre. También se otorgan para sostener la rentabilidad de ciertas actividades consideradas beneficiosas desde el punto de vista económico o social, como sucede con los subsidios al transporte carretero o a la pesca artesanal. Desde una perspectiva ambiental, esto aumenta el efecto destructivo sobre la producción natural de los ecosistemas y su capacidad de absorción y regeneración.

La pertinencia de mantener los subsidios a los combustibles fósiles se ha cuestionado a causa de la preocupación por el calentamiento global debido al consumo mundial de hidrocarburos y sus repercusiones sobre la contaminación, así como por el carácter regresivo de los subsidios y el costo que conlleva llegar a la población objetivo. Las nuevas condiciones internacionales señalan la necesidad de contener la demanda de estos combustibles por medio de instrumentos fiscales o de sustituirla por fuentes de energía menos contaminantes (Naciones Unidas, 2012; Mendoza, 2014).

Se estima que en 2017 los subsidios a los combustibles fósiles representaron alrededor del 6,5% del PIB mundial (Coady y otros, 2019), porcentaje que fue mayor en los países exportadores de petróleo. En varios países de América Latina, los subsidios a la energía son elevados y en 2015 representaron en promedio el 3,4% del PIB (véase el gráfico V.11). Los subsidios, que son regresivos, junto con la elusión y la evasión fiscal, que también son regresivas, suman alrededor del 10% del PIB en América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019a).

Los altos precios del petróleo de la década de 2000 constituyeron un incentivo para que se aplicaran subsidios al precio y al consumo de hidrocarburos, a pesar del alto costo fiscal, los efectos no transparentes sobre la eficiencia, y la regresividad de la distribución (Di Bella y otros, 2015).

**Gráfico V.11**  
**América Latina y el Caribe: subsidios a la energía y gasto en salud**  
**del gobierno general, 2015**  
*(En porcentajes del PIB)*

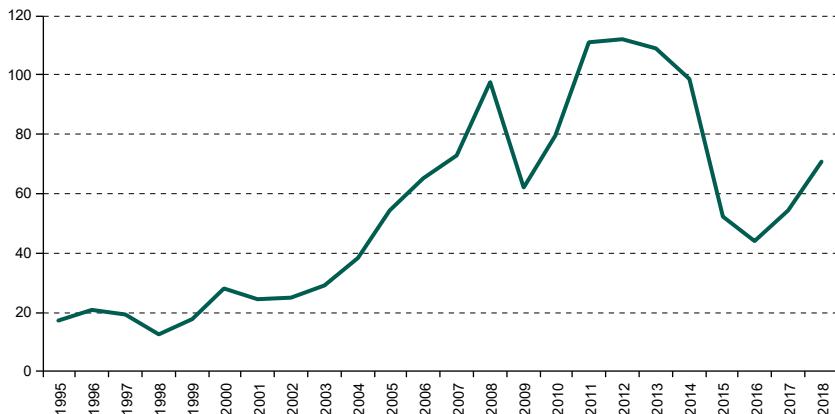


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de D. Coady y otros, “How large are global energy subsidies?”, *IMF Working Paper*, N° 15/105, Washington, D.C., Fondo Monetario Internacional (FMI), 2015; Banco Mundial, *World Development Indicators* (WDI) [en línea] <http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>.

Sin embargo, el descenso transitorio del precio de los combustibles en el período 2012-2016 (véase el gráfico V.12), la demanda de un mayor espacio fiscal y el convencimiento de que el consumo de combustibles fósiles tiene un efecto sobre el calentamiento global han fortalecido los argumentos en favor de usar la política fiscal para reducir dicho consumo mediante las variadas formas de aplicar un valor fiscal al carbono. Se afianza gradualmente la idea de que los subsidios a los hidrocarburos no son una herramienta ideal. Sin embargo, el apego social a los combustibles fósiles no es menor y esto hace que la elasticidad precio de estos sea baja y que su elasticidad ingreso sea alta. Reducir o eliminar los subsidios supone una gran cantidad de retos, y el abordaje de este tema ha estado cargado de torpezas. Esto se pudo observar en 2019 en Francia, cuando surgió la rebelión de los chalecos amarillos frente al incremento de los precios del diésel como resultado del aumento del impuesto a los hidrocarburos y, más recientemente, en el Ecuador, cuando se eliminaron de forma abrupta los subsidios al diésel y a la gasolina sin compensación social transicional alguna, sin secuenciación y sin información sobre el destino de los recursos ahorrados<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> La reducción de estos subsidios, sobre la base de los cuales se toman muchas decisiones de consumo e inversión, debiera ir acompañada de la creación de bienes sustitutos y complementarios, y de compensaciones monetarias a los grupos más afectados. Por ejemplo, hacer una transferencia plana a las personas en sustitución del subsidio al combustible tendría un efecto progresivo de compensación, pues representaría una porción mayor del ingreso de las personas de ingresos bajos que del de las que tienen ingresos altos. Parte del ahorro fiscal puede destinarse a esta medida de compensación. Los bienes sustitutos podrían ser medios de transporte que ofrecieran la suficiente calidad, confiabilidad y seguridad como para sustituir efectivamente la demanda de movilidad motorizada privada.

**Gráfico V.12**  
**Evolución anual del precio medio del petróleo crudo, 1995-2018**  
*(En dólares por barril)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).

**Nota:** Los precios que se indican en el gráfico corresponden al petróleo crudo UK Brent, mezcla liviana, gravedad API 38°, precio al contado, franco a bordo (FOB) en puertos del Reino Unido.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como la agenda que surgió a partir del Acuerdo de París, que dio lugar a las CDN destinadas a enfrentar el cambio climático, han colocado en la agenda pública la reforma de los subsidios a la energía de una manera más clara. No obstante, existen elementos de política económica que deben tenerse en cuenta para lograr una reforma viable, entre los que destacan los siguientes: i) crear opciones alternativas frente a la reducción del consumo de combustibles fósiles, como mejorar los sistemas de transporte público y electrificarlos con base en fuentes renovables; ii) despolitizar el precio de los combustibles en los países ricos en recursos; iii) combinar la reducción con compensaciones destinadas a la transición, diferenciadas según se trate de consumidores o productores, y iv) llevar a cabo estas reformas en momentos de bajo consumo o precios bajos, para así reducir el impacto directo y la resistencia a ellas (Cottrell, 2014).

En síntesis, la supresión de los subsidios reduce la rentabilidad de la producción de hidrocarburos, así como la venta y el consumo, según cuál sea la sensibilidad precio e ingreso en cada país, además de mejorar la rentabilidad relativa de las energías renovables frente a la de las fósiles.

## E. Los flujos de financiamiento climático en la región

### 1. El papel de la banca de desarrollo

El sector financiero desempeña un papel clave a la hora de modificar las rentabilidades relativas en favor de la inversión con más bajas emisiones de carbono a los efectos de avanzar hacia el cumplimiento de las metas del Acuerdo de París. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se negoció con la convicción de que se debía aumentar la oferta de financiamiento climático dirigida a los países en desarrollo, con recursos de los países que se mencionan en el anexo II de ese documento. La hipótesis dominante era que no habría recursos disponibles suficientes para hacer inversiones con bajas emisiones de carbono, debido a que estas son menos rentables que otras debido al costo adicional que implican. A lo largo de la historia de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto han ido surgiendo pequeños fondos dirigidos a las muchas variantes de la mitigación y se ha creado un fondo de adaptación.

Luego de la crisis financiera de 2008, del impulso a la recuperación con base en el aumento de la liquidez global y de la disminución de la rentabilidad de los proyectos no climáticos, el argumento de la falta de fondos no se sostiene y ha dado paso a dos enfoques. En uno de ellos se argumenta que no hay proyectos que sean lo suficientemente rentables y que estén estructurados de modo que el sistema financiero pueda apoyarlos. En este enfoque se supone que el funcionamiento del sistema financiero es neutro y que sus procedimientos no se tienen que ajustar a la emergencia climática, sino que corresponde a los responsables de los proyectos encontrar la forma de hacerlos rentables. En el otro enfoque se esgrime que en el sistema financiero no se contabilizan los daños ni los riesgos que no tienen valor de mercado, ni se reconocen los aportes y la reducción de riesgos que conllevan las inversiones con más bajas emisiones de carbono. Desde este punto de vista, el sistema financiero debe ajustarse a la nueva realidad que marca el cambio climático.

Corresponde al primer enfoque la creación de pequeños fondos climáticos que, con recursos fiscales de países desarrollados, ayudan a rentabilizar proyectos que de otro modo no serían rentables. Estos fondos son gestionados sobre todo por el Banco Mundial, sobre la base del modelo establecido en el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, mecanismo financiero de varias convenciones ambientales. Gracias a los fondos climáticos, el sistema financiero internacional y las bancas de desarrollo, uno primero y las otras después, han aprendido a financiar proyectos apoyados en la reducción del riesgo que ofrecen y han promovido iniciativas al respecto. Estos fondos están diseñados para iniciar y sostener una etapa de proyectos piloto que ya ha durado una generación. En ausencia de ellos, la banca no

estaría financiando proyectos climáticos, salvo que fueran rentables por otras razones, como el avance tecnológico en las energías eólica y fotovoltaica. Sobre la base de la misma lógica en que se fundan esos fondos previos, pero con una mayor ambición, en virtud del Acuerdo de París se creó el Fondo Verde para el Clima a fin de lograr una financiación de mediano plazo de 100.000 millones de dólares anuales movilizados.

Con relación al segundo enfoque, el grupo de trabajo sobre el sector financiero del G20 presidido por China renovó la discusión sobre el papel del sector y puso de manifiesto la existencia de nuevos tipos de riesgo que en él se deben afrontar: los riesgos físicos que el calentamiento global impone a la infraestructura y a la inversión (por ejemplo, la subida del nivel del mar, las sequías y el estrés hídrico); los riesgos tecnológicos de las actividades cuyo mercado puede desaparecer de forma abrupta y cuyas inversiones pueden convertirse rápidamente de activos en pasivos (activos varados), y los cambios en las preferencias de los inversionistas por motivos relacionados con la reputación. Asimismo, se señaló la conveniencia de combinar con el crédito instrumentos como los bonos, a fin de empalmar los plazos de maduración de los proyectos y avanzar hacia la definición del financiamiento climático y los riesgos.

El Club Internacional de Instituciones Financieras para el Desarrollo (IDFC) también debió informar sobre su alineación con los objetivos de la CMNUCC y del Acuerdo de París, y cuantificar la proporción de sus carteras comprometida con el financiamiento de proyectos que llevaban emisiones más bajas de carbono. Se han ido acordando definiciones sobre los proyectos que son aptos para la mitigación y la adaptación, aunque con limitaciones importantes. Hasta la fecha, ninguna banca ha informado sobre el financiamiento climático neto y son pocos los bancos en que se han elaborado listas de exclusión de proyectos que ya no reciben financiamiento por ser nocivos para la labor climática.

La coalición de los principios de Helsinki es un paso más en la dirección correcta. En esos principios se aboga sobre todo por avanzar hacia la aplicación de mecanismos de fijación del precio del carbono, hacia la reducción de los subsidios perjudiciales para la lucha contra el cambio climático y hacia un mejor monitoreo del financiamiento climático por parte de los gobiernos y los sistemas financieros.

El desarrollo del segundo enfoque, que conduce a mejorar los procesos y las capacidades en el sector financiero, hace evidentes las posibilidades de internalizar el riesgo climático, aplicar un precio social al carbono, distinguir las tasas de descuento, diversificar las garantías destinadas a este tipo de proyectos, establecer pisos tecnológicos o mínimos y técnicas de operación para cierto tipo de proyectos en materia de emisiones y excluir inversiones con altas emisiones de carbono aunque sean rentables, de modo que tanto

los financiadores como los proyectos se puedan encontrar en un terreno más cercano. De este modo, el sector financiero va pasando a ser un actor del cambio de las rentabilidades relativas y no un observador en un mundo que va cambiando.

Fortalecer el segundo enfoque, que supone un sistema financiero activo, implica que el conjunto del financiamiento se vaya tornando sensato desde el punto de vista climático, más allá de los magros fondos que la cooperación internacional ha puesto a disposición, que son totalmente insuficientes para la magnitud del cambio que requiere el Acuerdo de París.

## 2. Algunas estimaciones sobre la inversión necesaria

A nivel mundial, el monto de los recursos destinados a cubrir las necesidades financieras de los compromisos condicionales y de los incondicionales que se proponen en las CDN podría superar los 4 billones de dólares (Weischer y otros, 2016)<sup>24</sup>. De acuerdo con Engle (2016), el Banco Mundial estima que las necesidades de los países miembros de la Asociación Internacional de Fomento (AIF)<sup>25</sup> serían de entre 800.000 y 900.000 millones de dólares hacia 2030, lo que representa más de 60.000 millones de dólares anuales hasta ese año<sup>26</sup>.

El nivel de las inversiones climáticas dista mucho de suplir las necesidades que surgen de estas estimaciones y de lo que ha planteado el IPCC. En 2015, las inversiones mundiales sumaron 437.000 millones de dólares y en 2016 alcanzaron los 383.000 millones (Buchner y otros, 2017). Frente a los billones de dólares que se estima se requiere, los montos son todavía tímidos.

La cuantificación de los fondos necesarios para hacer la transición hacia la descarbonización acordada es un tema pendiente en América Latina y el Caribe, y solo en unos pocos países, como Colombia y Chile, se cuenta con estrategias financieras. Hay mucho camino por recorrer para precisar la diferencia entre el financiamiento bruto, en que las cifras estimadas suelen ser muy altas porque la inversión que de cualquier manera tiene que hacerse se imputa al cambio, y el financiamiento neto, que representa solo la parte

<sup>24</sup> Cuatro billones equivale a cuatro millones de millones.

<sup>25</sup> La AIF es la parte del Banco Mundial que ayuda a los países más pobres. Es supervisada por 173 naciones y tiene como objetivo reducir la pobreza proporcionando préstamos (llamados créditos) y subvenciones para programas que impulsan el crecimiento económico, reducen las desigualdades y mejoran las condiciones de vida. Véase Banco Mundial, "What is IDA?" [en línea] <https://ida.worldbank.org/about/what-ida>.

<sup>26</sup> Estos valores representan la sumatoria de los montos declarados en las CDN.

adicional necesaria para descarbonizar la inversión<sup>27</sup>. Como se vio en el apartado sobre el precio social, ese costo puede ser en realidad un ahorro.

En la región hay diez países en cuyos compromisos asumidos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se incluyó información sobre las inversiones que se necesitan para cumplir con las CDN<sup>28</sup>. Dichas inversiones suman 51.000 millones de dólares (Banco Mundial, 2019b). En los demás países no se incluyó esta información. En el caso del Brasil, el costo de implementar su CDN alcanzaría el 1% del PIB anual del país y, hasta 2030, entre 240.000 y 260.000 millones de dólares (BID, 2017).

### **3. El flujo de financiamiento climático en América Latina y el Caribe**

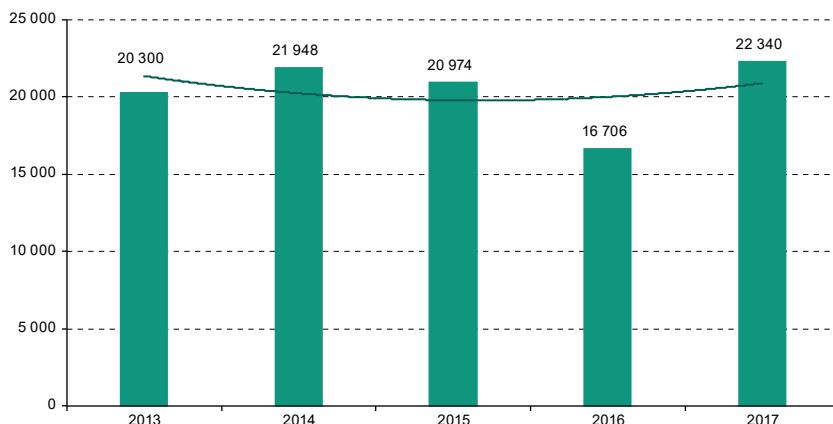
El monitoreo del financiamiento climático que se aplica en la región ayuda a poner en perspectiva el cambio necesario y los medios para llevarlo a cabo. En este apartado se revisan las fuentes y los recursos climáticos movilizados. La CEPAL monitorea el comportamiento del flujo del financiamiento climático desde 2013 y, según sus informes, este alcanzó un promedio anual de 20.500 millones de dólares entre 2013 y 2017 (véase el gráfico V.13). Al contrario de la tendencia mundial, el flujo de estos recursos ha sido creciente en la región. Las caídas observadas en 2015 y 2016 se deben a factores exógenos al contexto climático y están basadas sobre todo en el comportamiento del Brasil, cuya crisis política y económica ha afectado de manera significativa las inversiones.

---

<sup>27</sup> El IPCC (2018a) estima que es necesario destinar una inversión bruta anual del 1% al 1,5% de la formación bruta de capital fijo mundial al sector energético, y del 1,7% al 2,5% a otra infraestructura de desarrollo. Se estima además que, solo en el sistema de energía, las necesidades de inversión promedio anual entre 2016 y 2035 girarían en torno a los 2,4 billones de dólares de 2010, monto que representa alrededor del 2,5% del PIB mundial. También se estima que, hacia 2050, el aumento en el total de las inversiones relacionadas con la energía debería ser de alrededor del 12% para seguir la trayectoria de 1,5 °C, y que la inversión promedio anual en tecnologías energéticas que den lugar a emisiones bajas de carbono y conduzcan a la eficiencia energética debería incrementarse seis veces en comparación con 2015. Los costos de la adaptación son difíciles de calcular debido a que varían de acuerdo con los grados de aumento de la temperatura y el modo en que afectarán el clima, y todavía no se han podido establecer. También dificulta el cálculo la falta de datos para estimar las necesidades de inversión climática resiliente, debido a la poca inversión en infraestructura básica que caracteriza a muchos países.

<sup>28</sup> Esos países son Antigua y Barbuda, Bahamas, Dominica, Granada, Guyana, Haití, la República Dominicana, Santa Lucía, Suriname, y Trinidad y Tabago.

**Gráfico V.13**  
**América Latina y el Caribe: evolución del financiamiento climático, 2013-2017**  
*(En millones de dólares corrientes)*



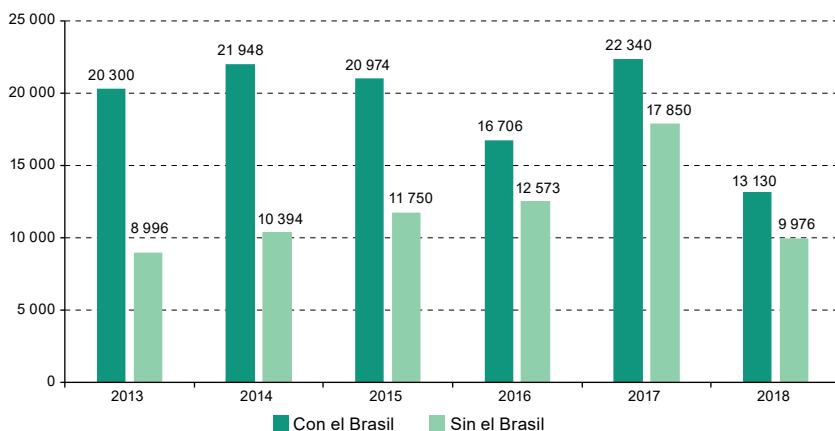
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de las diferentes instituciones; J. Samaniego y H. Schneider, "Cuarto informe sobre financiamiento para el cambio climático en América Latina y el Caribe, 2013-2016", *Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/15)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

**Nota:** Los datos corresponden a los recursos aprobados destinados al cambio climático en 11 instituciones financieras y a los recursos movilizados en virtud de fondos climáticos bilaterales y multilaterales, bonos verdes y otros recursos locales. Las instituciones financieras son la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), el Banco de Comercio Exterior de Colombia (BANCOLDEX), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), el Banco de Desarrollo del Caribe (BDC), el Banco del Estado de Chile (BancoEstado), el Banco Europeo de Inversiones (BEI), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) del Brasil, el Banco Mundial, y Nacional Financiera (NAFIN) y los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) de México.

Según los datos de las diferentes instituciones e instrumentos financieros respecto de los cuales es posible discriminar la información que corresponde a América Latina y el Caribe, los recursos con fines climáticos que se aprobaron en 2017 sumaron 22.300 millones de dólares, 40% más que en 2016; es el mayor monto anual movilizado en el período sobre el que la CEPAL ha informado. El alza que se observó en 2017 fue significativamente mayor que la mundial. De acuerdo con los datos del IDFC, en los 18 bancos de desarrollo que declararon compromisos con el financiamiento climático, el monto de 2017 fue 23% más alto que el de 2016. Con relación a ese año, el monto de recursos invertidos creció un 3% en el caso de las energías limpias y un 2% en el de las energías renovables, de acuerdo con los datos de Bloomberg (2019) y REN21 (2018), respectivamente.

El Brasil tiene un peso relativo importante en el flujo de financiamiento de la región, como se muestra en el gráfico V.14. Sin el Brasil, la cantidad de recursos gestionados por el resto de los países de América Latina y el Caribe creció algo menos del 50% entre 2016 y 2017, y en ese último año el monto casi se duplicó respecto de 2013.

**Gráfico V.14**  
**América Latina y el Caribe: evolución del financiamiento climático con y sin el Brasil, 2013-2017**  
*(En millones de dólares corrientes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de las diferentes instituciones; J. Samaniego y H. Schneider, “Cuarto informe sobre financiamiento para el cambio climático en América Latina y el Caribe, 2013-2016”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/15), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

**Nota:** Debido a la importancia del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) como promotor de recursos para combatir el cambio climático en el Brasil, en este análisis solo se restaron los recursos debidos a esta institución.

En el cuadro V.12 se da cuenta del comportamiento y la conformación de los recursos climáticos aprobados en la región. La oferta de recursos gestionados por los bancos nacionales de desarrollo y la de otros recursos locales ha venido bajando y su participación en el conjunto de los recursos movilizados se redujo de manera significativa. Con relación a 2013, los bancos multilaterales pasaron a ser los actores financieros más importantes. Este cambio de posiciones no solo se debe a la ya mencionada desaceleración de la economía brasileña, sino que respondería además a políticas internas de las instituciones multilaterales, que definieron metas ambiciosas con respecto a la finalidad de sus recursos. Así, por ejemplo, el BID y el Banco Mundial se comprometieron a destinar hasta un 30% de su cartera a fines climáticos hacia 2020.

Los fondos climáticos multilaterales son los que menos participan en el financiamiento climático, con 435 millones de dólares en 2017, 88 millones menos que en 2016. La baja participación se debe a las dificultades para acceder a este tipo de recursos, sobre todo en las etapas de postulación, que requieren habilidades que los potenciales clientes y las instituciones públicas y privadas de la región no siempre tienen. La función de estos fondos es más bien catalítica y pedagógica, y no soportan el peso principal de las inversiones.

**Cuadro V.12**  
**América Latina y el Caribe: monto y conformación del financiamiento**  
**climático, 2013-2017**  
*(En millones de dólares corrientes y en porcentajes)*

Años	Fondos climáticos <sup>a</sup>	Bancos multilaterales <sup>b</sup>	Bancos nacionales de desarrollo	Otros recursos locales	Bonos con fines climáticos <sup>c</sup>	Total
2013	Monto	350,25	5 923,49	11 884,00	2 142,75	- 20 300,49
	Participación en el total	1,7	29,2	58,5	10,6	0,0 100,0
2014	Monto	543,11	7 857,32	11 783,00	1 523,07	242,00 21 948,5
	Participación en el total	2,4	35,4	53,2	7,9	1,1 100,0
2015	Monto	436,07	8 293,15	9 622,55	1 558,22	1 063,75 20 973,70
	Participación en el total	2,1	39,5	46,0	7,4	5,1 100,0
2016	Monto	523,38	7 308,56	4 561,21	623,11	3 689,37 16 705,63
	Participación en el total	3,1	43,7	27,3	3,7	22,1 100,0
2017	Monto	435,51	11 827,20	5 567,47	320,99	4 189,2 22 340,35
	Participación en el total	1,9	53,0	25,0	1,4	18,8 100,0

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de las diferentes instituciones; J. Samaniego y H. Schneider, "Cuarto informe sobre financiamiento para el cambio climático en América Latina y el Caribe, 2013-2016", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/15), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

<sup>a</sup> Se contabilizaron los fondos climáticos multilaterales. Los datos de 2013 no incluyen los recursos provenientes de NAMA Facility. Del Fondo Amazonia se incluyeron los recursos provistos por los donantes internacionales; los demás recursos de este fondo se contabilizaron entre los gestionados por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES).

<sup>b</sup> Se incluyeron los datos que el Banco Centroamericano de Integración Económica declaró ante el Club Internacional de Instituciones Financieras para el Desarrollo (IDFC), así como los datos que el Banco de Desarrollo del Caribe (BDC) informó en su página web.

<sup>c</sup> En 2013 no se había emitido ningún bono climático en América Latina y el Caribe.

En 2015, el 19% del total del financiamiento proveniente de los fondos climáticos multilaterales provino del Fondo Amazonia, el 15% del Fondo de Tecnologías Limpias y el 17% de los fondos de inversión climática, a saber, el Programa de Inversión Forestal (FIP), el Programa Piloto para la Resiliencia Climática y el Programa para el Aumento del Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía en Países menos Desarrollados (SREP). Entre los fondos climáticos catalíticos, el de mayor peso es el Fondo Verde para el Clima (FVC). En 2015, los recursos de dicho fondo representaban solamente el 8% del total de los fondos climáticos multilaterales; en 2016, su participación aumentó al 75% del total y, en 2017, pasó a ser el 30%.

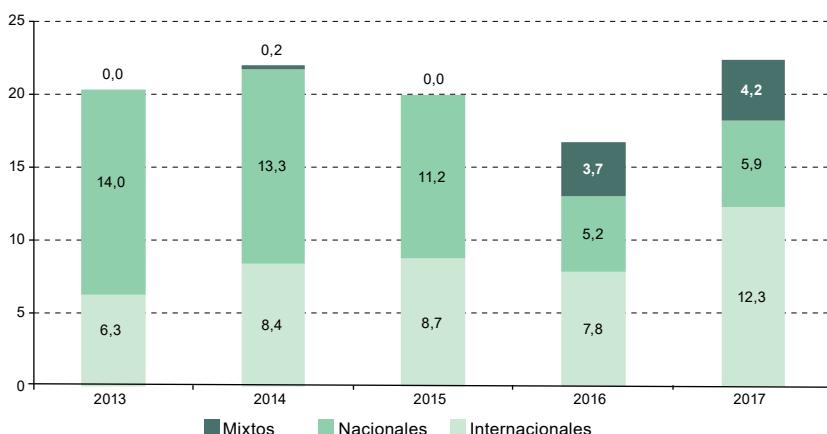
Cuando los fondos se clasifican según su procedencia en nacionales, internacionales o mixtos, como se ve en el cuadro V.13 y en el gráfico V.15, es posible ver que los fondos nacionales han disminuido su participación desde 2013, año en que representaron el 69% del total. La disminución se debió al peso creciente de los fondos mixtos, que son los recursos privados con los que se compran los bonos climáticos. En términos absolutos, la cantidad de recursos internacionales creció de forma importante entre 2016 y 2017.

**Cuadro V.13**  
**América Latina y el Caribe: financiamiento climático según procedencia de los recursos, 2013-2017**  
*(En porcentajes y millones de dólares corrientes)*

Años	Internacionales		Nacionales		Mixtos		Total
	(en porcentajes)	(en millones de dólares)	(en porcentajes)	(en millones de dólares)	(en porcentajes)	(en millones de dólares)	
2013	30,9	6 274	69,1	14 027	-	-	20 300,5
2014	38,3	8 400	60,6	13 306	1,1	0,242	21 948,5
2015	41,6	8 729	53,3	11 181	5,1	1 064	20 973,8
2016	46,9	7 832	31,0	5 184	22,1	3 689	16,705,6
2017	54,9	12 263	26,4	5 888	18,8	4 189	22 340 ,3

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de las diferentes instituciones.

**Gráfico V.15**  
**América Latina y el Caribe: financiamiento climático según procedencia, 2013-2017**  
*(En miles de millones de dólares corrientes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de las diferentes instituciones; J. Samaniego y H. Schneider, “Cuarto informe sobre financiamiento para el cambio climático en América Latina y el Caribe, 2013-2016”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/15), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

En el período examinado, la divisa de algunos países se desvalorizó de forma significativa y ello afectó los montos que se informan. En Colombia, por ejemplo, el dólar cotizaba a 1.833 pesos en 2013, a 2.000 pesos en 2014, a 2.742 pesos en 2015, a 3.054 pesos en 2016 y a 2.951 pesos en 2017.

Como había ocurrido en años anteriores, el Brasil movilizó la mayor cantidad de recursos en 2017. Sin embargo, la participación de ese país se ha reducido en términos relativos y ha pasado del 54,5% en 2015 al 39% en 2017. Le siguen la Argentina (16,2%), México (10,8%), Colombia (6,5%) y Chile (5,7%).

Entre las fuentes revisadas no se encontró información que permitiera evidenciar algún tipo de iniciativa financiera destinada a combatir el cambio

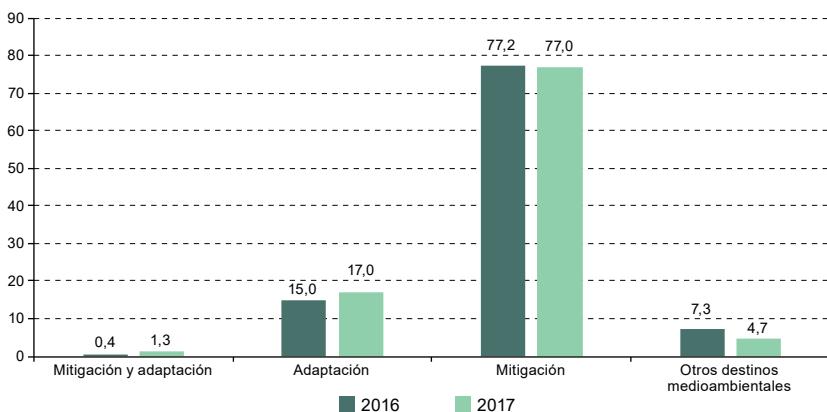
climático en Granada, Saint Kitts y Nevis, Santo Tomé y Príncipe, Trinidad y Tabago y la República Bolivariana de Venezuela. Esto no significa que no existan este tipo de acciones en estos países, sino que estas pueden haber sido realizadas por instituciones diferentes de las analizadas o pueden estar incluidas entre las iniciativas regionales de las instituciones analizadas.

En el Brasil, que es uno de los mayores actores en el financiamiento climático, se observa una tendencia a la reducción de este tipo de financiamiento a partir de 2012 debido a la desaceleración económica, que fue especialmente marcada en 2015. A causa de dicha desaceleración también se suspendieron las subastas de energías renovables. El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) evidencia esas reducciones. En 2015, los desembolsos de ese banco se redujeron un 28% y, en 2016, disminuyeron un 35% y un 53% con relación a 2015 y 2014, respectivamente (BNDES, 2016). En 2017, aunque los desembolsos de la institución siguieron bajando en comparación con 2016 (BNDES, 2019), la caída (25%) fue considerablemente menor que en los años precedentes. En 2017, el crecimiento del PIB del Brasil fue del 0,7%, impulsado por ajustes presupuestarios y condiciones económicas favorables. Los sectores en que se desembolsaron más recursos fueron el de infraestructura, cuyo crecimiento fue del 4% con relación al año anterior, y el agropecuario, que creció un 3%. Los montos movilizados para la economía verde se incrementaron cerca del 1%. También cabe decir que en el período estudiado se terminaron las grandes obras de infraestructura construidas para los eventos deportivos mundiales realizados en 2014 y 2016, que incluyeron, por ejemplo, la modernización del transporte público.

En lo que respecta al destino del financiamiento climático, domina la mitigación (véase el gráfico V.16). Del total de recursos climáticos que los bancos de desarrollo local y regional (BNDES, BID, BEI, BDC, BANCOLDEX, BancoEstado, BCIE, CAF y NAFIN) aprobaron en 2016 y 2017, el 77% se destinó a la mitigación. En 2015, esta proporción había sido del 87%. En 2017, la adaptación concentró el 17% de los recursos, dos puntos porcentuales más que el año anterior.

En el cuadro V.14 se muestra el destino del financiamiento climático por sector. En 2017, el foco de los proyectos de mitigación fue la generación de energía a partir de fuentes renovables, así como el transporte y la eficiencia energética (64% del total). Hubo un crecimiento muy significativo de las inversiones en energías renovables, que pasaron de representar el 27% del total en 2016 a representar el 45% en 2017. El foco de las inversiones de 2016 también fueron estos tres sectores (48%), que en 2015 habían concentrado el 69% del total de las inversiones. La disminución que se observó entre ambos años se debió sobre todo al sector del transporte. Los recursos para la adaptación crecieron en los tres años analizados. En 2015 y 2016, el foco fue la agricultura, los bosques y el uso de la tierra, mientras que, en 2017, las inversiones se centraron en las fuentes de agua, el agua residual y la gestión del riesgo de desastres.

**Gráfico V.16**  
**América Latina y el Caribe: financiamiento climático según destino, 2016 y 2017**  
*(En millones de dólares corrientes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de las diferentes instituciones; J. Samaniego y H. Schneider, “Cuarto informe sobre financiamiento para el cambio climático en América Latina y el Caribe, 2013-2016”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/15), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

**Cuadro V.14**  
**América Latina y el Caribe: fondos aprobados por los bancos de desarrollo nacionales y regionales, por sector, 2015-2017**  
*(En millones de dólares y en porcentajes)*

Sectores	2015		2016		2017	
	Monto	Participación en el total	Monto	Participación en el total	Monto	Participación en el total
Energías renovables (generación y transmisión)	6 393,33	40,0	3 074,56	27,4	6 925,07	45,3
Eficiencia energética	513,76	3,2	842,56	7,5	678,60	4,4
Transporte	4 187,34	26,2	1 517,47	13,5	2 126,12	13,9
Agricultura, bosques y uso de la tierra	828,04	5,2	679,78	6,1	1 358,20	8,9
Residuos y aguas servidas	129,13	0,8	130,13	1,2	567,05	3,7
Infraestructura	110,05	0,7	150,00	1,3	-	0,0
Inversión intersectorial	8,80	0,1	997,45	8,9	54,50	0,4
Otros mitigación	1 702,13	10,6	1 263,23	11,3	60,84	0,4
Total de mitigación (M)	13 873,38	86,8	8 655,17	77,2	11 770,38	77,0
Agricultura, bosques y uso de la tierra	131,70	0,8	274,28	2,4	113,80	0,7

Cuadro V.14 (conclusión)

Sectores	2015		2016		2017	
	Monto	Participación en el total	Monto	Participación en el total	Monto	Participación en el total
Políticas de adaptación, soporte técnico, capacidad institucional	10,00	0,1	67,87	0,6	0,70	0,0
Infraestructura	43,40	0,3	-	0,0	45,86	0,3
Energía, transporte y otras construcciones ambientales e infraestructura	-	0,0	20,57	0,2	98,70	0,6
Fuentes de agua, agua residual y gestión del riesgo de desastres	154,28	1,0	136,38	1,2	459,80	3,0
Servicios financieros	-	0,0	3,04	0,0	-	0,0
Tecnologías de la comunicación y la información	-	0,0	1,95	0,0	-	0,0
Inversión intersectorial	6,06	0,0	101,90	0,9	65,40	0,4
Otros adaptación	1 082,00	6,8	1 081,17	9,6	1 817,19	11,9
Total de adaptación (A)	1 427,44	8,9	1 687,16	15,0	2 601,45	17,0
Total mitigación y adaptación (M/A)	11,76	0,1	49,05	0,4	200,00	1,3
Otros destinos medioambientales (OM)	673,27	4,2	819,26	7,3	714,80	4,7
Total (M+A+M/A+OM)	15 985,85	100,0	11 210,64	100,0	15 286,63	100,0

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de las diferentes instituciones; J. Samaniego y H. Schneider, "Cuarto informe sobre financiamiento para el cambio climático en América Latina y el Caribe, 2013-2016", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/15), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019.

Con relación a los instrumentos financieros, de acuerdo con los datos del IDFC, agrupación en la cual participan los bancos latinoamericanos incluidos en los estudios de la CEPAL, el 97% de los recursos se moviliza a través de créditos y, de estos, el 82% son de tipo no concesional. En 2015, el 72% eran créditos no concesionales (IDFC, 2018).

#### 4. El sector privado

El sector privado está cada vez más involucrado en el financiamiento de proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático. Lo conforman una amplia gama de bancos e instituciones financieras locales e internacionales, fondos privados y de pensiones, y otros fondos especialmente creados para abordar la temática. En este grupo también se incluyen los ahorristas nacionales y las empresas de financiamiento de carbono.

En 2015 se movilizaron en total 437.000 millones de dólares en el mundo y, en 2016, 383.000 millones. De esos totales, el 68% y el 62%, respectivamente, eran recursos provenientes del sector privado. La Iniciativa de Política Climática (CPI) incluye en su flujo de financiamiento privado recursos comprometidos por corporaciones y promotores de proyectos que implementan nuevos proyectos de energía renovable, préstamos de bancos comerciales, inversión en infraestructura directa de inversores institucionales y el ahorro de los hogares (Buchner y otros, 2017).

De los 237.000 millones de dólares gestionados por el sector privado en 2016, los promotores de proyectos concentraron el 52% de las iniciativas, un total de 125.000 millones de dólares. Lideran este grupo China y los Estados Unidos, que financian este tipo de actividades en sus propios países. Les siguen las instituciones financieras comerciales, que concentran el 23% (60.000 millones). El 25% restante, que suma 54.000 millones, son recursos de corporaciones, ahorristas, instrumentos financieros, como acciones, capital de riesgo y fondos para infraestructura, e inversores institucionales (Buchner y otros, 2017).

Los ejercicios de cuantificación que realiza Bloomberg respecto de las energías renovables y limpias, cuyos datos utilizan la CPI y otras instituciones, son útiles a los efectos de obtener información, pero los datos sobre la actuación del sector privado en materia climática son difíciles de rastrear y contabilizar<sup>29</sup>. Los actores que intervienen y los instrumentos que se pueden utilizar son muchos y muy diversos; hay transacciones entre privados que se realizan fuera del sistema financiero convencional y hay iniciativas que pueden migrar hacia distintos territorios y actores. Además, estas instituciones por lo general no difunden públicamente este tipo de información. En el caso de los bancos, solo algunos contabilizan estos datos de forma segregada. Y, por supuesto, también existe el riesgo de que el mismo proyecto de inversión se contabilice dos o más veces.

En los bancos comerciales de América Latina y el Caribe ha habido avances (véase el anexo V.A2). Varias instituciones han establecido líneas de financiamiento destinadas a la protección ambiental y al combate del cambio climático. Sin embargo, todavía son pocas las que destinan recursos propios a estos fines y que publican esta información. En la mayoría de los casos, estas líneas de financiamiento son préstamos de recursos de la banca multilateral o de los bancos nacionales de desarrollo. Con relación a los programas y líneas de financiamiento disponibles y en uso en la región, en los anexos V.A2 y V.A3 se presentan de manera resumida algunos ejemplos correspondientes a los bancos privados y a los bancos públicos nacionales, respectivamente.

<sup>29</sup> Bloomberg publica periódicamente los informes *Clean Energy Investment Trends*. Véase [en línea] <https://about.bnef.com/clean-energy-investment/>.

## 5. Los bonos verdes

Estos bonos funcionan como los bonos convencionales, con la diferencia de que son marcados como verdes por el emisor y en ellos se indica que los recursos obtenidos por la emisión de deuda se utilizarán en proyectos que generen beneficios ambientales y climáticos<sup>30</sup>. Con los bonos verdes se financian actividades climáticas y ambientales que tienen un propósito claro. En el universo de este tipo de bonos se contabilizan también los que, aunque sirven para financiar actividades relacionadas con el cambio climático o generan beneficios ambientales, no han sido marcados como verdes por el emisor, puesto que su destino no ha sido definido de manera explícita para dicho fin. Estos bonos se denominan “bonos verdes no marcados”.

En 2017, los bonos verdes ocuparon el tercer puesto como fuente de financiamiento climático y el monto de las colocaciones pasó de 1.700 a 4.100 millones de dólares respecto del año anterior. Hubo un evidente dominio del sector privado, donde se concentró el 57% de los bonos verdes emitidos en América Latina y el Caribe. Se trata de un instrumento financiero conocido en este sector, que es muy apetecido en el mercado y que implica una forma rápida y fácil de obtener recursos, condiciones que las demás fuentes de recursos destinados al clima no ofrecen. Si bien resalta la capacidad de estos bonos para captar recursos frescos con fines climáticos y ambientales, es necesario aumentar su transparencia para darles credibilidad y asegurar que los recursos provengan de fuentes lícitas y se utilicen de forma adecuada. La marcación se rige por la Taxonomía de Climate Bonds Initiative, en que se definen los estándares del bono y de su mecanismo de certificación<sup>31</sup>.

Como se puede observar en el cuadro V.15, los montos asociados a los bonos verdes se duplicaron con creces a nivel mundial en cinco años de 2013 a 2017 inclusive. Además, la cantidad de bonos marcados aumentó significativamente y pasó de representar el 11% del total de los bonos emitidos en 2015 a representar el 17% en 2016 y el 25% en 2017. Los bonos marcados son aquellos en que se contempla de forma explícita el financiamiento de proyectos nuevos o existentes que producen beneficios climáticos y ambientales.

<sup>30</sup> Véase Climate Bonds Initiative, “Labelled green bonds data: latest 3 months” [base de datos en línea] <https://www.climatebonds.net/cbi/pub/data/bonds>.

<sup>31</sup> La Taxonomía de Climate Bonds Initiative contiene las definiciones del Climate Bond Standard and Certification Scheme. Véase Climate Bonds Initiative (2019).

**Cuadro V.15**  
**Bonos relacionados con temas climáticos en todo el mundo y sectores**  
**a los que están destinados, 2013-2017**

	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Bonos acumulados (en miles de millones de dólares)</b>					
Total de bonos relacionados con temas climáticos	346,0	502,6	597,7	694,0	895,0
Marcados	36,6	65,9	118,0	221,0	
No marcados	346,0	466,0	531,8	576,0	674,0
Número de emisores	260	280	407	780	1 128
<b>Sectores (en porcentajes)</b>					
Transporte	76,0	71,3	70,1	66,8	61,0
Energía	11,8	14,9	19,8	18,8	19,0
Múltiples sectores			4,7	8,2	13,0
Sector financiero	9,2	10,0			
Agua		0,1	0,5	2,6	3,0
Construcción e industria	1,4	2,7	3,3	2,0	2,0
Agricultura y forestación	0,4	0,8	0,4	0,9	1,0
Residuos y control de contaminantes	1,2	0,3	1,2	0,7	1,0
Total	100	100	100	100	100

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos anuales de Climate Bonds Initiative.

La tendencia mundial se ha replicado en América Latina y el Caribe donde, además, la evolución ha sido muy acelerada. En 2013, en la región no se había emitido ningún bono de este tipo. En 2014 se emitieron los primeros dos en el Perú: uno lo emitió la Corporación Financiera Internacional (CFI), por un monto en soles que equivalía a 42 millones de dólares (Kidney, 2014), y el segundo lo emitió el productor peruano de energía eólica Energía Eólica S. A., por un monto de 204 millones de dólares. En 2015 se emitieron otros dos bonos, uno en México y otro en el Brasil. El de México ascendió a 500 millones de dólares y el del Brasil se emitió en euros y alcanzó un importe equivalente a 563 millones de dólares. En 2016 se emitieron diez bonos que juntos sumaron unos 3.600 millones de dólares (véase el cuadro V.16), monto tres veces mayor que el de 2015. Estos bonos representan el 22% del total de recursos movilizados para el cambio climático en la región.

El 60% de los bonos que se muestran en el cuadro V.16 se emitieron en el sector privado. El interés de dicho sector por este instrumento podría deberse a que los bonos son un instrumento conocido y fácil de gestionar para las áreas financieras de las entidades privadas. La emisión de los bonos verdes es similar a la de los bonos normales de deuda que las empresas grandes emiten con frecuencia, lo que se ve como una ventaja. Las empresas han sabido apreciar que los costos que se deben afrontar para que terceras partes certifiquen estos bonos no son altos, y que la aceptación de estos en el mercado ha sido muy positiva (véase el anexo V.A4).

**Cuadro V.16**  
**América Latina y el Caribe: bonos verdes emitidos, 2016**

Emisor	País	Monto (en millones de dólares)	Participación en el total (en porcentajes)
Ciudad de México	México	53,59	1,5
Bancolombia	Colombia	114,59	3,1
Suzano Papel y Celulosa	Brasil	286,53	7,8
Fideicomiso del Aeropuerto de la Ciudad de México	México	1 000,00	27,1
Fideicomiso del Aeropuerto de la Ciudad de México	México	1 000,00	27,1
Nacional Financiera (NAFIN)	México	107,181	2,9
Banco Centroamericano de Integración Económica	Centroamérica	70,16	1,9
Suzano Papel y Celulosa	Brasil	500,00	13,6
Banco Nacional de Costa Rica	Costa Rica	500,00	13,6
CPFL Energias Renováveis	Brasil	57,31	1,6
Total		3 689,366	100,0

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de Climate Bonds Initiative.

**Nota:** Los tipos de cambio que se utilizaron para la conversión en dólares de los Estados Unidos fueron los siguientes: 3,49 reales, 18,66 pesos mexicanos y 3.054,12 pesos colombianos.

Los bonos verdes no han estado exentos de críticas. Por ejemplo, se ha esgrimido que pueden utilizarse como vehículos para el lavado de imagen verde debido a que no es seguro que efectivamente se destinen a fines ambientales y a que la información que publican los emisores y compradores no es del todo transparente. Por otro lado, la información de los emisores no permite trazar el origen de los recursos, por lo que existiría el riesgo de que se utilizaran recursos de fuentes ilícitas. Para paliar en parte esta situación, se creó la Climate Bonds Initiative, una entidad sin fines de lucro registrada en Inglaterra y Gales que, desde su creación en 2009, hace el seguimiento de los bonos verdes y lo publica en su página web<sup>32</sup>. No obstante, esta institución no rastrea el origen de los recursos. Actúa como una fuente pública de datos que entrega guías sobre la prospección de los bonos verdes para los emisores y para los inversionistas. La finalidad de esta entidad es promover la utilización de definiciones comunes entre los diferentes mercados. En esta misma línea, el Banco Mundial, uno de los mayores emisores del mundo, utiliza los criterios que se establecen en el Green Bond Framework como criterios de selección de sus proyectos.

Además de estas iniciativas, se han implementado o se están diseñando otras que tienen por objeto dar transparencia y ofrecer más claridad a los inversionistas después de que algunas empresas y otras organizaciones también empezaran a interesarse por este tipo de bonos y a emitirlos. Entre esas iniciativas se destacan las siguientes:

<sup>32</sup> Véase Climate Bonds Initiative, “Labelled green bonds data: latest 3 months” [base de datos en línea] <https://www.climatebonds.net/cbi/pub/data/bonds>.

- Los Principios de los Bonos Verdes, que la International Capital Market Association (ICMA) publicó en marzo de 2015 y actualizó en 2016.
- La Expert Network on Second Opinions (ENSO) creada por la organización no gubernamental Centro de Investigación Climática Internacional (CICERO)<sup>33</sup>.
- La Statement of Investor Expectations for the Green Bond Market, una iniciativa de inversores liderada por la Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES).
- El Climate Bonds Standard and Certification Scheme, un mecanismo de certificación que pertenece a la Climate Bonds Initiative.
- Las normas ASEAN *Green Bond Standards*, que se publicaron en 2017 (ASEAN, 2018).
- La norma sobre bonos verdes que la Organización Internacional de Normalización (ISO) está considerando lanzar<sup>34</sup>.

Desde 2014 están disponibles tres índices diferentes relativos a los bonos verdes: el Green Bond Index de Solactive<sup>35</sup>, el S&P Green Bond Index<sup>36</sup> y el Bloomberg Barclays MSCI Global Green Bond Index<sup>37</sup>. Esas iniciativas están destinadas a aumentar la liquidez del instrumento. En México, la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) presentó el instrumento Bono Verde, mediante el cual fortalece su compromiso de crear mercados ambientales y la transición de México hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Esto convirtió a la BMV en la primera bolsa de América Latina en ofrecer un segmento dedicado a los bonos verdes (Grupo BMV, 2017). Por medio de este segmento, los inversionistas podrán identificar las emisiones con etiqueta verde por su clave de pizarra, lo que facilita el financiamiento de proyectos con bajas emisiones de carbono que tienen como objetivo combatir el cambio climático. Además de la BMV, la iniciativa es liderada por la Plataforma Mexicana de Carbono, MéxiCO<sub>2</sub>, y apoyada por una coalición que está comprometida con el desarrollo del mercado de los bonos verdes. Los integrantes de dicha coalición son la Asociación de Bancos de México (ABM), el banco HSBC, la Corporación Financiera Internacional (CFI, miembro del Grupo del Banco

<sup>33</sup> CICERO es una entidad sin fines de lucro independiente que funciona como un instituto de investigación y proporciona a las instituciones una segunda opinión sobre el marco y la orientación que se aplican a fin de evaluar y seleccionar proyectos que permiten optar por inversiones en bonos verdes. También evalúa la solidez del marco en lo que respecta al cumplimiento de los objetivos ambientales de las instituciones.

<sup>34</sup> Véase Environmental Finance, "ISO to consider green bond standard" [en línea] <https://www.environmental-finance.com/content/news/iso-to-consider-green-bond-standard.html>.

<sup>35</sup> Véase Solactive, "Indices" [en línea] <http://www.solactive.com/equity-indexing/faz-indices/?index=DE000SLA0FS4>.

<sup>36</sup> Véase [en línea] <https://us.spindices.com/indices/fixed-income/sp-green-bond-index>.

<sup>37</sup> Véase [en línea] [https://www.msci.com/documents/10199/242721/Barclays\\_MSCI\\_Green\\_Bond\\_Index.pdf/6e4d942a-0ce4-4e70-9aff-d7643e1bde96](https://www.msci.com/documents/10199/242721/Barclays_MSCI_Green_Bond_Index.pdf/6e4d942a-0ce4-4e70-9aff-d7643e1bde96).

Mundial), la Embajada Británica y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El país ya ha emitido varios bonos de este tipo y es el mayor emisor en la región.

En 2016, la Federación Brasileña de Bancos (FEBRABAN), en conjunto con el Consejo Empresarial Brasileño para el Desarrollo Sostenible (CEBDS), publicó la Guía para Emisión de Títulos Verdes en Brasil. Su base son las referencias del mercado internacional de títulos o bonos verdes, como el Banco Mundial, la CFI, la Climate Bonds Initiative y los Principios de los Bonos Verdes publicados por la ICMA. La Guía es indicativa y está destinada a los agentes del mercado de títulos verdes del Brasil, incluidos los potenciales emisores (como las empresas y las instituciones financieras), los aseguradores, los inversores, los evaluadores externos y otros participantes.

En Chile también se consideran los bonos verdes como herramienta financiera para alcanzar las metas energéticas. En abril de 2016 se publicó el estudio “Perspectivas del financiamiento de las energías limpias en Chile: ¿oportunidades para los bancos verdes y los bonos verdes?”, llevado a cabo por el Consejo para la Defensa de Recursos Naturales (NRDC), con el apoyo de la Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento (ACERA). En dicho estudio se señala que los recursos creados a partir de este tipo de instrumentos podrían ayudar a que en el país se superaran brechas relacionadas con el financiamiento de las energías limpias y se apoyara a los subsectores hacia los cuales el capital no fluye, a pesar del potencial comercial que tienen. Además, la Bolsa de Comercio de Santiago está analizando la factibilidad de lanzar un segmento destinado a los bonos verdes en 2018.

## F. Motores sectoriales

Hay algunos motores promisorios que podrían dar un gran impulso a la sostenibilidad del desarrollo y que le dan mayor calidad y dinamismo a este, al tiempo que aportan a la acción climática. En este apartado se brindan datos sobre tres sectores preferentes para la acción climática: las energías renovables, la movilidad pública y la ganadería con emisiones más bajas de carbono. Estos sectores permiten reducir la huella de carbono y otras huellas ambientales, ofrecen ventajas en materia de inclusión o empleo y dinamismo económico, y además tienen potencial para que su producción se lleve a cabo en la región o para relajar la restricción externa. Debido a la disponibilidad de información sobre la energía y a la relevancia que esta tiene, ese sector se trata en mayor profundidad que los otros dos. Otros sectores promisorios son el de la economía del cuidado, el manejo adecuado de los residuos y el diseño de una economía circular, la construcción con materiales basados en captura de carbono y la producción biológica con base en el manejo sostenible de los ecosistemas. Dichos sectores no se tratan en este apartado debido a su extensión. En relación con los sectores que sí se abordan, se documentan los

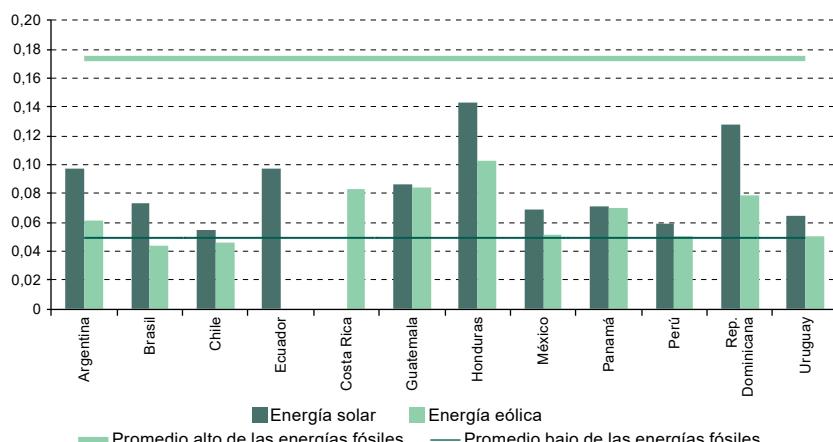
aportes simultáneos en materia económica, social y ambiental, que interactúan o tienen el potencial de interactuar de manera virtuosa. Esta interacción aumenta la capacidad de crecer porque relaja la restricción externa gracias a la escasa entidad de las importaciones adicionales netas o a la reducción directa de las importaciones hacia la región, porque hace que estos sectores sean más intensivos en empleo o generen dinámicas positivas de inclusión social, y porque disminuye la presión sobre la frontera ambiental del cambio climático y sobre otros recursos naturales.

## 1. Las energías renovables para la transición energética

### a) La contribución de las energías renovables a la sostenibilidad del desarrollo

Esta contribución se observa en los tres pilares del desarrollo sostenible: el económico, el social y el ambiental, en ese orden. Una de las contribuciones económicas que hacen las energías renovables es el hecho de que el costo de generación es menor que el de las energías basadas en combustibles fósiles. El costo de generar electricidad con base en fuentes renovables ha dejado de ser la principal barrera que obstaculiza la transición energética. En el gráfico V.17 se puede ver que, en 2018, el costo normalizado promedio de la energía eólica fue de entre 0,044 y 0,10 dólares por kWh, el de la energía solar fue de entre 0,058 y 0,14 dólares, y el de la energía generada por los combustibles fósiles fue de entre 0,049 y 0,174 dólares (IRENA, 2019).

**Gráfico V.17**  
**América Latina y el Caribe (12 países): promedio del costo normalizado de la energía solar y la eólica, 2018**  
*(En dólares por Kwh)*

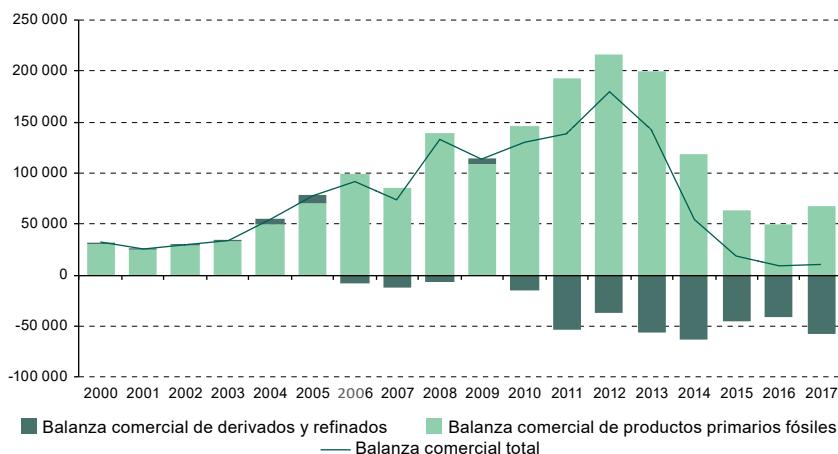


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Bloomberg, *New Energy Outlook 2019*, Nueva York, 2019; Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), *Global Energy Transformation: The REmap Transition Pathway*, Abu Dhabi, 2019.

**Nota:** El costo de generar electricidad a partir de los combustibles fósiles varía según el país y la fuente, pero en 2018 el costo promedio mundial fue de entre 0,049 y 0,174 dólares por kWh (IRENA, 2019).

Otra contribución que hacen las energías renovables es el hecho de que relajan la restricción externa. En América Latina y el Caribe hay una situación crecientemente desfavorable en materia de la balanza comercial de hidrocarburos, que reproduce la dinámica de otros recursos naturales: se exportan crudos y se importan productos semielaborados y refinados de los combustibles fósiles. A esto se suma el gradual agotamiento de las reservas y la reducción de la producción primaria. El superávit comercial de hidrocarburos está desapareciendo lentamente (véase el gráfico V.18). La transición hacia las fuentes renovables relaja al mismo tiempo la restricción externa y la restricción ambiental implícita en el cumplimiento de las CDN.

**Gráfico V.18**  
**América Latina y el Caribe (33 países): balanza comercial de hidrocarburos no refinados, semielaborados y refinados, 2000-2017**  
*(En millones de dólares)*



**Fuente:** Naciones Unidas, Base de Datos Estadísticos sobre el Comercio Internacional (UN Comtrade) [en línea] <https://comtrade.un.org/>.

Otro aporte de las energías renovables es el hecho de que dinamizan la economía. Según los datos de Chile, que ofrecen un punto de referencia, y con base en la matriz de insumo-producto de 2016, se estimó la relación entre el valor agregado de cada tecnología (su contribución al PIB) y el nivel de generación eléctrica en GWh que le corresponde a cada una (véase el cuadro V.17). La contribución al PIB de las fuentes de energía renovable, como la hidráulica, la solar y la eólica, duplica la de las fuentes fósiles por GWh generado.

**Cuadro V.17**  
**Chile: contribución de cada GWh generado al PIB, por tecnología, 2016**

		Tecnologías de generación						
		Total	Fósiles	Total renovables	Hidroeléctrica	Biomasa	Solar	Eólica
Generación	En GWh	73 877	47 281	26 595	19 208	2 955	2 216	2 216
Valor agregado	En millones de dólares	4 009	1 882	2 127	1 581	180	183	183
Valor agregado/generación	En miles de dólares por GWh	54	40	80	82	61	83	83

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile, *Cuentas Nacionales de Chile 2013-2018*, Santiago, 2019.

**Nota:** La conversión de pesos en dólares se llevó a cabo utilizando el tipo de cambio promedio de 2016 (676,9 pesos chilenos).

La relación entre la contribución sectorial al valor agregado y la demanda final del sector de la generación eléctrica muestra los multiplicadores de la inversión en cada una de las tecnologías de generación. En el cuadro V.18 se observa que la generación hídrica, solar y eólica tienen multiplicadores similares de inversión, y que todos ellos son cercanos a la unidad<sup>38</sup>. En otras palabras, por cada millón de dólares invertido en energías renovables, la contribución de estas al PIB o valor agregado por medio del multiplicador será de un poco más de un millón de dólares. Este valor es bastante superior al del multiplicador de las fuentes fósiles.

**Cuadro V.18**  
**Chile: multiplicadores del PIB por cada millón de dólares invertido en generación eléctrica, por tecnología, 2013-2018**

	PIB directo	PIB indirecto	PIB total
Energías fósiles	0,385	0,204	0,588
Energía hidráulica	0,795	0,237	1,032
Biomasa	0,589	0,395	0,984
Energía solar	0,795	0,226	1,021
Energía eólica	0,795	0,237	1,032

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile, *Cuentas Nacionales de Chile 2013-2018*, Santiago, 2019.

La contribución al PIB por trabajador también es superior en el sector de las energías renovables. Esto se debe a que estas energías son más intensivas en capital, por lo que los trabajadores son más productivos para la economía chilena que los que están empleados en la generación basada en las energías fósiles (véase el cuadro V.19).

<sup>38</sup> El multiplicador de la inversión es el efecto cascada que la inversión en energía tiene en otros sectores.

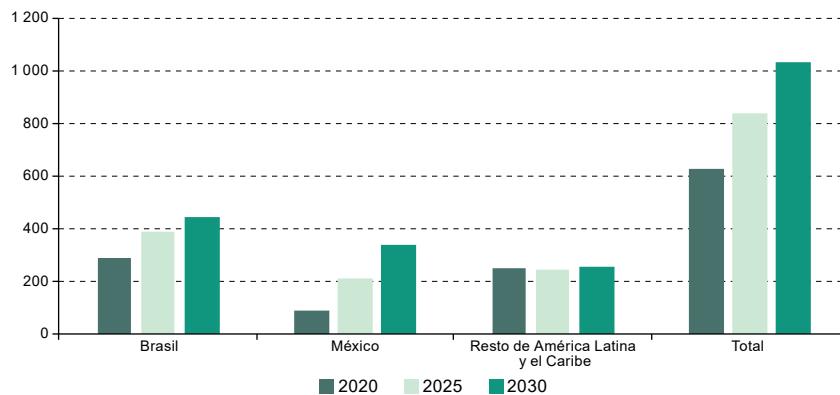
**Cuadro V.19**  
**Chile: PIB por trabajador del sector de las energías renovables, 2016**

	PIB (en millones de dólares)	Cantidad de empleados (en número)	PIB/empleado (en dólares)
Total del país	225 775	8 216 000	27 480
Sector de generación de electricidad	4 008	7 623	525 744
Energías fósiles	1 882	5 990	314 190
Energía hidráulica	1 581	1 385	1 141 259
Biomasa	180	28	6 436 535
Energía solar	183	115	1 592 848
Energía eólica	183	105	1 744 547

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile, *Cuentas Nacionales de Chile 2013-2018*, Santiago, 2019.

En América Latina y el Caribe, la transición energética tiene el potencial de crear una cantidad significativa de nuevos empleos “verdes” que podría representar un aumento de hasta el 66% en el período 2020-2030 (véase el gráfico V.19).

**Gráfico V.19**  
**Brasil, México y resto de América Latina y el Caribe: creación de empleos netos en un escenario de transición energética, 2020-2030**  
*(En miles de empleos creados)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Organización Internacional del Trabajo (CEPAL/OIT), “Sostenibilidad medioambiental con empleo en América Latina y el Caribe”, *Coyuntura Laboral en América Latina y el Caribe*, N° 19 (LC/TS.2018/85), Santiago, 2018.

Se estima que, en Chile, la cantidad y la calidad del empleo creado gracias a las energías renovables no convencionales podría ser superior si en el país se definiera una política de fomento productivo que incentivara la producción local y la sustitución de las importaciones, por lo menos en parte. De ese modo se aprovecharía la capacidad tractora del empleo que cada una de las energías renovables tiene. Los multiplicadores del empleo estimados en relación con las diferentes tecnologías de generación de Chile se presentan en el cuadro V.20.

**Cuadro V.20****Chile: multiplicadores del empleo por cada millón de dólares de generación eléctrica, por tecnología, 2013-2018**

	Empleo directo	Empleo indirecto	Empleo total
Energías fósiles	1,427	0,757	2,183
Energía hidráulica	0,671	0,200	0,871
Biomasa	0,105	0,070	0,176
Energía solar	0,537	0,153	0,690
Energía eólica	1,064	0,317	1,381

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile, *Cuentas Nacionales de Chile 2013-2018*, Santiago, 2019.

Los datos disponibles sobre la región son coherentes con los que informa la National Association of State Energy Officials (NASEO) de los Estados Unidos que, por medio del Informe de Energía y Empleo de los Estados Unidos, su informe anual, busca promover políticas y programas energéticos efectivos, informados y sólidos, y, además, identificar las tendencias y los conjuntos de habilidades importantes que debe tener la fuerza laboral de la energía del futuro (NASEO/EFI, 2019). De acuerdo con esos datos, la generación eléctrica con base en energías renovables es mucho más dinámica en materia de creación de empleo (64% del total) que la generación eléctrica con base en energías fósiles que creó el 24% de los empleos en el sector en 2018. (véase el cuadro V.21).

**Cuadro V.21****Estados Unidos: empleo en la generación de electricidad, por aplicación de tecnología energética principal y detallada, 2016-2018  
(En número de trabajadores)**

Fuente de energía		2016	2017	2018
Energías renovables no convencionales	Solar	373 807	349 725	334 992
	Eólica	101 738	107 444	111 166
	Geotérmica	5 768	7 927	8 526
Bioenergía	Calor y energía combinados	26 014	27 239	29 245
	Bioenergía		12 385	12 976
Energía hídrica	De bajo impacto	9 295	11 531	11 578
	Tradicional	56 259	55 341	54 870
Energía nuclear	Nuclear	68 176	64 743	62 987
Energías fósiles	Carbón	86 035	92 843	86 202
	Petróleo y aceite	12 840	12 407	12 582
Gas natural	Avanzado (bajas emisiones)	36 117	66 385	69 159
	Tradicional	52 125	41 034	43 526
Otras	Otras generaciones/otros combustibles	32 695	34 839	37 775
Total		860 869	883 843	875 584

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de National Association of State Energy Officials/Energy Futures Initiative (NASEO/EFI), *The 2019 U.S. Energy and Employment Report*, Arlington, 2019.

Otra ventaja que ofrecen las energías renovables es que dejan una menor huella ambiental por unidad generada. Evidentemente, en las diferentes etapas del proceso de construir, fabricar e instalar plantas de generación se consume energía y se emiten gases de efecto invernadero, ya sea que la generación se haga a partir de energías fósiles o de energías renovables. Los datos sobre ese proceso y sobre el comportamiento de la planta en el transcurso de su ciclo de vida deberían ser la base para comparar las tecnologías y sus respectivas fuentes energéticas. La ganancia ambiental que ofrecen las energías renovables radica en la casi nula emisión durante la etapa de funcionamiento<sup>39</sup>; no obstante, las emisiones también son menores en las fases anteriores y posteriores a esa etapa, y son significativamente inferiores a lo que se emite durante el ciclo de vida de las plantas generadoras que utilizan fuentes fósiles (véase el cuadro V.22). Esas plantas, además de emitir gases de efecto invernadero, emiten otros contaminantes que tienen un impacto local, como los óxidos de nitrógeno y de azufre, el mercurio, el monóxido de carbono, las partículas y otros. Esto además de las emisiones que genera el transporte destinado a abastecerlas, que se incrementan aún más si el insumo debe transportarse desde grandes distancias y se deben utilizar, por ejemplo, barcos. A lo largo de la vida útil de las energías renovables, las emisiones netas pasan a ser prácticamente nulas.

**Cuadro V.22**  
**Emisiones de gases de efecto invernadero durante el ciclo de vida**  
**de seis tecnologías, varios años**  
*(En gramos de CO<sub>2</sub>eq/kWh de electricidad)*

Etapas	Gas natural	Gas de esquisto	Carbón	Energía nuclear	Energía eólica en tierra	Energía eólica marina
Anteriores (extracción, procesamiento, transporte y construcción)	22,3	42,8	104	24,4	11,7	10,8
Funcionamiento	442	442	881	13,7	0,09	0,21
Posteriores (desarmado, tratamiento y disposición de materiales e infraestructura)	0,0	0,0	0,02	1,1	0,2	0,18
Total	465	486	985	39,3	11,9	11,2

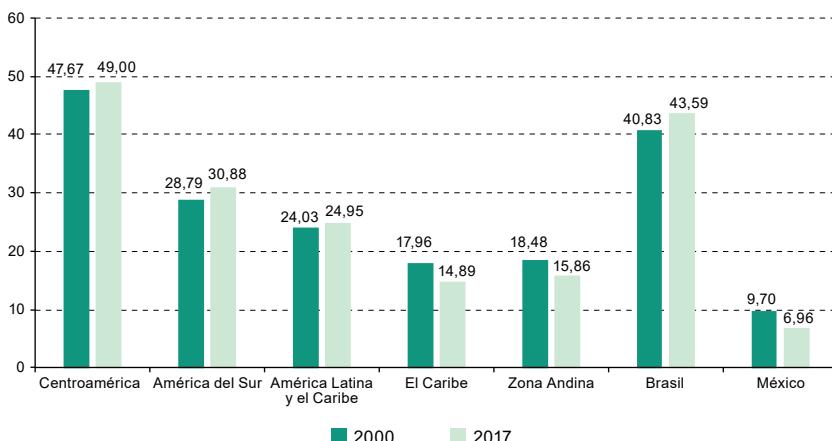
**Fuente:** A. Louwen, "Comparison of the life cycle greenhouse gas emissions of shale gas, conventional fuels and renewable alternatives from a Dutch perspective", tesis de magíster en ciencias energéticas, Utrecht, Universidad de Utrecht, 2011.

<sup>39</sup> Para obtener información sobre estas emisiones y su ciclo de vida, se sugiere consultar Louwen (2011), Vattenfall (2019), UCS (2017), Pehl y otros (2017), WNA (2011) y Hardisty, Clark y Hynes (2012).

**b) Situación de las energías renovables en América Latina y el Caribe y políticas destinadas a aumentar la participación de estas en la matriz eléctrica**

En apretada síntesis, cabe decir que en la situación energética de América Latina y el Caribe se observa que la hidroelectricidad está retrocediendo, a pesar de la inversión ya realizada. Esto se debe, en parte, a la retracción pluvial, pero también a la inversión basada en combustibles fósiles, entre los que persiste, sobre todo, el gas de esquisto. La participación de las fuentes renovables en la matriz energética apenas aumentó del 24% al 25% entre 2000 y 2017 (véase el gráfico V.20) y algunos países de la región se están carbonizando en lugar de descarbonizarse<sup>40</sup>. Los subsidios al consumo de energías fósiles son importantes y en algunos casos superiores al gasto en salud, por ejemplo, como se vio anteriormente. A pesar de las ventajas que ofrecen las energías renovables, hay obstáculos que se derivan del anclaje a la senda fósil, como los costos hundidos en fósiles<sup>41</sup>, la falta de infraestructura de transmisión y de almacenaje de energías renovables, el rezago en cuanto a la internalización de las externalidades y la importancia de los hidrocarburos en la exportación de algunos países.

**Gráfico V.20**  
**América Latina y el Caribe: proporción de fuentes renovables en la matriz energética, 2000 y 2017**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Sistema de Información Energética de Latinoamérica y el Caribe (SIELAC) [base de datos en línea] <http://sielac.olade.org/>.

<sup>40</sup> La participación de las fuentes renovables en la matriz energética se define como el porcentaje de energía primaria renovable respecto a la oferta total de energía. La oferta total incluye los combustibles destinados a la generación y los destinados al consumo directo en quemadores y vehículos.

<sup>41</sup> Inversiones realizadas en el pasado y que ya no se toman en cuenta, pero que fueron gastos esenciales para la rentabilidad actual.

Según la IEA (2018), entre 2000 y 2016, las energías renovables no convencionales crecieron a un ritmo del 3% anual en promedio, y las fósiles lo hicieron a un ritmo del 2% anual, pero estas últimas tienen una participación mucho mayor en la matriz energética. La hidroelectricidad creció en términos absolutos, pero su participación va en retroceso, pues su crecimiento es menor que el de las demás fuentes, salvo el del petróleo, la fuente de energía más importante de la matriz, cuyo crecimiento anual fue aún menor (véanse los cuadros V.23 y V.24).

**Cuadro V.23**  
**América Latina y el Caribe (23 países)<sup>a</sup>: matriz energética, 2000-2016**

Fuente	2000		2016		2000-2016
	Oferta total de energía primaria (en miles de toneladas equivalentes de petróleo)	Participación (en porcentajes)	Oferta total de energía primaria (en miles de toneladas equivalentes de petróleo)	Participación (en porcentajes)	
Carbón	27 291	4,6	44 854	5,4	3,2
Petróleo	296 716	50,0	353 569	42,6	1,1
Gas natural	118 235	19,9	206 973	24,9	3,6
Fósiles	442 242	74,6	605 395	72,9	2,0
Energía nuclear	5 327	0,9	9 046	1,1	3,4
Energía hidráulica	50 216	8,5	62 599	7,5	1,4
Energía geotérmica	6 350	1,1	6 586	0,8	0,2
Energía solar, eólica y otras	152	0,0	6 273	0,8	26,2
Biocombustibles y desechos	88 498	14,9	140 416	16,9	2,9
Energías renovables no convencionales	95 000	16,0	153 275	18,5	3,0
Otros	148	0,0	249	0,0	3,3
Total	592 934	100	830 564	100	2,1

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de la Energía (IEA).

<sup>a</sup> Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad y Tabago, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de) y Suriname.

**Cuadro V.24**  
**América Latina y el Caribe (23 países)<sup>a</sup>: matriz de producción eléctrica, 2000-2016**

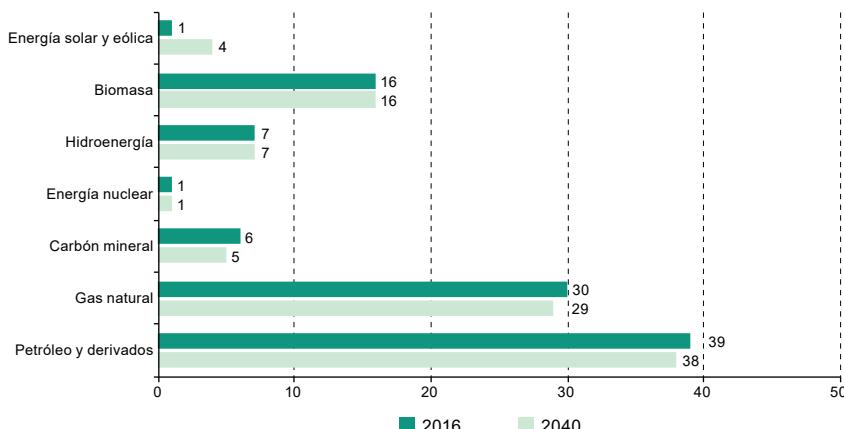
Fuente	2000		2016		Crecimiento promedio (en porcentajes)
	Producción de electricidad (en GWh)	Participación (en porcentajes)	Producción de electricidad (en GWh)	Participación (en porcentajes)	
Carbón	43 335	4,4	107 420	6,7	5,8
Petróleo	167 167	17,1	150 720	9,5	-0,6
Gas natural	139 352	14,3	429 798	27,0	7,3
Fósiles	349 854	35,8	687 938	43,2	4,3
Energía nuclear	20 444	2,1	34 716	2,2	3,4
<i>Energía hidráulica</i>	<i>584 010</i>	<i>59,8</i>	<i>728 026</i>	<i>45,7</i>	<i>1,4</i>
Energía geotérmica	7 817	0,8	10 109	0,6	1,6
Energía solar, eólica y otras	248	0,0	60 345	3,8	41,0
Biocombustibles y desechos	13 867	1,4	70 381	4,4	10,7
<i>Energías renovables no convencionales</i>	<i>21 932</i>	<i>2,2</i>	<i>140 835</i>	<i>8,8</i>	<i>12,3</i>
Otros	372	0,0	391	0,0	0,3
Total	976 612	100	1 591 906	100	3,1

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de la Energía (IEA), *World Energy Balances 2018*, París, 2018.

<sup>a</sup> Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad y Tabago, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de) y Suriname.

Según la proyección de las políticas que se aplican en América Latina y el Caribe en la actualidad, hacia 2040 solo habrá cambios marginales en la matriz energética (OLADE, 2018), pues las inversiones previstas en los planes nacionales de energía no son suficientemente transformadoras (véase el gráfico V.21). Con base en la revisión de las políticas aplicables, si no se aplican desincentivos a las energías fósiles e incentivos a las renovables que sean tanto normativos como económicos, y si los gobiernos no brindan una orientación clara sobre el sentido en que se debe avanzar, la transición no ocurrirá a la velocidad necesaria para cumplir con las CDN.

**Gráfico V.21**  
**América Latina y el Caribe: matriz de oferta total de energía según proyección de políticas actuales, 2016 y 2040**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), *Panorama Energético de América Latina y el Caribe, 2018*, Quito, 2018.

#### Recuadro V.2

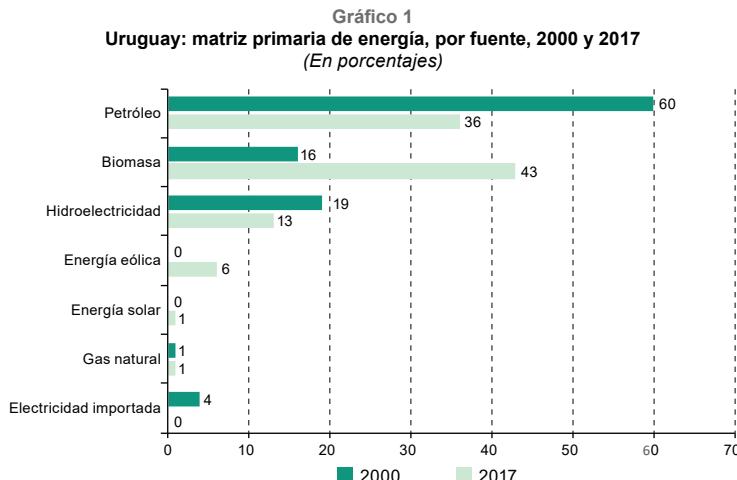
#### Uruguay: el gran impulso a la sostenibilidad del sector eléctrico

La matriz energética del Uruguay ha sido objeto de un profundo cambio que se puede considerar un gran impulso a la sostenibilidad. Se lograron articular las políticas que fomentan el desarrollo de tecnología, se redujo la importación de petróleo, se aumentó la participación de las fuentes energéticas renovables autóctonas no tradicionales y la participación nacional, se crearon capacidades y trabajo local, se promovió el cuidado medioambiental y se redujeron las emisiones. Las inversiones totales en energía en el período de 2010 a 2015 fueron de 7.100 millones de dólares, de los cuales 4.700 millones provinieron del sector privado. Las inversiones en la transición energética representaron más del 3% del PIB uruguayo cada año de ese período (Kreimerman, 2019).

En 2017, el Balance Energético Nacional (MIEM, 2018) muestra que la participación de las energías renovables en la matriz de generación eléctrica alcanzó el 98%, con 243 MW instalados de paneles fotovoltaicos y 1.511 MW de energía producida por parques eólicos. La generación eléctrica creció el 3% de 2016 a 2017, pero el consumo de combustibles fósiles destinado a dicho fin disminuyó el 46% y su participación en la matriz de generación eléctrica pasó del 3% al 2% en 2017.

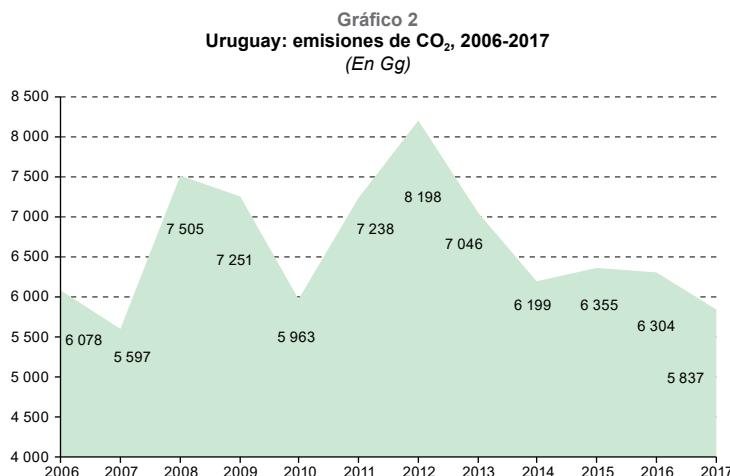
Por consiguiente, la matriz primaria de energía en el Uruguay ha cambiado drásticamente, como se puede verificar en el gráfico 1 en que se comparan las matrices de 2000 y 2017. El avance de las fuentes renovables es muy significativo, como también lo es la reducción de las fuentes fósiles.

## Recuadro V.2 (conclusión)



**Fuente:** Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), *Balance Energético 2017*, Montevideo, 2018.

La crisis de 2008 frenó las emisiones de CO<sub>2</sub> y, a partir de 2012, las frenó el cambio estructural de la matriz energética (véase el gráfico 2).



**Fuente:** Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), *Balance Energético 2017*, Montevideo, 2018.

Si en el Uruguay además se electrificara el transporte público, se daría un paso firme hacia la renovabilidad de toda la matriz energética.

**Fuente:** R. Kreimerman, “¿Un big push energético? Reflexiones a partir del caso de Uruguay”, documento presentado en la Tercera Reunión del Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 22 a 26 de abril de 2019; Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), *Balance Energético 2017*, Montevideo, 2018.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, el aumento de la inversión en energías renovables y la mayor participación de estas en la matriz de energía primaria y el consumo final ofrecen ventajas cuantificables en las tres dimensiones: económica, social y ambiental. Y ofrecen más ventajas aún si, aparte del limitado recuento que se ha hecho en esta sección, se consideran asimismo el fortalecimiento de las cadenas productivas y la generación descentralizada. La expansión de las energías fósiles solo es posible en un contexto de tolerancia a las externalidades negativas de estas y de insuficiencia de las inversiones complementarias en el sector de las renovables. Los datos disponibles muestran que el desarrollo del sector de las energías renovables es un aporte al desarrollo sostenible.

## **2. La movilidad limpia como motor de desarrollo sostenible y productividad urbana**

*“La movilidad urbana en la región se caracteriza por un crecimiento exponencial de los vehículos motorizados y un sesgo de los usuarios y la inversión hacia el transporte privado, que aumenta la ineficiencia del sistema”* (CEPAL, 2019e, pág. 175).

La movilidad urbana es cada vez más ineficiente en las ciudades de la región, que se encuentra en un círculo vicioso de ineficiencias económicas, pues la proliferación de automóviles y de los combustibles que los hacen funcionar aumenta la restricción externa y constituye una mala solución colectiva para la movilidad. Dicha solución conduce a pérdidas de productividad en salud debido a las emisiones y al ruido, a pérdidas económicas debidas a la congestión del tráfico, a la degradación de los espacios urbanos, a una baja capacidad de transporte de pasajeros por vehículo y a altas emisiones de gases de efecto invernadero (Vasconcellos, 2019a). Al mismo tiempo, la inversión en movilidad pública es insuficiente para lograr la calidad necesaria en materia de confiabilidad, eficiencia, articulación modal y comodidad como para que este tipo de movilidad sea un sustituto viable de la privada. La interacción entre las soluciones privadas, el hecho de que la inversión pública esté sesgada en favor de la infraestructura del transporte privado y la baja calidad de los servicios públicos se refuerzan mutuamente. Además, el 97% de la demanda final del sector transporte está dirigida a los derivados del petróleo (OCDE/IEA, 2017). Mejorar la movilidad pública de forma radical y electrificarla a fin de desarmar el círculo vicioso puede ser un motor importante para el desarrollo sostenible y un gran impulso al desarrollo productivo en la región. La electrificación de la movilidad privada es también, sin duda, una fuente que puede promover el desarrollo y la disminución de la huella ambiental, pero no evita ni la congestión ni el impacto indirecto sobre los recursos naturales por intermedio de la minería.

**a) La contribución de la movilidad limpia a la sostenibilidad del desarrollo: los autobuses eléctricos**

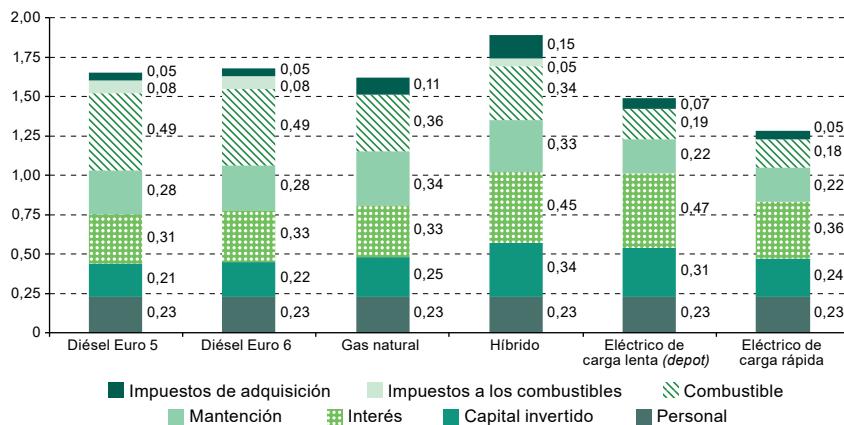
El costo de la fabricación de baterías es clave en el costo total de los vehículos eléctricos. De 2010 a 2017, el precio promedio de las baterías pasó de 1.000 a 209 dólares por kWh, lo que implica una reducción del 79% en siete años (Bloomberg, 2018b). Además, la densidad o capacidad de estas para entregar energía sigue aumentando a un ritmo del 5% al 7% anual, lo que ha dado como resultado que la autonomía de los vehículos eléctricos aumente un 41% entre 2012 y 2016 (OCDE/IEA, 2018).

El costo de las baterías hace que el precio inicial (de compra) de los autobuses eléctricos comparado con el de los convencionales sea la barrera principal para la electrificación de los autobuses. Esto está llevando a que se diseñen nuevos modelos de negocio que suponen poner en práctica, por ejemplo, subsidios iniciales, sistemas de arrendamiento con opción de compra de las baterías, mecanismos de propiedad compartida o la separación entre propiedad y operación, entre otros. Bloomberg (2018a) sugiere que, en 2030, el costo de los vehículos eléctricos y los convencionales será igual y que las baterías constituirán el 8% del costo total de los autobuses eléctricos, comparado con el 26% que representaban en 2016. El aumento de la demanda podría hacer que esa paridad ocurriera antes, en 2025.

En contraste con el costo inicial, el costo total de propiedad de los autobuses eléctricos es más bajo que el de los de combustión interna. En dicho costo se considera el de comprar la unidad y el de mantenerla, así como el de los combustibles o la energía que se consumen durante la vida del autobús. En el ejemplo de la Ciudad de México que se observa en el gráfico V.22, el costo total de propiedad de los autobuses eléctricos es el más bajo de los que se analizaron en relación con una vida útil de diez años (Banco Mundial, 2019a).

Según OCDE/IEA (2018), en las plantas típicas de fabricación de baterías se aumentará la densidad de estas y se bajará el precio. Además, las baterías de litio, que están llegando a su máxima densidad (Soam, 2019), serán la principal tecnología de la próxima década. Según Bloomberg (2018b), la capacidad mundial de producción pasará de 131 GWh/año, que es el nivel actual, a aproximadamente 400 GWh/año en 2021, y el 73% de la producción corresponderá a China. La demanda esperada hacia 2030 es de 1.500 GWh/año y se espera que la demanda de materiales como el cobalto, el litio y el níquel aumente de aproximadamente 0,7 millones de metros cúbicos en 2018 a más de 10 millones en 2030. Las baterías de estado sólido son candidatas promisorias en lo que respecta a aumentar la densidad y reducir el tamaño, el peso y las limitaciones asociadas a las materias primas, entre otros problemas.

**Gráfico V.22**  
**Ciudad de México: costo total de propiedad de los autobuses según la fuente de energía que utilizan, 2019<sup>a</sup>**  
*(En dólares por kilómetro)*



**Fuente:** Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancmundial.org/source/world-development-indicators>.

<sup>a</sup> El costo se calcula sobre la base de una vida útil de diez años.

En la región se podría captar el dinamismo económico de este sector si en las ciudades se programara la demanda de vehículos eléctricos de forma tal que se diera una señal que tuviera la fuerza y la escala suficiente como para obtener una respuesta de la industria automotriz regional. En ausencia de esta programación y coordinación, los vehículos serán provistos por empresas chinas, sobre todo los autobuses eléctricos, pero también las bicicletas y los patines que se incorporaron hace poco al menú de la movilidad, y posiblemente otros vehículos, como los drones, en el futuro.

En Santiago de Chile, a raíz del vencimiento de los primeros contratos originales del sistema de transporte público en 2018, el modelo de negocios del sistema se renovó y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones incorporó 200 autobuses eléctricos en el proceso de licitación del sistema. Este fue el detonante de las varias acciones que se llevaron a cabo con el objetivo de incorporar autobuses eléctricos a la flota. Así es como hacia agosto de 2019 ya se habían incorporado 300 autobuses adquiridos por las generadoras de electricidad Engie y la italiana Enel, que contempla introducir otros 83 autobuses hacia fines de este año (Enel, 2019). Según lo informado por el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) en una comunicación personal, en diciembre de 2019 se incorporarán 25 autobuses eléctricos más al sistema de transporte urbano de Santiago, adquiridos por la financiera NEoT Capital con capitales de Mitsubishi Corporation y de la eléctrica EDF Energy, de Francia, sus socios estratégicos<sup>42</sup>. Con esto, en la ciudad circularán

<sup>42</sup> NEoT Capital es un inversor especializado en servicios distribuidos de energía renovable y movilidad eléctrica. Véase [en línea] <https://neotcapital.com/>.

más de 400 autobuses eléctricos de cuatro operadores, Metbus, Vule, Servicio de Transporte de Personas (STP) y Redbus, de tres fabricantes diferentes, BYD, Yutong y King Long, financiados por tres empresas, Enel, Engie y NEoT Capital, mediante arrendamiento con opción de compra. Cuando todos estén funcionando, la participación de estos autobuses en la flota será del 6% y el país se transformará en uno de los que dispone de más vehículos de este tipo en la flota de transporte público urbano (Schneider, 2019).

Los autobuses adquiridos por Enel, de la marca BYD, tienen 12 metros de largo y una autonomía de 250 kilómetros. Metbus los opera mediante un contrato de arrendamiento de diez años, al cabo de los cuales los autobuses pasarán a ser propiedad de esta empresa. La cuota mensual de arrendamiento de los autobuses eléctricos es aproximadamente un 60% mayor que la de los que funcionan a diésel, pero los costos de operación (energía) y mantenimiento (chasis, motor y carrocería) son un 70% más bajos (DTPM, 2018) (véase el cuadro V.25). Así pues, la flota de autobuses eléctricos para la movilidad pública de Santiago aumenta: el patrón de consumo vehicular mejora, pero el patrón productivo no.

Cuadro V.25

**Santiago: costo mensual del arrendamiento, la operación y el mantenimiento de los autobuses diésel y eléctricos, 2018**  
*(En pesos chilenos)*

	Diésel	Eléctrico	Diferencia
Costo de la cuota de arrendamiento	2 212 943	3 520 591	1 307 648
Costo de operación	1 980 000	508 200	-1 471 800
Costo de mantenimiento	1 320 000	396 000	-924 000
Total	5 512 943	4 424 791	-1 088 152

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM), *Informe de Gestión 2018*, Santiago, 2018.

**Nota:** En los costos de operación se incluye la construcción de carga en alta, media y baja tensión, un centro de transformación en cada lugar, tres generadores de respaldo y la instalación de los 100 cargadores de carga lenta nocturna en períodos de tres a cuatro horas.

De acuerdo con los datos provistos por la empresa Metbus, en un período de diez años el costo total de los autobuses eléctricos termina siendo menor que el de los autobuses a diésel gracias al menor costo de operación y mantenimiento. El valor presente del costo total considerado por la empresa, que abarca los costos de la infraestructura de carga, el arrendamiento, la operación y el mantenimiento, es de 40.695 millones de pesos chilenos en el caso de los autobuses diésel y de 32.626 millones en el de los autobuses eléctricos. Esto quiere decir que el valor presente del costo total de estos últimos es casi un 20% inferior.

Las ganancias sociales que los autobuses eléctricos ofrecen en materia de movilidad pública son potencialmente enormes. Por supuesto, las prestaciones que este tipo de autobuses brindan para el transporte son numerosas, pues

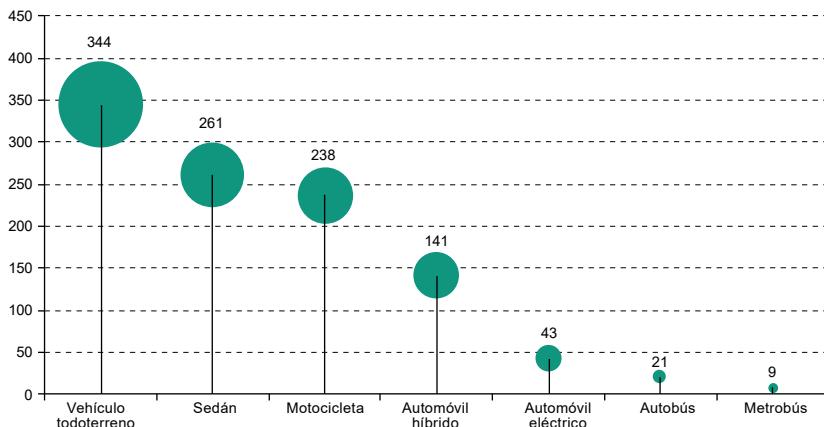
reducen las emisiones locales y evitan los daños a la salud, la vibración de los motores y el ruido, además de que en su interior también son más silenciosos y limpios, y pueden ofrecer conexión a señal inalámbrica y aire acondicionado, entre otros servicios. Pero la mayor ganancia está en la forma de organizar el transporte, que si se hace con base en una infraestructura mejorada y en la integración modal y de los medios de pago, aumenta la productividad del sistema de transporte público, la de cada usuario y la de la ciudad en su conjunto. Desde este punto de vista, una política que promoviera una mejora radical del desempeño del transporte público haría que la acción climática fuera en realidad una política social de considerable envergadura. Los beneficios sociales pueden ser tan relevantes como los climáticos.

En materia de empleo, la fabricación de autobuses eléctricos no produciría cambios significativos, aunque se estima que habría pérdida de empleos en el sector del mantenimiento. Por otra parte, cuando el transporte público de superficie se organiza en sistemas de transporte rápido por autobús, suele haber una ganancia neta de empleos respecto a los sistemas atomizados o de concesiones tradicionales.

En lo que respecta a la huella ambiental, las emisiones de CO<sub>2</sub> por tipo de vehículo, pasajero transportado y kilómetro evidentemente son más bajas en los vehículos eléctricos, y lo son aún más cuando se trata del transporte público, debido al volumen de pasajeros transportados. Esto último también ocurre en el caso de los vehículos de combustión interna. En una evaluación hecha por SEDEMA (2016) en la Ciudad de México, se comparan las emisiones de CO<sub>2</sub> de los medios de transporte colectivos e individuales, por pasajero transportado, sin considerar los autobuses eléctricos (véase el gráfico V.23).

El potencial de los vehículos eléctricos para reducir las emisiones está directamente relacionado con su uso y, en menor escala, con su producción. Los beneficios de estos vehículos en materia de emisiones dependen de la conformación del sistema energético que compone la matriz eléctrica que alimenta sus baterías. Mientras más limpia sea la matriz eléctrica, mayor el aporte de esta tecnología al combate contra el cambio climático. Las emisiones de CO<sub>2</sub> durante la etapa de fabricación están determinadas por la extracción y la producción de las materias primas, el transporte de los materiales y el montaje. Al igual que ocurre en el caso de la energía que estos vehículos utilizan, las emisiones del proceso de fabricación son determinantes y deben considerarse a la hora de evaluar el impacto de poner en práctica la movilidad eléctrica en el combate del cambio climático. Habrá que poner especial atención en esta etapa y evitar que se terminen cambiando unas emisiones por otras.

**Gráfico V.23**  
**Ciudad de México: emisiones de CO<sub>2</sub> por tipo de vehículo, 2014**  
*(En gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro y por pasajero)*



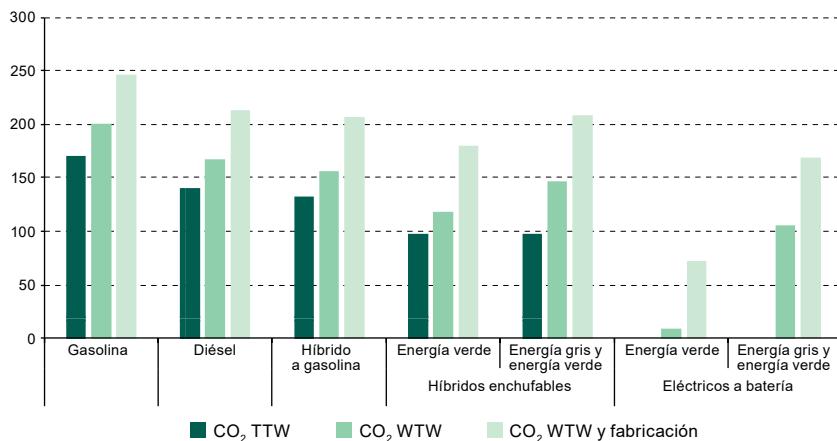
**Fuente:** Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), *Inventario de emisiones de la CDMX 2014: contaminantes criterio, tóxicos y de efecto invernadero*, Ciudad de México, 2016.

**Nota:** Metrobús es un sistema de transporte que funciona en Ciudad de México y que consiste en autobuses que se desplazan por carriles confinados.

La Organización de los Países Bajos para la Investigación Científica Aplicada (TNO) elaboró un estudio en el que cuantificó las emisiones de CO<sub>2</sub> de los automóviles eléctricos puros y de los híbridos enchufables, y las comparó con las de los que funcionan a gasolina y diésel en los Países Bajos. En la investigación se tomó en cuenta el ciclo de vida del vehículo, desde la fabricación hasta el reciclaje y la eliminación, y se concluyó que, en la etapa de fabricación, los vehículos eléctricos puros y los híbridos enchufables emiten entre un 28% y un 39% más CO<sub>2</sub> que los vehículos a gasolina, diésel, y los híbridos a gasolina (véase el gráfico V.24) (TNO, 2015). Cuando se consideró el ciclo completo de la producción, desde la fabricación hasta el uso de los vehículos (*well-to-wheel* o WTW<sup>43</sup>), se llegó a la conclusión de que los eléctricos emiten en promedio un 35% menos que los vehículos similares a gasolina o diésel en un recorrido de 220.000 km (TNO, 2015). Esto es coherente con la información que se brinda en otros informes (Schneider, 2019).

<sup>43</sup> WTW (*well-to-wheel*) se refiere a la cantidad de energía de la etapa que va de la fabricación al uso; WTT (*well-to-tank*) se refiere a la cantidad de energía que va de la etapa de la producción del combustible al uso, y TTW (*tank-to-wheel*) se refiere a la energía que proporciona el combustible del tanque del vehículo.

**Gráfico V.24**  
**Emissions de CO<sub>2</sub> de vehículos convencionales y eléctricos al recorrer**  
**una distancia de 220.000 km, 2015**  
*(En gramos por kilómetro)*



**Fuente:** Organización de los Países Bajos para la Investigación Científica Aplicada (TNO), “Energie- en milieu-aspecten van elektrische personenvoertuigen”, *TNO Rapport*, Delft, 2015.

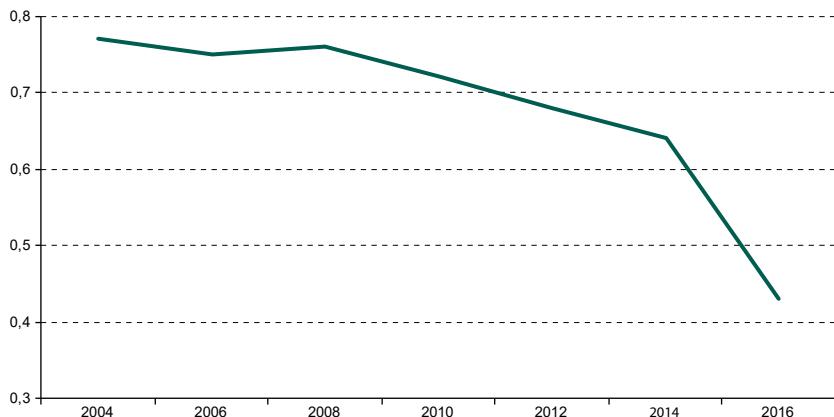
**Nota:** La fabricación incluye el mantenimiento y el reciclaje (desmontaje). La energía verde es la producida sobre la base de fuentes renovables no convencionales y la energía gris es la combinación de la anterior con la energía proveniente de fuentes fósiles.

### b) La calidad del transporte público como motor de desarrollo

En la región se han introducido diversos sistemas de transporte público mejorado, como los sistemas de transporte rápido por autobús, así como los teleféricos, las escaleras eléctricas en los barrios, la expansión de los trenes subterráneos, los trolebuses y la introducción de vehículos como bicicletas y patines de uso público. Sobre la base de la relación costo-eficacia, los sistemas de transporte rápido por autobús han sido particularmente exitosos, pero sus vehículos tienen un margen de mejora importante y el servicio también podría mejorarse mucho mediante la electrificación. No obstante, en lo que respecta a la transición hacia esta última, en 2019 solo hay dos plantas de vehículos eléctricos en la región. Dichas plantas pertenecen a la empresa BYD, el fabricante más grande de China y tiene una planta en Campinas (Brasil) y otra en Buenos Aires, que a la fecha aún no produce.

El círculo vicioso detonado por la baja calidad del servicio hace que este se vea amenazado desde el punto de vista económico, en una espiral de desfinanciación en que los pasajeros abandonan el sistema en cuanto pueden, lo que encarece la operación para los usuarios restantes (Vasconcellos, 2019b). En el gráfico V.25 se ilustra este fenómeno en relación con Curitiba (Brasil), ciudad donde se lanzaron los sistemas de autobuses de tránsito rápido de la región. Vasconcellos (2019b) también ha documentado el fenómeno en otras ciudades del Brasil.

**Gráfico V.25**  
**Curitiba (Brasil): demanda del transporte colectivo por habitante, 2004-2016**  
*(En viajes diarios por habitante)*



**Fuente:** E. Vasconcellos, "Mobilidade urbana em Curitiba: os limites do sonho", *Revista dos Transportes Pùblicos*, vol. 41, São Paulo, Asociación Nacional de Transporte Público (ANTP), 2019.

Los marcos normativos encauzan las inversiones en la dirección deseada y, como se vio anteriormente, para hacerlas viables es necesario ofrecer los incentivos correctos, redefinir los marcos institucionales, llevar adelante una gobernanza a nivel local, nacional y regional, crear las regulaciones apropiadas y ofrecer un mayor estímulo a la inversión pública y a las asociaciones público-privadas. Las metas de penetración de los vehículos eléctricos son una buena señal (véase el cuadro V.26). En Chile se ha establecido como meta la electrificación total del sistema de transporte público, situación que todavía es excepcional en la región.

Fomentar la demanda nacional ha sido uno de los principales incentivos para la industria China, junto con los subsidios estatales y la mala calidad del aire en muchas municipalidades. En ciudades como Shanghai y Shenzhen solamente se adquieren autobuses eléctricos. En 2011, el 0,6% del total de los autobuses vendidos en China eran eléctricos. En 2017, estos ya constituyán entre el 22% y el 26% de la flota del país (Bloomberg, 2018a; ITDP, 2018). En 2017, la proporción de autobuses eléctricos e híbridos alcanzó el 39,5% de la flota en China (ITDP, 2018) y aproximadamente el 1,6% de la flota en Europa, con 2.100 unidades (Bloomberg, 2018a). China es el mayor productor y consumidor de este tipo de vehículos: concentra el 99% del inventario mundial de autobuses eléctricos y el 99% de las ventas, lo que la coloca en un lugar privilegiado para captar la demanda de otros países.

Cuadro V.26

**Unión Europea y países seleccionados: ejemplos de metas anunciadas en relación con los vehículos eléctricos, 2020-2030**

País	Meta
China	Cinco millones de vehículos eléctricos en 2020, incluidos 200 000 autobuses.
Unión Europea	15% y 30% de los vehículos vendidos en 2025 y en 2030, respectivamente, deberán ser eléctricos.
Finlandia	Flota de 250.000 vehículos eléctricos hacia 2030.
India	30% de los vehículos y 100% de los autobuses vendidos en 2030 deberán ser eléctricos.
Irlanda	Flota de 500.000 vehículos eléctricos en 2030; 100% de los vehículos vendidos en ese año deberán ser eléctricos.
Japón	20% al 30% de los vehículos vendidos en 2030 deberán ser eléctricos.
Holanda	En la flota, 10% de los vehículos deberán ser eléctricos en 2020 y 100% de los vehículos vendidos en 2030 también deberán serlo; 100% de los autobuses vendidos en 2025 deberán ser eléctricos y 100% de la flota de autobuses públicos también deberá serlo en 2030.
Nueva Zelanda	Flota de 64.000 vehículos eléctricos en 2021.
Noruega	100% de los vehículos y autobuses vendidos en 2025 deberán ser eléctricos; flota de 75% de los autobuses interurbanos y 50% de los camiones deberán ser eléctricos en 2030.
República de Corea	Flota de 200.000 vehículos eléctricos en 2020.
Eslovenia	100% de los vehículos vendidos en 2030 deberán ser eléctricos.
Reino Unido	Flota de 396.000 a 431 000 vehículos eléctricos en 2020.
Estados Unidos (8 estados)	3.300.000 vehículos eléctricos en 2025.

**Fuente:** Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos/Agencia Internacional de la Energía (OCDE/IEA), *Global EV Outlook 2018: Towards Cross-modal Electrification*, París, 2018.

En 2009, la ciudad de Shenzhen, que tiene 12 millones de habitantes, fue la primera de 13 ciudades seleccionadas por el Estado para mostrar y promover en China los vehículos eléctricos, autobuses incluidos, en el marco de un proceso planificado relevante para incentivar la producción industrial. A fines de 2017 había 16.359 autobuses de este tipo (ITDP, 2018) que constituyan toda la flota de la ciudad, lo que transformó a Shenzhen en la primera ciudad del mundo en disponer de una movilidad de transporte de pasajeros pública totalmente electrificada. De acuerdo con la Comisión de Transporte Municipal de Shenzhen, en 2016 el cambio tecnológico permitió ahorrar emisiones equivalentes a las que hubiera generado el consumo de 366.000 toneladas de carbón mineral (ITDP, 2018).

Mantener la participación modal del transporte público e incluso aumentarla requiere un aumento radical de la calidad del servicio. La baja calidad produce un círculo vicioso de abandono del servicio en favor del transporte privado que es necesario romper para lograr mayor inclusividad, mejoras ambientales y en el uso del tiempo. La lección en materia de políticas es que se necesita programar la demanda urbana de electrificación sostenible para lograr la escala y la sostenibilidad necesarias en la industria regional. También es necesario migrar de un enfoque en que solo se consideran los

gastos de capital que supone introducir los autobuses, a un enfoque en que se toman en cuenta tanto los gastos de capital como los de operación, marco en que resulta más barata la opción eléctrica. Esto requiere ajustar tanto los marcos normativos urbanos como los mecanismos financieros ya ensayados, para facilitar su introducción.

### **3. La contribución de la ganadería de bajas emisiones de carbono a la sostenibilidad del desarrollo: el caso del Brasil**

En América Latina y el Caribe el cambio de uso del suelo y la agricultura son fuente importante de emisiones, como se vio en el capítulo II, y el manejo sostenible de los ecosistemas es importante.

En el sector ganadero de bajas emisiones de carbono se pueden seguir tres senderos (FAO/AGROSAVIA, 2018), a saber:

- i) mejorar la productividad y reducir la intensidad de las emisiones del ganado perfeccionando la alimentación, la genética, la salud y la cría de animales, lo que tiene el potencial de aumentar la producción de alimentos y los ingresos;
- ii) gestionar el carbono del suelo restaurando los paisajes degradados y fragmentados mediante la intensificación selectiva de la producción, lo que crea condiciones favorables para la biodiversidad y el clima, la provisión de servicios ecosistémicos críticos, la protección de cuencas hidrográficas y el secuestro de carbono. Cerca del 30% del potencial mundial de secuestrar carbono mediante la gestión mejorada del pastoreo se encuentra en la región de América Latina y el Caribe;
- iii) integrar el ganado en la bioeconomía circular mediante la utilización de los desperdicios, por ejemplo, el estiércol y los residuos de los cultivos, que pueden convertirse en energía (biomasa) y hacer posible la recuperación de nutrientes.

Estas tres prácticas estimulan el desarrollo rural, reducen la expansión física del sector y liberan grandes cantidades de tierra para otros usos o para promover la recuperación ambiental. Las prácticas que permiten secuestrar carbono en los pastizales aumentan la resiliencia a la variabilidad climática, mejoran la adaptación a largo plazo y crean beneficios adicionales en seguridad alimentaria, biodiversidad y conservación del agua.

Entre los métodos probados desde el punto de vista económico y ambiental se encuentran los sistemas silvopastoriles, arreglos agroforestales en que se combinan plantas forrajeras, gramíneas y leguminosas con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y otros usos complementarios (FAO/CIPAV, 2019). Estos sistemas productivos permiten intensificar la

producción con base en procesos naturales y hacer un uso de la tierra que es más sostenible que el convencional. Las interacciones ecológicas aumentan la productividad, la eficiencia, la provisión de servicios ambientales y, en última instancia, el rendimiento económico de las propiedades.

En FAO/CIPAV (2019) se resaltan los beneficios de las plantas forrajeras de mejor calidad, que reducen la necesidad de suplementar con fuentes externas y aumentan hasta cuatro veces el número de cabezas de ganado por hectárea. Además, aumentan la captura de carbono en el suelo y en las plantas, mejoran los suelos y fijan nitrógeno, optimizan la infiltración del agua y el ciclo hidrológico, e incrementan la biodiversidad de las aves y los insectos, lo que mejora la polinización y el control de las plagas. En la literatura se describen diversas variaciones del método, como los sistemas agrosilvopastoriles, la integración silvopastoril o la integración agrícola-pecuaria, dependiendo de las características de cada iniciativa.

La ganadería con bajas emisiones de carbono ofrece diversas ventajas económicas. La recuperación de los pastizales y la implantación de sistemas integrados permitiría reducir la superficie cultivada y de pastizales en hasta 1,4 millones de hectáreas y entre 4 y 5 millones de hectáreas, respectivamente. Esas superficies podrían retirarse del sistema de producción y destinarse a la recuperación de bosques. Este aumento de la productividad también permitiría aumentar la carga animal por hectárea. Mientras que en las áreas degradadas la tasa es de 0,7 unidades animal por hectárea (UA/ha), en las áreas recuperadas dicha carga es de 1,5 UA/ha y, en las áreas con integración silvopastoril, de 2,5 UA/ha.

Con base en los resultados de la recuperación de pastizales y la integración productiva, la Corporación Brasileña de Investigación Agrícola (EMBRAPA) creó el sello “carne carbono neutro” (Alves y otros, 2015 y 2018), mediante el cual se certifica la carne bovina cuyas emisiones se neutralizan o capturan durante el proceso de producción. El sistema es auditado y permite evaluar las emisiones entéricas y el secuestro que se logra a partir de la vegetación y los suelos. EMBRAPA (2018) estima que en el Brasil se pueden certificar 1,5 millones de hectáreas mediante este sistema; esto equivale al 1% del rebaño brasileño, a saber, aproximadamente 2,2 millones de cabezas de ganado.

Otro proceso de certificación es el de “carne de bajo carbono”, carne que puede producirse a partir de un manejo adecuado de los pastizales que secuestran carbono, en sistemas integrados o no, mitigando las emisiones de los animales. El concepto de carne de bajo carbono se centra en mejorar la calidad del suelo mediante la fijación de las emisiones. En ese caso se evalúa el potencial de cubrir hasta 50 millones de hectáreas (EMBRAPA, 2018).

Otra innovación importante en el sector de la producción de carne es el aumento del aprovechamiento animal en toda la cadena productiva. El aprovechamiento animal generaba en el Brasil 53.943 empleos directos en 2014 (ABRA, 2016). La misma fuente indica la presencia de 344 plantas de aprovechamiento en operación, donde se procesan más de 12.000 millones de kilos de derivados con un valor superior a 2.000 millones de dólares. En el cuadro V.27 se muestra que el porcentaje de aprovechamiento animal aún es bajo, por lo que el crecimiento del sector podría disminuir el impacto ambiental y crear más empleo y renta.

**Cuadro V.27**  
**Brasil: proporción de aprovechamiento animal respecto al peso vivo, 2014**  
*(En porcentajes)*

Especie animal	Materia prima	Proporción
Bovinos y bufalinos	Vísceras	35
	Sangre	3
Cerdos	Vísceras	17
	Sangre	3
Ovinos y caprinos	Vísceras	21
	Sangre	4
Pollo	Vísceras	16
	Sangre	9
	Plumas	3
Pavos	Vísceras	13
	Sangre	7
	Plumas	3
Pescado	Vísceras	45

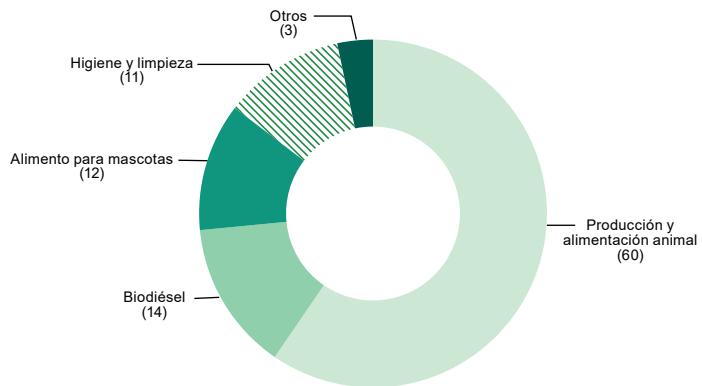
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Asociación Brasileña de Reciclaje Animal (ABRA), *II Diagnóstico da Indústria Brasileira de Reciclagem Animal*, Brasilia, 2016.

En el gráfico V.26 se muestra el destino de la producción de grasas y harinas en 2014 y se pone de manifiesto que hay un mercado consumidor de derivados de origen animal que podría expandirse.

Por tanto, avanzar hacia un sector ganadero con bajas emisiones de carbono puede brindar una ganancia neta al sector.

Identificar y seleccionar las mejores estrategias de manejo de los paisajes permite aumentar la productividad (por animal y por área), reducir la huella ambiental y recuperar áreas degradadas que tienen emisiones negativas. Por tanto, convertir la producción agropecuaria significa crear riqueza y empleo y obtener una amplia gama de beneficios económicos y sociales.

**Gráfico V.26**  
**Brasil: destino de la producción de grasas y harinas de origen animal, 2014**  
*(En porcentajes)*



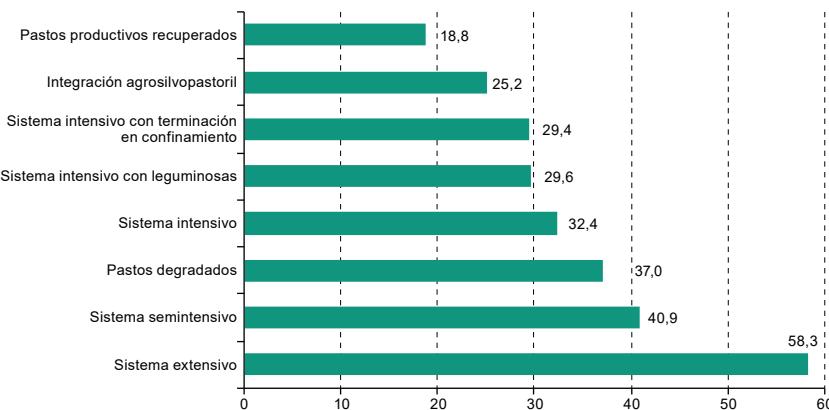
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Asociación Brasileña de Reciclaje Animal (ABRA), *II Diagnóstico da Indústria Brasileira de Reciclagem Animal*, Brasilia, 2016.

Aumentar la productividad en la ganadería sin que aumente la huella ambiental permite relajar la restricción externa y la restricción ambiental de manera simultánea. En el Brasil, Cardoso y otros (2016) y Barreto de Figueiredo y otros (2017) estudiaron la huella de carbono de distintos sistemas de producción de bovinos, entre ellos el sistema extensivo, el semintensivo, el de pastos degradados, el de pastos recuperados (productivos) y el de integración agrosilvopastoril (véase el gráfico V.27). Los sistemas no integrados y degradados son los que más emiten gases de efecto invernadero. La evolución de las prácticas de producción es fundamental, sobre todo en países donde la ganadería es una actividad importante, tanto por la degradación de los suelos como por la fermentación entérica de los bovinos (MCTIC, 2017).

Oliveira y otros (2018) evaluaron el secuestro de carbono en distintos sistemas productivos de ganado de corte en el sudeste del Brasil, en áreas homogéneas en relieve y edáficas, donde se da una mayor incorporación de carbono en los suelos y plantas de los sistemas integrados (véase el gráfico V.28).

**Gráfico V.27**

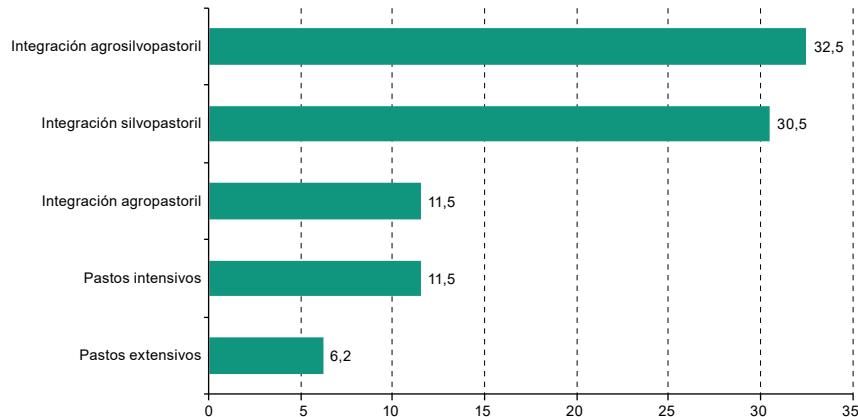
**Brasil: emisiones de distintos sistemas productivos de bovinos, varios años**  
*(En kilogramos de CO<sub>2</sub>eq por kilogramo de res abatida o limpia)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de A. Cardoso y otros, "Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use", *Agricultural Systems*, vol. 143, Amsterdam, Elsevier, 2016; E. Barreto de Figueiredo y otros, "Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil", *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, N° 1, Amsterdam, Elsevier, 2017.

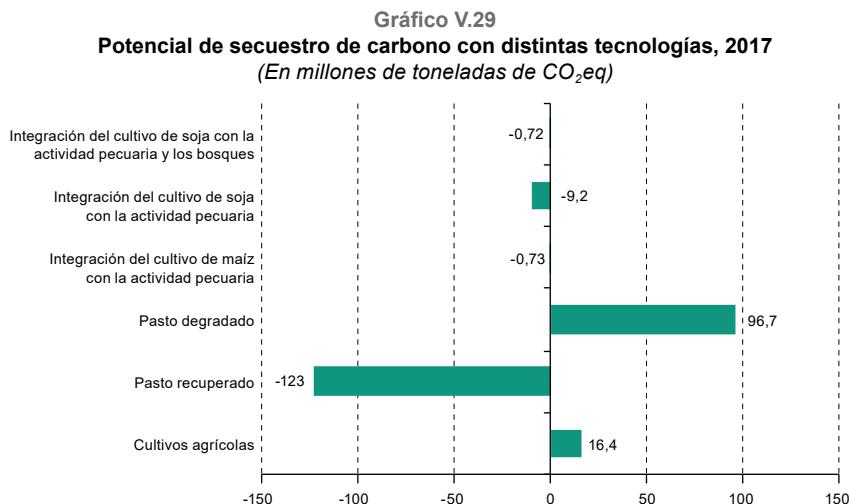
**Gráfico V.28**

**Brasil: carbono secuestrado en distintos sistemas de producción de bovinos de corte, varios años**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>eq por hectárea y por año)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de P. Oliveira y otros, *Produção de carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos*, Brasilia, Corporación Brasileña de Investigación Agrícola (EMBRAPA), 2018.

Con las tecnologías de recuperación de pastizales y adopción de sistemas integrados de producción, la actividad agropecuaria se torna un sumidero de carbono, sobre todo gracias a la incorporación de carbono en el suelo. En los sistemas integrados, el potencial de fijación de carbono es de 10,7 millones de tCO<sub>2</sub>eq y, en los pastizales recuperados, de más de 123,0 millones de tCO<sub>2</sub>eq (véase el gráfico V.29). A los efectos comparativos, este secuestro de carbono equivaldría a aproximadamente 1,5 veces las emisiones totales corrientes del Ecuador.



**Fuente:** Observatorio ABC, *Agricultura de baixa emissão de carbono: avaliação do uso estratégico das áreas prioritárias do Programa ABC*, Brasília, 2017.

**Nota:** Estimación del potencial de captura de carbono si se aplicara el Plan Agricultura Baja en Carbono (Plan ABC) en su totalidad. Los números negativos significan secuestro de carbono (emisiones negativas).

Con la intención de disminuir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia de la actividad agropecuaria, en 2010 se lanzó en el Brasil el Plan Agricultura de Bajo Carbono (Plan ABC) como una línea de crédito destinada a cambiar los métodos y los procesos de producción para crear sistemas con emisiones más bajas de carbono. El Observatorio ABC (2017b) monitorea los efectos del plan e informa sobre sus resultados. El plan tiene por objeto reducir las emisiones de modo que se emitan hasta 163 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq menos y es un ejemplo claro de una política de fomento productivo que es sensata desde el punto de vista climático.

La recuperación de pastizales y la implementación de sistemas integrados tiene un costo aproximado de 530 dólares por hectárea. El ritmo de implementación del plan ha sido bajo en los años recientes, pues, de los 152.330 millones de reales presupuestados, en 2016 solo se habían colocado 20.500 millones debido a la suba de la tasa de interés del programa.

Cambiar los procesos supone una serie de desafíos en materia de política, como ofrecer los incentivos apropiados para que los agricultores opten por estos sistemas y superen las barreras que imponen los costos iniciales, aprobar políticas públicas que promuevan la extensión rural y la capacitación de los productores, y crear sistemas y herramientas de medición y monitoreo. Los sistemas integrados agropecuarios y silvopastoriles ofrecen ventajas en el frente económico gracias al aumento de la productividad, y relajan la restricción externa y la ambiental de manera simultánea, lo que muestra su potencial transformador y su contribución a la acción climática.

En América Latina y el Caribe hay otras experiencias que también evidencian los beneficios de implantar sistemas agrosilvopastoriles. En la región de los Llanos Orientales de Colombia, los modelos agrosilvopastoriles de potreros amplios y mecanizables permitieron renovar las praderas destinadas a la agricultura con un costo bajo. Esto disminuye el estrés de los animales y complementa su alimentación con ramoneo, al tiempo que se generan servicios ecosistémicos. En los sistemas agrosilvopastoriles, las praderas se renuevan cada 4 o 5 años y se puede mantener una carga animal por hectárea importante, de 2,5 Unidades Animales/ha, frente a las usuales 0,8 Unidades Animales/ha (Restrepo, 2018).

En el Uruguay, Oyhantçabal y Jones (2018) señalan el potencial del silvopastoreo para reducir la intensidad de las emisiones por kilogramo de carne vacuna y al mismo tiempo promover el secuestro de carbono en los suelos y la biomasa mediante la adopción de buenas prácticas, como mejorar la cantidad y la calidad (digestibilidad) de la alimentación del ganado, favorecer el aumento de la materia orgánica y el carbono de los suelos, restaurar los suelos en que se ha perdido materia orgánica y se observa degradación, y aumentar la forestación de abrigo y sombra. Este conjunto de prácticas, que permiten lograr más eficiencia y convertir los sistemas ganaderos de baja productividad en sistemas de productividad elevada, se han aplicado a escala piloto en el proyecto Ganadería, Clima Inteligente y Restauración de Pastizales Uruguayos, implementado con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) con las prácticas ganaderas climáticamente inteligentes en 35.000 ha directas y 400.000 ha en que el proyecto incide de forma indirecta.

En la Argentina, en 1992 se estableció un sistema nacional de control de la producción orgánica y, en 1999, la política se reforzó con la Ley núm. 25127 de Producción Ecológica, Biológica u Orgánica y sus normas complementarias. De esta manera se creó un marco legal que permitió desarrollar la ganadería orgánica, hecho que fue reconocido por la Unión Europea, que otorgó a la Argentina la categoría de país con sistema equivalente de control. Hoy en día en el país hay 3,2 millones de hectáreas que cuentan con certificación

orgánica, lo que representa el 7,3% de la superficie mundial (43,7 millones de hectáreas). Entre 1997 y 2017, la tasa promedio de crecimiento anual de las exportaciones de productos orgánicos en la Argentina fue del 13%. La superficie ganadera ecológica (2,9 millones de hectáreas) se destina principalmente al ganado ovino (94%) y al bovino (6%): las zonas dedicadas al primero están ubicadas en la región patagónica y las dedicadas al segundo se encuentran a lo largo del país. En la actividad ovina orgánica hay 762.000 cabezas de animales destinados a la producción de lana y carne que pastorean en pastizales naturales (Güelvenzú, 2018).

A pesar de que los ejemplos sectoriales que se han mostrado son muy limitados, se ha podido documentar que la acción climática contribuye a lograr los objetivos de la Agenda 2030 y hace un aporte claro al aumento de la productividad, la inclusión social o el empleo, y a la disminución de la huella de carbono y otras huellas ambientales. Queda pendiente llevar a cabo el mismo ejercicio para documentar la huella económica, social y ambiental de actividades como la penetración de los materiales orgánicos en la industria de la construcción, la producción de servicios ecosistémicos, el desarrollo de la economía del cuidado y la inversión en la economía circular y el tratamiento de residuos urbanos sólidos y líquidos. Estos sectores son los objetivos del cambio estructural, dinámico y progresivo que permitirá dar un gran impulso a la sostenibilidad y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En los sectores que se han mencionado no hay dilema: el cambio brinda ganancias netas sobre el *statu quo* y las políticas públicas debieran contribuir a materializarlas cuanto antes.

## G. Conclusiones: la participación social como instrumento de política pública

Se desea señalar la importancia de la participación de la sociedad como parte del herramiental de políticas públicas destinadas al cambio climático, participación que consta de tres dimensiones: acceso a la información ambiental y climática, intervención en la toma de decisiones y acceso a la justicia ambiental<sup>44</sup>. Este tema, vinculado a la pronta entrada en vigor del Acuerdo de Escazú sobre derechos de acceso, es el complemento necesario de la política climática promovida desde las instancias de gobierno, como respuesta de la sociedad a la amenaza creciente que el calentamiento global supone para el bienestar y la calidad de vida de amplios sectores de la población.

<sup>44</sup> Dada la extensión del presente libro y la profundidad del tema participación social, se trata en CEPAL/ACNUDH (2019), publicación en la que se informa sobre los avances institucionales que ha habido en la región, así como sobre las políticas y las acciones provenientes de la sociedad que han dado lugar a la defensa de derechos por medio de mecanismos administrativos y judiciales.

Como se pudo ver en este capítulo, el número de instrumentos de política económica está creciendo y su aplicación es cada vez más profunda, lo que nos permite avanzar en el sentido correcto. Pero esa aplicación no va a la velocidad ni tiene el nivel de ambición suficiente como para responder de forma adecuada al compromiso del Acuerdo de París ni, sobre todo, a la emergencia climática. A la luz de lo ya expuesto en este capítulo y en los capítulos previos, resulta evidente que, si no se aplican políticas públicas destinadas a la adaptación y la mitigación, los arreglos institucionales, el ritmo de difusión de las tecnologías alternativas y las reglas de operación de los mercados que hay en la actualidad no permitirán impulsar el estilo de desarrollo en el sentido necesario.

También se hace evidente que cada medida, negociada por separado, supone enfrentar múltiples resistencias que al final de cuentas explican el bajo nivel de efectividad en cuanto al logro de los objetivos climáticos. En lo que respecta a los impuestos al carbono que se aplican en la región, ha quedado de manifiesto que, salvo en un caso, se ha tratado de negociaciones que se hicieron una sola vez. Lo mismo ha ocurrido con la modificación de los subsidios a los combustibles fósiles, y por ello el cambio que se ha logrado ha sido marginal respecto a la situación previa. Esto también se observa en relación con las CDN, de dos maneras: porque cuando se las compara con la reducción necesaria para lograr el objetivo del Acuerdo de París se constata que no son suficientes como para alcanzarlo, y porque aún no se ha logrado concitar un esfuerzo nacional suficiente que permita aumentar el ritmo de descarbonización de modo que sea compatible con el objetivo que se establece en ellas. En este sentido, las CDN no se han asumido aún como un elemento capaz de integrar y articular políticas públicas eficaces.

Aunque los cambios sean marginales, sin duda apuntan en la dirección correcta. Pero, a riesgo de simplificar, podría decirse que estos procesos son cambios que se hacen mirando hacia atrás, hacia el *statu quo* y el cambio posible, que se convierte en el punto de referencia. Alternativamente, se podría imaginar una situación muy diferente en que los cambios se hicieran mirando hacia adelante, es decir, de cara a las modificaciones que se necesitan. En este otro escenario, las CDN podrían ser el punto de referencia, la brújula que articularía el conjunto de las políticas públicas, y se las podría contrastar no tanto con el cambio respecto a la situación precedente, sino con su contribución al cumplimiento de sus objetivos.

Aceptar las CDN como orientación implica asumir un presupuesto de carbono, sea anual o en relación con el período de cumplimiento en su totalidad. Lo mejor es hacerlo de ambos modos, pues así es más fácil calibrar cada medida en el conjunto a fin de adecuar el cambio total a la velocidad de descarbonización necesaria y de obtener el mayor nivel de cobeneficios y las interacciones más virtuosas entre los instrumentos a los efectos de

la mitigación. Algo similar ocurre con la adaptación tratada en el capítulo precedente, cuando se cuenta con un indicador claro que la refleja. La idea de avanzar hacia la neutralidad carbónica va ganando terreno, y eso implica ir avanzando hacia metas de reducción de las emisiones, que difieren de las metas relacionadas con la intensidad carbónica del PIB o la matriz eléctrica. Las metas de reducción de las emisiones, como las de Costa Rica, la Argentina y Chile (donde dichas metas se estaban discutiendo a la fecha de elaboración de este documento), son más claras a la hora de dar coherencia a las políticas públicas transversales y sectoriales.

Sigue habiendo instrumentos contradictorios, como los subsidios al consumo de combustibles fósiles o el fomento a la movilidad privada, que hacen difícil ampliar la frontera ambiental para el desarrollo, responden a objetivos sectoriales y, como se señaló en el apartado correspondiente, tienen una distribución social regresiva. Mantener el objetivo social, al mismo tiempo que se mantiene la ampliación del espacio ambiental, requiere dejar de apoyar el consumo o la producción de cosas que benefician a los sectores de menores ingresos a un costo muy elevado, para apoyar a las personas y poblaciones objetivo de manera directa. Sin duda, el contexto político es muy importante para dar coherencia a las políticas públicas, y contar con un objetivo común que las articule no es una medida menor.

Los fondos marcados como climáticos son marginales si se los compara con lo que es necesario invertir para perfilar un estilo de desarrollo que aumente la prosperidad social y el cuidado planetario de forma simultánea. El sistema financiero mismo tiene mucho que mejorar en materia de manejo del riesgo e internalización de los efectos climáticos del financiamiento. También en los países hay mucho que mejorar a los efectos de diseñar estrategias financieras y hacendarias alineadas con los objetivos climáticos. De este modo se estaría construyendo una rentabilidad legítima, es decir, la que no externaliza el daño, en detrimento de la inversión que se rentabiliza de manera espuria a costa del agravamiento del cambio climático o de no tomar en cuenta las necesidades de adaptación. Esto llevaría a que el financiamiento climático gradualmente se convirtiera en la forma normal de financiar tanto a los gobiernos como las inversiones públicas y privadas.

Cada país deberá encontrar, conforme a sus circunstancias económicas y políticas, la combinación que mejor funcione para reorientar la inversión y el consumo y repartir el esfuerzo de cambio entre la generación presente y las generaciones venideras. Pero no se puede omitir la participación de ninguno de los instrumentos reseñados, a saber, los presupuestos de carbono anuales y totales asignados por sectores y territorios, los impuestos al CO<sub>2</sub> y los mercados de derechos de emisión, en la profundidad que sea.

Las CDN se han elaborado sobre la base de procesos de consulta pública (Samaniego y otros, 2019). Hay cuestiones de gran trascendencia, como la aplicación de los instrumentos reseñados y el ajuste periódico de las CDN que demanda el Acuerdo de París, que requieren de un ámbito estructurado para su discusión más allá de los comités interministeriales de gobierno. El acceso a la información, la participación y la justicia en materia ambiental es indispensable. El Acuerdo de Escazú ofrece un punto de referencia y una guía para que en los países se dé legitimidad y acompañamiento a estos procesos de transformación.

El seguimiento de los avances hacia el cumplimiento de las CDN y del Acuerdo de París exige que se fortalezcan los mecanismos de vigilancia, presentación de información y verificación que permitan hacer ajustes anuales a las políticas aplicadas para mantener las economías en la dirección correcta y, por tanto, que permitan relacionar las políticas con los resultados. Y vale la pena subrayar que la coordinación regional intergubernamental tiene el potencial para hacer que la información sea comparable, para armonizar el diseño y la aplicación de los instrumentos, e incluso para abordar algunas soluciones en la escala apropiada. Finalmente, resalta la importancia de la dimensión sectorial que, por su heterogeneidad, demanda soluciones que tienen alcances muy distintos y peculiaridades territoriales.

## Anexo V.A1

### Metodología para medir el gasto climático

El cálculo del gasto climático bruto requiere recolectar una cantidad considerable de información a partir de estadísticas nacionales e incluso diseñar encuestas aplicables al sector público y al privado. Se deben consensuar los gastos que varían en cuanto a la definición de los objetivos, por ejemplo, el gasto ambiental, cuyo objetivo principal es disminuir la contaminación, y los gastos que tienen otros objetivos ambientales.

En lo que respecta al gasto climático, el desafío es mayor, ya que no hay consenso sobre cómo definirlo ni hay estándares internacionalmente validados que permitan clasificar las políticas referentes a él. Al cuantificar el gasto climático, al igual que al medir el gasto en protección ambiental, se deben responder tres preguntas: i) ¿quién gasta?; ii) ¿cómo se gasta?, y iii) ¿para qué se gasta? (CEPAL/INEGI, 2015).

A los efectos de medir el gasto en protección ambiental y el gasto climático es necesario contar con protocolos sobre el levantamiento de información, además de metodologías de estimación, indicadores y análisis estadísticos, que son los componentes del sistema (véase el diagrama VA1.1). También se deben considerar el dinamismo del sector ambiental, los requerimientos propios de cada país y la comparabilidad internacional.

Para clasificar el gasto climático del sector público es recomendable aplicar el criterio *causa finalis*, que permite identificar el objetivo principal de los gastos presupuestarios y contabilizar el gasto asignado cuyo propósito primario sea combatir el cambio climático o adaptarse a su impacto. Sin embargo, en la práctica es difícil determinar cuál es el objetivo primario del gasto debido a que las inversiones y los gastos suelen tener múltiples objetivos. Tampoco es fácil saber si la adaptación al cambio climático o la mitigación de él eran el objetivo real del gasto: en ocasiones el objetivo es hacer un uso más eficiente de los insumos y solo *a posteriori* se puede interpretar que dicho objetivo tuvo una motivación climática. Además, en muchas líneas presupuestarias no se explicita que los gastos estén destinados a la mitigación o la adaptación al cambio climático, por lo que, con este enfoque, esos gastos quedarían excluidos de la contabilidad.

La estructura presupuestaria aún no permite generar información sobre un tema tan particular como el del cambio climático y la mayoría de las veces las etiquetas presupuestales se enmarcan en criterios más bien administrativos. Si bien existe el clasificador relativo a la función ambiental dentro del gasto del gobierno, el gasto climático es aún más específico, por lo que el proceso de identificación comienza en el nivel de información más básico. Esto significa que agrupar el gasto climático es un proceso que supone

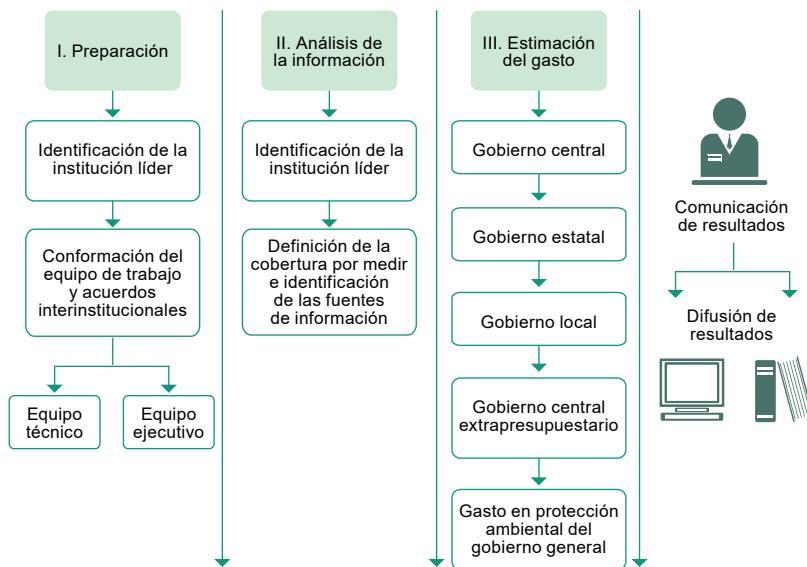
ir caso por caso o de lo particular a lo general. El análisis también requiere revisar las políticas involucradas caso a caso y ser claro y coherente en cuanto a las diferencias conceptuales entre mitigación y adaptación. El primer concepto es más claro, ya que se relaciona directamente con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero; el segundo puede ser menos fácil de identificar, como se señaló en el capítulo anterior.

La cobertura también es relevante. La cuantificación del gasto se vincula *ex ante* con los ministerios e instituciones que tienen competencias ambientales o climáticas. Sin embargo, todas las instituciones participan en el gasto ambiental y climático, por lo que es necesario analizar cada subpartida presupuestaria, lo que requiere hacer un mayor esfuerzo por identificar los objetivos del gasto en sus distintos componentes institucionales: el gobierno general, las sociedades financieras, las sociedades no financieras (industrias), los hogares, las instituciones sin fines de lucro al servicio de los hogares y el resto del mundo<sup>45</sup>. A su vez, el gobierno general está constituido por el gobierno central, los gobiernos regionales y los locales. En CEPAL/INEGI (2015) se recomienda comenzar con el análisis del gasto público a partir del gobierno central. Como se señaló, este ejercicio se hizo en relación con el gasto en protección ambiental de Chile (CEPAL/MMA, 2015) y Costa Rica (CEPAL, 2018c). Los gastos con incidencia climática están muy dispersos en diversas instituciones y a distintos niveles administrativos, y son grandes las dificultades que se enfrentan a la hora de identificarlos, clasificarlos y, en particular, recopilarlos y procesarlos.

En las economías donde interactúan diversos agentes económicos, los gastos asociados a las actividades de lucha contra el cambio climático se pueden registrar en más de una institución, lo que da lugar a una doble contabilización. Por ello, se deben considerar e incluir con cuidado las transferencias y los subsidios para no sobreestimar el gasto de un sector (OCDE, 2007a). En general es posible acceder a los datos de quien realiza los pagos y las compras de los servicios ambientales, pero no siempre es posible obtener información sobre la fuente de financiamiento. Para evitar los problemas de la doble contabilización se utilizan dos enfoques que en teoría llevan al mismo resultado (aunque no suelen coincidir en la práctica): i) contabilizar el gasto de quien realiza y ejecuta la acción climática, y ii) asignarlo a quien lo financia.

<sup>45</sup> El gasto climático, como todo gasto fiscal, puede financiar gasto corriente o gasto de capital. El gasto corriente es operativo e incluye las remuneraciones de los trabajadores, el uso de los bienes y los servicios, y el consumo de capital fijo. También incluye intereses, subsidios, donaciones, prestaciones sociales y otros gastos relacionados con transferencias corrientes, entre otros. El gasto de capital se relaciona con inversiones destinadas a adquirir bienes muebles e inmuebles que serán utilizados continuamente durante uno o más períodos contables. Entre esas inversiones se encuentran la compra de maquinaria y equipos, las transferencias de recursos destinados al capital, la ejecución de obras y otras (CEPAL/INEGI, 2015).

**Diagrama V.A1.1**  
**Proceso de cálculo del gasto climático con base en la medición del gasto en protección ambiental del gobierno general**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Nacional de Estadística y Geografía (CEPAL/INEGI), “Guía metodológica: medición del gasto en protección ambiental del gobierno general”, Documentos de Proyectos (LC/W.653), Santiago, 2015.

## Anexo V.A2

### Iniciativas de financiamiento climático de bancos privados en América Latina y el Caribe

**Cuadro V.A2.1**

**América Latina y el Caribe: iniciativas relacionadas con la sostenibilidad implementadas por algunos bancos privados, 2018**

Institución	País	Estrategia, política o programa	Líneas de financiamiento u otro instrumento	Ámbito	Fuente de recursos	Ánalisis de riesgos ambientales y sociales	Principios de Ecuador
Banco Nacional de México (Citibanamex)	México	Programa integral de eficiencia energética	Crédito Negocio Sustentable	Eficiencia energética para pequeñas y medianas empresas (pymes)	En conjunto con el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Sí	Sí
Grupo Bancolombia	Colombia	Estrategia de Negocios Sostenibles	Línea Verde	Eficiencia energética con energías renovables y métodos de producción más limpios	Propios	Sí (diferentes unidades de negocio)	Sí
			Líneas especiales de la banca de desarrollo		Banca de desarrollo		
			Línea de Crédito Ambiental de la Secretaría de Estado de Economía de Suiza (SECO)	Reconversión a tecnologías eficientes con un impacto positivo en el medio ambiente	Subsidios de la SECO		
			Mi planeta	Vehículos que usen energías alternativas	Propios		
			Línea del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	Construcción sustentable, plantas de tratamiento y adquisición de maquinaria energéticamente eficiente	CAF		
			BanCO <sub>2</sub>	Pago por servicios ambientales	Compensaciones voluntarias		

Cuadro V.A2.1 (continuación)

Institución	País	Estrategia, política o programa	Líneas de financiamiento u otro instrumento	Ámbito	Fuente de recursos	Ánalisis de riesgos ambientales y sociales	Principios de Ecuador
Banco de Crédito e Inversiones (BCI)	Chile	Línea de negocios con enfoque medioambiental	Energías renovables no convencionales para grandes empresas e inmobiliarias (centrales hidroeléctricas de pasada y energía edifica)	Propios	No	No	No
		Fondo Mutuo BCI Energías Alternativas	Oportunidad de participar en empresas que operan en energías renovables no convencionales, optimización y descentralización de la oferta de estas energías	Clientes			
		Fondo BCI Comercializador de Energías Renovables no Convencionales I	Acciones o títulos de deuda de sociedades comercializadoras de energías renovables no convencionales	Clientes			
		Tarjeta Carbono Neutral	Tarjeta de crédito, reducción y compensación de emisión de CO <sub>2</sub> eq	Clientes			

Cuadro V.A2.1 (continuación)

Institución	País	Estrategia, política o programa	Líneas de financiamiento u otro instrumento	Ámbito	Fuente de recursos	Ánalisis de riesgos ambientales y sociales	Principios de Ecuador
Santander	Brasil	Estrategia de sostenibilidad	Línea de financiamiento para grandes empresas	Eficiencia energética Energía renovable Eficiencia en el consumo de agua Reducción y tratamiento de residuos Gobernanza corporativa Producción más limpia Construcción, reforma y accesibilidad	Propios	Sí (grandes clientes)	Sí

Cuadro V.A2.1 (conclusión)

Institución	País	Estrategia, política o programa	Líneas de financiamiento u otro instrumento	Ámbito	Fuente de recursos	Ánalisis de riesgos ambientales y sociales	Principios de Ecuador
Santander	Brasil	Programa Santander Agro Sostenible; crédito para productores rurales que quieran invertir en innovación y en la sostenibilidad del campo	Crédito directo al consumidor: acceso a servicios más limpios	Adaptación de vehículos, plataformas de elevación, sillas de ruedas y aparatos auditivos	Propios y repases del BNDES		
			Crédito directo al consumidor: compra de equipamientos que disminuyan el impacto socioambiental causado por las empresas, como sistemas para reutilizar el agua y equipos destinados a reciclar y reducir los gases contaminantes	Compra de equipamientos que disminuyan el impacto socioambiental causado por las empresas, como sistemas para reutilizar el agua y equipos destinados a reciclar y reducir los gases contaminantes			
			Crédito directo al consumidor: agro	Compra de máquinas, vehículos y soluciones técnicas para la agricultura y la ganadería que tengan un menor impacto ambiental			
		Programa reduzca y compense CO <sub>2</sub>	Líneas del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES); financiamiento para promover una actividad agropecuaria sostenible	Agricultura de bajo carbono Moderagro Moderinra BNDES Automático -Inovagro	BNDES Créditos de carbono		

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de las diferentes instituciones.

## Anexo V.A3

### Iniciativas de financiamiento climático de desarrollo en América Latina y el Caribe: Nacional Financiera (NAFIN) y Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES)

Cuadro V.A3.1

**Líneas de crédito aplicables a la sostenibilidad y al cambio climático ofrecidas por Nacional Financiera (NAFIN) y Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), disponibles en 2018**

Institución	Líneas de crédito aplicables a la sostenibilidad y al cambio climático
NAFIN, México	<p>1. Programa de Financiamiento a Proyectos Sustentables.</p> <p>Financiamiento de corto, mediano y largo plazo a empresas o intermediarios financieros nacionales e internacionales, mediante el diseño, la estructuración y la implementación de mecanismos financieros conforme a las características particulares de cada proyecto prioritario y estratégico: empresas medianas o grandes o vehículos de propósito específico constituidos en México para el desarrollo de proyectos de energía; instituciones financieras (nacionales o extranjeras) y organismos financieros multilaterales que aportan financiamiento a proyectos de energía.</p> <p>Este producto colabora con el cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, que establece las líneas de acción necesarias para impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve el patrimonio natural del país al tiempo que fomente la competitividad y el empleo.</p> <p>En el marco de este Programa, se financian:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos fotovoltaicos. Financiamiento para diseñar, construir y poner en marcha proyectos solares con el objeto de producir energía eléctrica de origen renovable e impulsar el desarrollo de infraestructura y cobertura eléctrica en el país, en alineación con la reforma energética, diseñando estructuras de financiamiento que den viabilidad al desarrollo de proyectos de energía renovable, en las cuales participe la banca de desarrollo.</li> <li>• Proyectos eólicos. Financiamiento para diseñar y construir parques eólicos a los efectos de apoyar la inversión privada en el país y actuar como promotor de la reforma energética, a través de financiamientos de gran envergadura dirigidos al desarrollo de sectores estratégicos que coadyuvarán a incrementar la infraestructura de transmisión y cobertura eléctrica.</li> <li>• Proyectos hidráulicos. Financiamiento para diseñar, construir y desarrollar centrales hidroeléctricas, con el objeto de impulsar el desarrollo de infraestructura y cobertura eléctrica en el país, en alineación con la reforma energética.</li> <li>• Proyectos de eficiencia energética: ciclo combinado y cogeneración.</li> <li>• Plantas de generación eléctrica: financiamiento para construir y operar plantas de cogeneración a los efectos de producir energía eléctrica.</li> <li>• Plantas de transmisión y almacenamiento. Tecnologías innovadoras: financiamiento para el procesamiento de desechos, forma alternativa de generación eléctrica sin usar combustibles no renovables mediante la utilización de residuos como fuente de calor. Este tipo de proyectos contribuyen a la sustitución progresiva de los combustibles tradicionales (desarrollo sostenible) y son inversiones productivas de largo plazo con alto impacto ambiental y socioeconómico, tanto a escala local como regional.</li> <li>• Asociaciones público-privadas. Constituyen un mecanismo de vinculación de capital privado para construir infraestructura pública y sus servicios asociados. Un elemento central en los proyectos de asociaciones público-privadas es la óptima distribución de riesgos entre los sectores público y privado, con el fin de lograr que el costo del proyecto sea inferior al de una obra pública tradicional.</li> <li>• Impuesto sobre el valor añadido (IVA): financiamiento del IVA que se debe pagar a partir de las inversiones requeridas para la construcción del proyecto.</li> </ul>

Cuadro V.A3.1 (continuación)

Institución Líneas de crédito aplicables a la sostenibilidad y al cambio climático	
NAFIN, México	<p>2. Financiamiento corporativo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiamiento de primer piso de mediano y largo plazo a empresas, mediante el diseño, la estructuración y la implementación de mecanismos financieros conforme a las características particulares de cada proyecto estratégico que se considere prioritario para México. Entre las modalidades del financiamiento corporativo se encuentran las siguientes:</li> <li>• Líneas de transmisión. Financiamiento destinado a diseñar, construir y poner en marcha líneas transmisión (conjunto de dispositivos para transportar o guiar la energía eléctrica desde una fuente de generación a los centros de consumo), con el objeto de impulsar el desarrollo de la infraestructura de transmisión y la cobertura eléctrica en el país, en alineación con la reforma energética.</li> <li>• Petroquímica, acero y gasoductos.</li> </ul> <p>3. Programas de inversión:</p> <p>Inversión Accionaria Indirecta de Nacional Financiera. Impulsa y desarrolla la industria de capital de riesgo en México a través de la Corporación Mexicana de Inversiones de Capital (CMIC) o Fondo de Fondos. La estructura corporativa de la CMIC se divide en vehículos con tesis de inversión específicas en capital privado, capital emprendedor o capital de riesgo, deuda <i>mezzanine</i> y sector energético.</p> <p>4. Créditos tramitados a través del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)<sup>a</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora sustentable de viviendas: crédito para la instalación de equipos que permitan aprovechar la energía solar, así como aumentar la eficiencia en el uso de electricidad en viviendas existentes, con el fin de generar ahorro de gas y energía eléctrica.</li> <li>• Ecocréditos:</li> <li>• Empresarial masivo. Crédito para sustituir equipos obsoletos por equipos nuevos en que se utilice tecnología de punta, obtenidos de proveedores certificados por el FIDE.</li> <li>• Individual. Crédito para que la empresa ahorre en su consumo energético usando energías limpias a pequeña escala. Se sustituyen los equipos actuales por unos más eficientes, y se adecuan los procesos de producción.</li> </ul> <p>5. Nuevos programas. Financiamiento para que las empresas gasolineras inviertan en su modernización de cara a las nuevas condiciones de competencia en la industria energética. Se tramita a través de otras instituciones financieras, como BanBajío, BanRegio, Multiva y Santander.</p> <p>6. Productos para intermediarios financieros (red de intermediarios financieros acreditados en NAFIN):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantías para que otorguen crédito a empresas mexicanas, a fin de fomentar la inclusión financiera de estas y mejorar sus condiciones crediticias.</li> <li>• Fondeo. Se recibe financiamiento para otorgar créditos a las empresas que requieran fomentar su consolidación y desarrollo.</li> </ul> <p>7. Administración de proyectos de líneas de crédito internacionales.</p>
BNDES, Brasil	<p>Gestiona recursos a través de líneas de crédito, programas y fondos y otras iniciativas.</p> <p>1. Líneas de crédito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BNDES Forestal. Línea de crédito dirigida a la reforestación, la conservación y la recuperación forestal de áreas degradadas o convertidas, y al uso sustentable de áreas nativas en la forma de manejo forestal.</li> <li>• BNDES Eficiencia Energética.</li> <li>• Líneas de financiamiento aplicables a proyectos climáticos:</li> <li>• BNDES Finem - Eficiencia Energética. Para proyectos enfocados en la reducción del consumo de energía y el aumento de la eficiencia del sistema energético nacional.</li> <li>• BNDES Finem - Generación de Energía. Para expandir y modernizar la infraestructura de generación de energía a partir de fuentes renovables y de termoeléctricas a gas natural.</li> <li>• BNDES Finem - Distribución de Energía Eléctrica. Para expandir y modernizar la infraestructura de distribución de energía.</li> </ul> <p>2. Programas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BNDES Compensación Forestal. Apoya la regularización del pasivo de reserva legal en propiedades rurales destinadas al agronegocio, y la preservación y la valoración de los bosques nativos y de los ecosistemas remanentes.</li> <li>• BNDES Proplástico - Socioambiental. Apoya las inversiones destinadas a racionalizar el uso de recursos naturales, a crear mecanismos de desarrollo limpia y sistemas de gestión y recuperación de pasivos ambientales, y a financiar proyectos y programas de inversiones sociales realizados por empresas de la cadena productiva del plástico.</li> </ul>

Cuadro V.A3.1 (conclusión)

Institución	Líneas de crédito aplicables a la sostenibilidad y al cambio climático
BNDES, Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas pasibles de garantías destinados de forma específica al cambio climático<sup>b</sup>.</li> <li>• Entre esos programas se encuentra el Programa Fondo Clima, que ofrece los siguientes subprogramas:</li> <li>• Movilidad urbana (operaciones en el ámbito del BNDES Automático)<sup>c</sup>.</li> <li>• Máquinas y equipamientos eficientes (operaciones en el ámbito de los productos del BNDES Finame<sup>d</sup> y del BNDES Automático).</li> <li>• Energías renovables (operaciones en el ámbito del BNDES Automático).</li> <li>• Ciudades sustentables y cambio climático (operaciones en el ámbito del BNDES Automático).</li> <li>• Bosques nativos (operaciones en el ámbito del BNDES Automático).</li> <li>• Gestión y servicios de carbono (operaciones en el ámbito del BNDES Automático).</li> <li>• Residuos sólidos (operaciones en el ámbito del BNDES Automático).</li> </ul> <p>3. Fondos y otras iniciativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fondo Amazonia. El objetivo central del Fondo Amazonia es promover proyectos para prevenir y combatir la deforestación y conservar y usar de forma sustentable los bosques del bioma amazónico, en los términos del decreto núm. 6527 del 1 de agosto de 2008. El Fondo Amazonia es gestionado por el BNDES y los recursos se captan exclusivamente por medio de donaciones.</li> <li>• Programa Fondo Clima. Se destina a aplicar la parcela de recursos reembolsables del Fondo Nacional sobre Cambio del Clima, o Fondo Clima, creado por la Ley núm. 12.114 del 9 de diciembre de 2009 y reglamentado por el decreto núm. 7343 del 26 de octubre de 2010. Es un fondo de naturaleza contable, vinculado al Ministerio de Medio Ambiente con la finalidad de garantizar recursos para apoyar proyectos o estudios y financiación de emprendimientos que tienen como objetivo la mitigación del cambio climático.</li> <li>• Iniciativa BNDES Selva Atlántica. Selección de proyectos destinados a reforestar la región con especies nativas, para aportarles recursos financieros no reembolsables provenientes del BNDES Fondo Social.</li> <li>• Fondo BNDES Desarrollo Limpio. Apoyo a empresas y proyectos potencialmente generadores de reducciones certificadas de carbono, por medio de la participación en el capital de las compañías.</li> <li>• Fondo de Inversiones y Participaciones - FIP Forestal. Fondo de inversión para participar en el capital accionario de empresas o emprendimientos cuyo énfasis esté en los activos forestales.</li> </ul>

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de las diferentes instituciones.

<sup>a</sup> Véase [en línea] [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&Itemid=180](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=180). El FIDE es un fideicomiso privado sin fines de lucro constituido el 14 de agosto de 1990 por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en apoyo al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica. Tiene por objeto contribuir a las acciones de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica. Su integración es la siguiente: Fideicomitentes: Confederación de Cámaras Industriales (CONCAMIN), Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME), Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), Cámara Nacional de Empresas de Consultoría (CNEC) y Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM).

Fiduciaria: Nacional Financiera (NAFIN), quien otorga facultades a un delegado fiduciario que se desempeña como apoderado de la fiduciaria y a su vez delega facultades en el director general del FIDE. Este, por su parte, delega facultades en los subdirectores en el área de su competencia.

Fideicomisarios: la CFE y los consumidores de energía eléctrica que resulten beneficiarios de los servicios que imparte el fideicomiso.

<sup>b</sup> Véase Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), “Líneas y programas do BNDES passíveis de garantia- BNDES FGI” [en línea] <https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/bndes-fgi/linhas-programas-bndes-passiveis-garantia>.

<sup>c</sup> Inversiones para implementar, ampliar, recuperar y modernizar instalaciones o actividades en el sector industrial, agropecuario y de la infraestructura, el comercio, la prestación de servicios, la producción forestal, la pesca y la acuicultura.

<sup>d</sup> Financiamiento de la producción y adquisición de máquinas y equipamientos nacionales acreditados en el BNDES.

## Anexo V.A4

### Detalle de la emisión de bonos verdes en América Latina y el Caribe

**Cuadro V.A4.1**  
**América Latina y el Caribe: detalle de la emisión de bonos verdes, 2018-2019**

Sector	Empresa	País	Monto en la moneda de la emisión	Moneda	Monto en millones de dólares	Colocación	Vencimiento	Observaciones
Privado	Banco Galicia Éminent	Argentina	100 000 000	dólar	100,00	abr de 2018	Crear instrumentos de financiamiento destinado a proyectos cuyo foco específico sea la mejora ambiental, como las energías alternativas, la eficiencia medioambiental, el transporte limpio y la gestión de residuos	
Privado	Rio Energy (Copacabana Geração de Energia e Participações S.A.)	Brasil	127 780 000	real	32,85	ago de 2018	Ocho plantas edílicas	
Público-privado	Empresa Paulista de Transmisión de Energía Eléctrica (SA CTEEP)	Brasil	621 000 000	real	179,00	abr de 2018	Financiar los proyectos rematados en las subastas públicas de energías renovables de 2016 y 2017	
Privado	Aguas Andinas	Chile	1 500 000	unidad de fomento	68,10	mar de 2018	Financiar proyectos que tengan un impacto ambiental y social positivo	
Privado	Agrosuper	Chile	100 000 000	dólar	100,00	oct de 2018	Financiar parte de las adquisiciones realizadas en la industria del salmón	
Privado	Empresa de Energía del Pacífico (EFSA)	Colombia	70 000 000 000	peso colombiano	24,00	jul de 2018	Proyectos de energía solar en Yumbo, Bolívar, Chicalocho y Valedupar	
Privado	Bancolombia	Colombia	299 990 000 000	peso colombiano	101,47	jul de 2018	Financiar proyectos sostenibles que mitiguen el cambio climático	
Multilateral	Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	Colombia	150 000 000 000	peso colombiano	50,70	may de 2018	Financiar proyectos con alto impacto ambiental y social	
Público	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) (banco)	México	2 500 000 000	peso mexicano	129,48	oct de 2018	Crear una cartera verde específica para el sector rural	
Público	Ciudad de México	México	1 100 000 000	peso mexicano	56,971	nov de 2018	Financiar o refinanciar proyectos que ofrecen beneficios ambientales	
Privado	BBVA Bancomer	México	3 500 000 000	peso mexicano	185,90	sept de 2018	Financiar proyectos sustentables, sobre todo de edificios y energías renovables	

Cuadro V/A4.1 (continuación)

Sector	Empresa	País	Monto en la moneda de la emisión	Moneda	Monto en millones de dólares	Colocación	Vencimiento	Observaciones
Privado	Edólica Mesa La Paz	México	376 000 000	dólar	376,00	jun de 2018	jun de 2044	Aportar a la construcción de una planta eólica de 306 MW (en construcción)
Privado	Protisa Perú (papeles y cartones)	Perú	100 000 000	sol	29,68	oct de 2018	oct de 2024	Proyectos de eficiencia energética, preventión y control de contaminación, y gestión sostenible del agua
Público	Lima	Perú	7 535 000	dólar	7,535	oct de 2018	dic de 2029	Financiar viviendas
Multilateral	Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	Regional	50 000 000	dólar	50,00	nov de 2018	nov de 2023	Proyectos con alto impacto ambiental
Multilateral	Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	Regional	30 000 000	dólar	30,00	ago de 2018	ago de 2023	Proyectos con alto impacto ambiental
Privado	Invenergy	Uruguay	64 750 000	dólar	64,75	ene de 2018	jul de 2042	Financiar la planta fotovoltaica de 64,8 MW La Jacinta Solar
Privado	Atlas Renewable Energy	Uruguay	108 000 000	dólar	108,00	Jul de 2018	jul de 2042	Refinanciar dos proyectos solares, El Naranjal (50 MW) y Del Litoral (16 MW)
Total					1 513,5	2019		
Privado	Aguas Andinas	Chile	2 000 000	unidad de fomento	83,19	mar de 2019	mar de 2044	Financiar proyectos con impacto ambiental y social positivo
Público	Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE)	Perú	100 000 000	sol	29,68	abr de 2019	abr de 2022	Financiar proyectos de energía, en particular de energía solar e hidráulica de pequeña escala
Privado	AES Tietê	Brasil	820 000 000	real	210,0	abr de 2019	mar de 2029	Financiar las usinas solares de Guaimbê y Ouroeste
Privado	Consortio Transmantauro	Perú	400 000 000	dólar	400,0	abr de 2019	abr de 2034	Financiar y refinanciar gastos de capital calificados por los principios de bonos verdes del Climate Bonds Initiative
Privado	Klabin	Brasil	500 000 000	dólar	500,0	abr de 2019	abr de 2049	Promover la gestión sostenible de los bosques de eucalipto y pino certificados por el Forest Stewardship Council (FSC)
Privado	Transmissora Aliança de Energia Elétrica (TAESA)	Brasil	210 000 000	real	53,98	may de 2019	may de 2044	Construir tres líneas de transmisión para mejorar el flujo de energía renovable alternativa
Privado	Williams Caribbean Capital	Barbados	3 000 000	dólar de Barbados	1,5	jun de 2019	jun de 2023	Planta solar fotovoltaica

Cuadro V.A4.1 (conclusión)

Sector	Empresa	País	Monto en la moneda de la emisión	Moneda	Monto en millones de dólares	Colocación	Vencimiento	Observaciones
Público	Estado de Chile	Chile	1 418 000 000	dólar	1 418.0	jun de 2019	ene de 2050	Verde multisector
Privado	Inversiones CMPC	Chile	2,5	unidad de fomento	100.0	jul de 2019	jul de 2029	Financiar proyectos de bolsas de papel para el sector minorista, de modernización de maquinaria específica de la planta de Puente Alto y de mejoramiento de la planta de tratamiento de residuos de Laja
Privado	Ergon Perú	Perú	222 000 000	dólar	222.0	jul de 2019	jul de 2024	Energías renovables
Privado	Neoenergía	Brasil	1 294 449 000	real	332,76	jul de 2019	jun de 2029	Financiar y refinanciar proyectos renovables y de redes (una usina hidroeléctrica y parques eólicos y activos de transmisión en diversos estados brasileños)
Privado	Athon Energía	Brasil	40 000 000	real	10.28	jul de 2019	jul de 2029	Verde solar: seis proyectos de generación solar para autoconsumo remoto
Público	Estado de Chile	Chile	861 000 000	euro	725,05	jul de 2019	jul de 2031	Verde multisector
Privado	Banco de Chile	Chile	48 000 000	dólar	48,0	ago de 2019	ago de 2031	Refinanciar proyectos sostenibles de energías renovables ubicados en distintas regiones del país
Privado	Sabará	Brasil	20 000 000	real	5,14	ago de 2019	ago de 2024	Refinanciar la única planta de producción de clorito de sodio del Brasil, en la que toda la energía utilizada proviene de fuentes renovables
Privado	Celulose Irani	Brasil	505 000 000	real	129,82	ago de 2019	sept de 2025	Promover el manejo forestal sustentable y certificado y refinanciar una unidad de reciclaje de papel
Multilateral	Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE)	Centroamérica	375 000 000	dólar	375,00	oct de 2019	oct de 2024	Contribuir a la conformación de proyectos como la red eléctrica de Costa Rica, además de campos de energía solar y campos de energía eólica
Total (hasta octubre de 2019)								4 644,4

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Climate Bonds Initiative, "labelled green bonds data: latest 3 months" [base de datos en línea] [https://www.climatebonds.net/cb1/pub/data/bonds?items\\_per\\_page=1&order=field\\_bond\\_currency&sort=asc&page=1](https://www.climatebonds.net/cb1/pub/data/bonds?items_per_page=100&order=field_bond_currency&sort=asc&page=1); información oficial de las distintas empresas.

**Nota:** Los efectos de la conversión en dólares se consideró que un dólar equivale a 3.38 reales, 19,3081 pesos mexicanos, 3,365 soles, 1,875 euros y 2.956,43 pesos colombianos. Se consideró asimismo que una unidad de fomento de Chile equivale a 41,5 dólares y 2 dólares de Barbados por dólar de los Estados Unidos.

## **Epílogo**

La información y los análisis presentados en este libro son claros: el mundo vive una emergencia ambiental. La evidencia muestra ampliamente el alcance del proceso de calentamiento global y su estrecha dependencia de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por las actividades humanas, en particular el uso de combustibles fósiles, la generación de energía basada en hidrocarburos y los cambios en el uso del suelo que aceleran la deforestación.

El alcance de la emergencia es mundial, como también lo son sus determinantes y sus consecuencias. Esto no debe, sin embargo, invisibilizar el hecho de que las dimensiones local y territorial son con frecuencia las que afectan directamente la calidad de vida y la salud de la población. Un ejemplo notorio es la estrecha dependencia que hay entre la creciente contaminación de las ciudades y el patrón de consumo de movilidad basado en vehículos con motores que utilizan combustibles fósiles.

Un fenómeno adicional ha sido la casi segura subestimación de la velocidad a la que aumenta la temperatura y su correlato directo en el derretimiento de los hielos árticos y la subida del nivel del mar. Ello ha llevado al progresivo reconocimiento de que el mundo ha transitado desde una situación de crisis climática que ha transcurrido a lo largo de muchos decenios hacia una emergencia ambiental que ya está destruyendo la biodiversidad y aumentando la frecuencia y la intensidad de los fenómenos climáticos extremos.

En este contexto, el ritmo de respuesta de la comunidad internacional es insuficiente, idea que se ha generalizado sobre todo entre las generaciones más jóvenes, que perciben que los efectos del cambio climático los alcanzarán en su edad madura. El Acuerdo de París de 2015 fue un paso adelante, pero rápidamente ha aumentado la convicción de que sus metas, y los consiguientes

compromisos determinados a nivel nacional, no permitirán contener el proceso de calentamiento global. Las metas deben ser más ambiciosas, en particular las que están condicionadas a la colaboración internacional.

Frente a esta dinámica, la situación de América Latina y el Caribe es paradojal. En la región se produce solo el 8,3% de las emisiones de gases de efecto invernadero del mundo —porcentaje similar al peso que tiene en la población y la economía mundiales—, pero se sufren de forma desproporcionada los costos humanos y materiales del cambio climático. En última instancia, la inequidad histórica entre el mundo desarrollado y los países en desarrollo se mantiene, o incluso se fortalece, en la dimensión ambiental. Los países más desarrollados han sido y son los que están agotando el presupuesto mundial de carbono y los que continúan sin apoyar con recursos significativos los procesos de mitigación y adaptación en los países más pobres. Aún no hay un reconocimiento que produzca efectos reales de que las responsabilidades son compartidas pero desiguales, y de que los daños causados ameritan ser compensados.

En este libro se pone un énfasis particular en el análisis de dos casos en que esta inequidad se manifiesta de forma extrema: Centroamérica y el Caribe. En ambas subregiones se sufren periódicamente los efectos devastadores de los fenómenos climáticos extremos, que conllevan un costo elevado y largos períodos de recuperación. El caso de los países caribeños es particularmente preocupante por el costo adicional que impone una situación insostenible de endeudamiento que debe superarse con mecanismos que reduzcan la carga de la deuda y al mismo tiempo impulsen programas significativos de adaptación.

En el nivel subnacional y sectorial de los países de la región, la emergencia ambiental tiene alcances heterogéneos. Si bien en la mayoría de los territorios los efectos son y continuarán siendo negativos, la intensidad de estos varía mucho e incluso en algunos casos (los menos) podría haber ventajas en términos económicos. Esta heterogeneidad es particularmente grave en el caso de la producción agrícola, que depende en gran medida de las condiciones climáticas. Eso es así no solo por el gran peso que la actividad agropecuaria tiene en la producción y las exportaciones de numerosos países de la región, sino sobre todo por el hecho de que, en muchos de ellos, la población que se dedica a las tareas agrícolas suele ser la más pobre y la más vulnerable a la reducción de la productividad de las tierras cultivadas. En este sentido, el cambio climático es un obstáculo adicional a la lucha contra la pobreza extrema, como ocurre en el corredor seco de los países del norte de Centroamérica.

Como respuesta a este amplio diagnóstico, este libro se concluye con dos capítulos en que se sugieren estrategias, políticas y acciones para enfrentar los efectos de la crisis ambiental. La primera proposición estratégica

es que, pese a las relaciones y sinergias entre las medidas de mitigación y adaptación, es posible que en la región se deban priorizar estas últimas, que no solo son inevitables, sino que pueden dar lugar a beneficios económicos que superen ampliamente los costos involucrados. Realismo, rentabilidad y eficiencia se combinan en un amplio espectro de medidas de adaptación. En particular, resaltan las potencialidades del desarrollo o fortalecimiento de los ecosistemas naturales, que pueden concretarse mediante el pago adecuado de los servicios ambientales y por medio de una estructura eficaz de gobernanza local. La necesidad y la urgencia de las acciones de adaptación se ponen de manifiesto más que nada en las crecientes corrientes migratorias impulsadas por el cambio del clima, sobre todo en las que provienen de zonas agrícolas de baja productividad. Esta es una muestra notoria de la estrecha relación entre las dinámicas ambientales, sociales y económicas, y de cómo los problemas se transmiten entre ellas.

En la segunda proposición se sugiere la necesidad de adoptar una visión integral a la hora de formular y sobre todo implementar las políticas ambientales, lo que abarca también los mecanismos para su puesta en marcha. En el libro se examina una amplia variedad de instrumentos vinculados tanto a señales de precio como a regulaciones directas. Y las conclusiones son similares: no hay ningún instrumento que por sí solo permita lograr los resultados deseados, sino que es necesario poner en práctica paquetes integrados de intervención. Además, los temas ambientales se deben incorporar eficazmente en el sistema de políticas públicas, pese a las dificultades que ello implica.

Esta perspectiva holística de las políticas también debe permear la visión sobre la emergencia ambiental. En la región se enfrenta una crisis ambiental, pero también una de desigualdad y de crecimiento lento e insuficiente para generar el empleo que permita reducir el desempleo y la informalidad, y absorber a las personas que se incorporan a la fuerza de trabajo. Más aún, sin cambios estructurales en el patrón de producción y consumo no se podrá expandir el ya reducido espacio de compatibilidad entre crecimiento del empleo, reducción de la pobreza y sostenibilidad.

Según esta visión, el crecimiento, la igualdad y la sostenibilidad son inseparables en América Latina y el Caribe. No solo los objetivos y los instrumentos de política interactúan en esas tres dimensiones, sino que también lo hacen los problemas. En particular, destaca la miopía o el cortoplacismo de los responsables de adoptar decisiones públicas y privadas: la emergencia ambiental no se reconoce en su debida dimensión, ni se reconoce la urgencia de atenderla; hay esperanzas infundadas de que el aumento del consumo ocultará la desigualdad basada en la cultura del privilegio, y las decisiones de inversión muchas veces están desligadas de la necesidad de lograr el crecimiento y el empleo mediante el progreso técnico y la diversificación de las estructuras productivas.

Ante esta realidad, la respuesta que se brinda en este libro, que sintetiza la visión de la CEPAL, es crecer con igualdad y sostenibilidad. Para lograrlo se necesita un cambio estructural progresivo basado en un gran impulso ambiental. Los esfuerzos de adaptación, que son sinérgicos con respecto a los de mitigación, desempeñan un papel central en esta estrategia. Esto se debe concretar mediante acciones en los sectores que promueven la descarbonización: las energías renovables (sobre todo las no convencionales), la electromovilidad urbana y de larga distancia, la digitalización, la agricultura con bajas emisiones de carbono y otras soluciones basadas en la naturaleza y la economía circular. El fomento y la coordinación de medidas e inversiones públicas y privadas destinadas a cambiar la matriz energética y los patrones de producción y consumo es un camino que permitirá ir superando un estilo de desarrollo insostenible que no ha cumplido ni en lo económico, ni en lo social, ni en lo ambiental.

## Bibliografía

- ABEEólica (Asociación Brasileña de Energía Eólica) (2018), *Dados Mensais*, São Paulo, enero [en línea] <http://almaco.org.br/wp-content/uploads/2018/02/Dados-Mensais-ABEE%C3%B3lica-Janeiro-de-2018.pdf>.
- (2017), “Brasil sobe no ranking mundial de capacidade instalada de energia eólica”, São Paulo, 10 de febrero [en línea] <http://www.abeeolica.org.br/noticias/brasil-sobe-no-ranking-mundial-de-capacidade-instalada-de-energia-eolica/>.
- ABIEC (Asociación Brasileña de Industrias Exportadoras de Carne) (2019), *Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil*, São Paulo.
- ABRA (Asociación Brasileña de Reciclaje Animal) (2016), *II Diagnóstico da Indústria Brasileira de Reciclagem Animal*, Brasilia.
- Ackerman, F. e I. Finlayson (2006), “The economics of inaction on climate change: a sensitivity analysis”, *Climate Policy*, vol. 6, N° 5, Hoboken, Taylor and Francis.
- Adger, W. y otros (2014), “Human security”, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*, V. Barros y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- Aghion, P., E. Caroli y C. García-Péñalosa (1999), “Inequality and economic growth: the perspective of the new growth theories”, *Journal of Economic Literature*, vol. 37, N° 4, Nashville, Asociación Estadounidense de Economía.
- Agrawala, S. y S. Fankhauser (eds.) (2008), *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments*, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), junio.
- Agrawala, S. y otros (2010), “Plan or react? Analysis of adaptation costs and benefits using integrated assessment models”, *OECD Environment Working Papers*, N° 23, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- Alatorre, J. y otros (2019), “El costo social del carbono: una visión agregada desde América Latina”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/10), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Albala-Bertrand, J. (1993), *Political Economy of Large Natural Disasters: With Special Reference to Developing Countries*, Oxford, Clarendon Press.
- Aldred, J. (2009), “Ethics and climate change cost-benefit analysis: Stern and after”, *New Political Economy*, vol. 14, N° 4, Abingdon, Taylor & Francis.

- Aldy, J. y R. Stavins (2012), "The promise and problems of pricing carbon: theory and experience", *Journal of Environment and Development*, vol. 21, N° 2, Thousand Oaks, SAGE Publications.
- Alesina, A. y D. Rodrik (1994), "Distributive politics and economic growth", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 109, N° 2, Oxford, Oxford University Press.
- Alves, F. y otros (2018), *50 perguntas, 50 respostas sobre a Carne Carbono Neutro* (CCN), Brasilia, Corporación Brasileña de Investigación Agrícola (EMBRAPA).
- \_\_\_\_\_(2015), *Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos*, Brasilia, Corporación Brasileña de Investigación Agrícola (EMBRAPA).
- Angel, S. y otros (2010), "A planet of cities: urban land cover estimates and projections for all countries, 2000-2050", *Working Paper*, N° WP10SA3, Cambridge, Lincoln Institute of Land Policy.
- Anthoff, D. y otros (2011), "Regional and sectoral estimates of the social cost of carbon: an application of FUND", *Discussion Paper*, N° 2011-18, Kiel, Kiel Institute for the World Economy, junio.
- \_\_\_\_\_(2009), "Equity weighting and the marginal damage costs of climate change", *Ecological Economics*, vol. 68, N° 3, Amsterdam, Elsevier.
- Arbués, F., M. García-Valiñas y R. Martínez-Espíñeira (2003), "Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review", *The Journal of Socio-Economics*, vol. 32, N° 1, Amsterdam, Elsevier, marzo.
- Arbués, F., I. Villanúa y R. Barberán (2010), "Household size and residential water demand: an empirical approach", *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 54, N° 1, Hoboken, Wiley, enero.
- Artikov, I. y otros (2006), "Understanding the influence of climate forecasts on farmer decisions as planned behavior", *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 45, N° 9, Boston, Asociación Meteorológica Estadounidense, septiembre.
- ASEAN (Asociación de Naciones de Asia Sudoriental) (2018), *ASEAN Green Bond Standards*, Bangkok.
- Atkinson, R. (2019), "Trading up: why America must ditch China and pursue better manufacturing opportunities", *The National Interest*, Washington, D.C., Center for the National Interest, 13 de agosto [en línea] <https://nationalinterest.org/feature/trading-why-america-must-ditch-china-and-pursue-better-manufacturing-opportunities-73256>.
- Azqueta, D. (2007), *Introducción a la Economía Ambiental*, Nueva York, McGraw-Hill.
- Banco del Brasil (2017), Relatório Anual 2016, Brasilia, mayo [en línea] <http://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/ri/pt/dce/dwn/relan2016.pdf>.
- Banco Mundial (2019a), Indicadores del Desarrollo Mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>.
- \_\_\_\_\_(2019b), Mitigation Content Database [base de datos en línea] <http://spappssecext.worldbank.org/sites/indc/Pages/Mitigation.aspx>.
- \_\_\_\_\_(2018), *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_(2017), "Preparar al sector del transporte urbano en México para una transición hacia un futuro bajo en carbono", Washington, D.C., 6 de abril [en línea] <http://www.bancomundial.org/es/results/2017/04/06/preparing-mexico-urban-transport-sector-low-carbon-transition>.
- \_\_\_\_\_(2013), *Turn Down the Heat: Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience*, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_(2012), *Economics of Adaptation to Climate Change Study: Synthesis Report*, Washington, D.C.

- (2010), *Natural Hazards, UnNatural Disasters: The Economics of Effective Prevention*, Washington, D.C.
- Bárcena, A. (2019), "Plan de Desarrollo Integral: El Salvador-Guatemala-Honduras-México", documento presentado en la conferencia Diagnóstico, Áreas de Oportunidad y Recomendaciones de la CEPAL, Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 20 de mayo.
- Bárcena, A. y otros (eds.) (2018), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: una visión gráfica* (LC/TS.2017/84/Rev.1), Santiago.
- Barnett, A. y otros (2005), "Air pollution and child respiratory health: a case-crossover study in Australia and New Zealand", *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, vol. 171, N° 11, Nueva York, Sociedad Torácica Estadounidense, junio.
- Barreto de Figueiredo, E. y otros (2017), "Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil", *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, N° 1, Amsterdam, Elsevier, enero.
- Bell, M. y otros (2006), "The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo, and Mexico City", *Environmental Research*, vol. 100, N° 3, Amsterdam, Elsevier, marzo.
- Bello, O. y L. de Meira (2019), "Disasters and small island developing states (SIDS): where geography and vulnerability meet", *FOCUS*, N° 1, Puerto España, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Bello, O. y otros (2017), "Mainstreaming disaster risk management strategies in development instruments: policy briefs for selected member countries of the Caribbean Development and Cooperation Committee", serie *Estudios y Perspectivas*, N° 58 (LC/TS.2017/80; LC/CAR/TS.2017/6), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Benson, C. y E. Clay (2004), *Understanding the Economic and Financial Impacts of Natural Disasters*, Disaster Risk Management series, N° 3, Washington, D.C., Banco Mundial.
- (2003), "Disasters, vulnerability, and the global economy", *Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk*, Disaster Risk Management series, N° 3, A. Kreimer, M. Arnold y A. Carlin (eds.), Washington, D.C., Banco Mundial.
- Bianchi, B. y otros (2019), *Green Your Bus Ride: Clean Buses in Latin America*, Washington, D.C., Banco Mundial.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2017), "Documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao Acordo de Paris", Brasilia [en línea] [http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/ndc/documento\\_base\\_ndc\\_2\\_2017.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/ndc/documento_base_ndc_2_2017.pdf).
- (2015), "Indicadores de riesgo de desastre y de gestión de riesgos: programa para América Latina y el Caribe", *Nota Técnica*, N° 765, Washington, D.C.
- (2014), *El cambio climático y el BID: creación de resiliencia y reducción de emisiones. Evaluación temática*, Washington, D.C.
- Black-Arbeláez, T. (2018), "Análisis económico y ambiental de las contribuciones previstas determinadas a nivel nacional presentadas en América Latina y el Caribe: posibles impactos en las metas planteadas", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2017/59), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), marzo.
- Bloomberg (2019), Bloomberg New Energy Finance (BNEF) Database, Nueva York [en línea] <https://www.bloomberg.com/impact/products/bloombergnef/>.

- (2018a), *Electric Buses in Cities: Driving Towards Cleaner Air and Lower CO<sub>2</sub>*, Nueva York.
- (2018b), *Electric Vehicle Outlook 2018*, Nueva York.
- BNDES (Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social) (2019), “Evolução dos desembolsos”, Brasilia [en línea] <https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/desembolsos/evolucao-dos-desembolsos/>.
- (2017), *Relatório Anual 2016*, Brasilia, mayo [en línea] [https://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bnDES/bnDES\\_pt/Hotsites/Relatorio\\_Annual\\_2016/index.html](https://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/bnDES/bnDES_pt/Hotsites/Relatorio_Annual_2016/index.html).
- (2016), “O desenrolar da energia eólica no Brasil”, Brasilia, 15 de diciembre [en línea] <http://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/energia-eolica-brasil>.
- Boardman, A. y otros (2010), *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*, Nueva Jersey, Prentice Hall, agosto.
- Borja-Aburto, V. y otros (1998), “Mortality and ambient fine particles in southwest Mexico City, 1993-1995”, *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, N° 12, Research Triangle, Instituto Nacional de las Ciencias de Salud Ambiental.
- Bosello, F., C. Carraro y E. De Cian (2010), “Market- and policy-driven adaptation”, *Smart Solutions to Climate Change: Comparing Costs and Benefits*, B. Lomborg (ed.), Cambridge, Cambridge University Press, septiembre.
- Bourguignon, F. (2004), “The poverty-growth-inequality triangle”, *New Delhi Working Paper*, N° 125, Nueva Delhi, Consejo para la Investigación sobre Relaciones Económicas Internacionales.
- (2003), “The growth elasticity of poverty reduction: explaining heterogeneity across countries and time periods”, *Inequality and Growth: Theory and Policy Implications*, T. Eicher y S. Turnovsky (eds.), Cambridge, The MIT Press.
- Bourguignon, F. y C. Morrisson (2002), “Inequality among world citizens: 1820-1992”, *American Economic Review*, vol. 92, N° 4, Pittsburgh, Asociación Estadounidense de Economía.
- BP (2019), *BP Statistical Review of World Energy 2019*, Río de Janeiro, junio.
- Bradley, R. y otros (2009), “Recent changes in freezing level heights in the Tropics with implications for the deglaciation of high mountain regions”, *Geophysical Research Letters*, vol. 36, N° 17, Hoboken, Wiley, septiembre.
- Brasil, Gobierno del (2018), *PAC: 7º Balanço 2015-2018*, Brasilia [en línea] <http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/37855886e9418dce3f9baf3128444233.pdf>.
- (2014), *Balanço 4 anos: 11º Balanço 2011 a 2014*, Brasilia [en línea] <http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/f9d3db229b483b35923b338906b022ce.pdf>.
- (2011), *Balanço 4 anos: 2007-2010*, Brasilia [en línea] <http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/b701c4f108d61bf921012944fb273e36.pdf>.
- Brent, R. (2008), *Applied Cost-Benefit Analysis*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Broersma, L. y J. van Dijk (2007) “The effect of congestion and agglomeration on multifactor productivity growth in Dutch regions”, *Journal of Economic Geography*, vol. 8, N° 2, Oxford, Oxford University Press.
- Bucher, E. y E. Curto (2012), “Influence of long-term climatic changes on breeding of the Chilean flamingo in Mar Chiquita, Córdoba, Argentina”, *Hydrobiologia*, vol. 697, N° 1, Berlín, Springer.
- Buchner, B. y otros (2017), *Global Landscape of Climate Finance 2017*, San Francisco, Iniciativa de Política Climática (CPI), octubre [en línea] <https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2017/10/2017-Global-Landscape-of-Climate-Finance.pdf>.

- Bueno, R., E. Stanton y F. Ackerman (2008), "The Caribbean and climate change: the costs of inaction", Nueva York, Fondo de Defensa del Medio Ambiente.
- Burke, K. y otros (2018), "Pliocene and Eocene provide best analogs for near-future climates", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, vol. 115, N° 52, Washington, D.C., Academia de Ciencias de los Estados Unidos, diciembre.
- Byerlee, D., X. Diao y C. Jackson (2005), "Agriculture, rural development, and pro-poor growth: country experiences in the post-reform era", *Agriculture and Rural Development Discussion Paper*, N° 21, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Caballeros-Otero, R. y R. Zapata (1995), "The impacts of natural disasters on developing economies: implications for the international development and disaster community", *Disaster Prevention for Sustainable Development: Economic and Policy Issues*, M. Munasinghe y C. Clarke (eds.), Washington, D.C., Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales/Banco Mundial.
- CARB/MDELCC (California Air Resources Board/Ministerio de Desarrollo Sostenible, Medio Ambiente y Lucha contra el Cambio Climático) (2017), "California cap-and-trade program and Québec cap-and-trade system", *Joint Auction*, N° 11, Sacramento, mayo.
- Cardoso, A. y otros (2016), "Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use", *Agricultural Systems*, vol. 143, Amsterdam, Elsevier, marzo.
- Carmona, A. y G. Poveda (2011), "Identificación de modos principales de variabilidad hidroclimática en Colombia mediante la transformada de Hilbert-Huang", documento presentado en el IX Congreso Colombiano de Meteorología, Bogotá, 23-25 de marzo.
- Cartes, F. (2018), "Metodología de inclusión de precio social de carbono en proyectos de inversión pública", documento presentado en el Seminario Regional sobre Instrumentos de Política Fiscal Verde, Cambio Climático y Sostenibilidad Ambiental, San José, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 7 y 8 de noviembre.
- Cecchini, S. y otros (2012), "Vulnerabilidad de la estructura social en América Latina: medición y políticas públicas", *Realidad, Datos y Espacio: Revista Internacional de Estadística y Geografía*, vol. 3, N° 2, Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2019a), CEPALSTAT [base de datos en línea] [http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/Portada.asp](http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp).
- \_\_\_\_\_(2019b), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2019* (LC/PUB.2019/8-P), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2019c), Índice comentado del documento de posición de la XIV Conferencia Regional sobre la Mujer de América Latina y el Caribe "La autonomía de las mujeres en escenarios económicos cambiantes" (LC/MDM.58/3), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2019d), *Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe, 2018* (LC/PUB.2019/1-P), Santiago, enero.
- \_\_\_\_\_(2019e), *Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/FDS.3/3/Rev.1), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2018a), *La ineficiencia de la desigualdad* (LC/SES.37/3-P), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2018b), *Panorama Social de América Latina, 2017* (LC/PUB.2018/1-P), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2018c), *Estimación del gasto en protección ambiental en Costa Rica* (LC/TS.2018/14), Santiago.

- \_\_\_\_\_(2018d), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2018* (LC/PUB.2018/4-P), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2018e), *Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: evaluación de los sistemas de protección de los corales y manglares de Cuba* (LC/TS.2018/71), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2017), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2017* (LC/PUB.2017/6-P), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2016a), *Panorama Social de América Latina, 2015* (LC/G.2691-P), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2016b), *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe, 2016* (LC/L.4140), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2016c), *Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible* (LC/G.2660/Rev.1), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2015a), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible* (LC/G.2624), Santiago, febrero.
- \_\_\_\_\_(2015b), *Cambio climático en Centroamérica: impactos potenciales y opciones de política pública* (LC/MEX/L.1196), Ciudad de México, noviembre.
- \_\_\_\_\_(2014a), “El gasto en protección ambiental en América Latina y el Caribe: bases conceptuales y experiencia regional”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.634), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2014b), *Pactos para la igualdad: hacia un futuro sostenible* (LC/G.2586(SES.35/3)), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2014c), “La economía del cambio climático en la Argentina: primera aproximación”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.567), Santiago, enero.
- \_\_\_\_\_(2014d), “La economía del cambio climático en el Estado Plurinacional de Bolivia”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.627), Santiago, noviembre.
- \_\_\_\_\_(2014e), “La economía del cambio climático en el Paraguay”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.617), Santiago, agosto.
- \_\_\_\_\_(2014f), “La economía del cambio climático en el Perú”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.640), Santiago, diciembre.
- \_\_\_\_\_(2013a), *Panorama Social de América Latina, 2012* (LC/G.2557-P), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2013b), “La economía del cambio climático en el Ecuador, 2012”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.560), J. Samaniego y otros (coords.), Santiago, octubre.
- \_\_\_\_\_(2012a), *La sostenibilidad del desarrollo a 20 años de la cumbre para la tierra: avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe* (LC/L.3346/Rev.1), Santiago, marzo.
- \_\_\_\_\_(2012b), *La economía del cambio climático en Centroamérica: síntesis 2012* (LC/MEX/L.1076), Ciudad de México.
- \_\_\_\_\_(2012c), “La economía del cambio climático en Chile”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.472), Santiago, mayo.
- \_\_\_\_\_(2011a), *La economía del cambio climático en Centroamérica: reporte técnico 2011* (LC/MEX/L.1016), Ciudad de México, julio.
- \_\_\_\_\_(2011b), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.447/Rev.1), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2010a), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: síntesis 2010* (LC/G.2474), Santiago, noviembre.
- \_\_\_\_\_(2010b), “La economía del cambio climático en el Uruguay: síntesis”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.330), Santiago, octubre.
- \_\_\_\_\_(2009a), *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: síntesis 2009* (LC/G.2425), Santiago, noviembre.
- \_\_\_\_\_(2009b), “La economía del cambio climático en Chile: síntesis”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.288), J. Samaniego y otros (eds.), Santiago, noviembre.
- CEPAL/ACNUDH (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos) (2019), *Cambio climático y derechos humanos: contribuciones desde y para América Latina y el Caribe* (LC/TS.2019/94/Corr.1), Santiago.

- CEPAL/BID (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Banco Interamericano de Desarrollo) (2013), *Valoración de daños y pérdidas: ola invernal en Colombia 2010-2011* (LC/BOG/L.23), Bogotá, enero.
- CEPAL/CAC/SICA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Consejo Agropecuario Centroamericano/Sistema de la Integración Centroamericana) (2013a), *Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica* (LC/MEX/L.1123), Ciudad de México.
- (2013b), *Gestión integral de riesgos y seguros agropecuarios en Centroamérica y la República Dominicana: situación actual y líneas de acción potenciales* (LC/MEX/L.1122), Ciudad de México.
- CEPAL/Comisión Europea (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/ Comisión Europea) (2014), “La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos. Síntesis 2014”, Documentos de Proyectos (LC/L.3895), J. Samaniego (coord.), Santiago, diciembre.
- CEPAL/ILPES (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social) (2019), *Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/CRP.17/3), Santiago, agosto.
- CEPAL/INEGI (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2015), “Guía metodológica: medición del gasto en protección ambiental del gobierno general”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.653), Santiago.
- CEPAL/MMA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Ministerio del Medio Ambiente) (2015), *Estimación del gasto público en protección ambiental en Chile* (LC/W.655), Santiago.
- CEPAL/MINURVI/ONU-Hábitat (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/ Asamblea General de Ministros y Autoridades Máximas de la Vivienda y el Urbanismo de América Latina y el Caribe/Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos) (2016), “América Latina y el Caribe: desafíos, dilemas y compromisos de una agenda urbana común”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.716), Santiago.
- CEPAL/OIT (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Organización Internacional del Trabajo) (2018), “Sostenibilidad medioambiental con empleo en América Latina y el Caribe”, *Coyuntura Laboral en América Latina y el Caribe*, Nº 19 (LC/TS.2018/85), Santiago, octubre.
- CEPAL/OIT/FAO (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/ Organización Internacional del Trabajo/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2012), *Políticas de mercado de trabajo y pobreza rural en América Latina*, F. Soto y E. Klein (coords.), Roma.
- CEPAL/Universidad de Cantabria (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Universidad de Cantabria) (2015), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.447/Rev.1), Santiago, septiembre.
- (2012a), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: vulnerabilidad y exposición”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.460), Santiago, abril.
- (2012b), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: riesgos”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.483), Santiago, julio.
- (2012c), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: efectos teóricos”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.471), Santiago, julio.

- (2012d), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: impactos”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.484), Santiago, julio.
- (2011), “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: guía metodológica”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.450), Santiago, diciembre.
- Cervero, R. (2001) “Efficient urbanisation: economic performance and the shape of the metropolis”, *Urban Studies*, vol. 38, N° 10, Thousand Oaks, SAGE Publications.
- Chai, A. y A. Moneta (2010), “Retrospectives: Engel curves”, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 24, N° 1, Pittsburgh, Asociación Estadounidense de Economía, febrero.
- Charvériat, C. (2000), *Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID), octubre.
- Checkley, W. y otros (2000), “Effects of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children”, *The Lancet*, vol. 355, N° 9202, Amsterdam, Elsevier, febrero.
- Christiaensen, L. y L. Demery (2007), “Down to earth: agriculture and poverty reduction in Africa”, *Directions in Development Poverty*, N° 38781, Washington, D.C., Banco Mundial.
- CIUP (Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico) (2016), *Estimación del precio social del carbono para la evaluación social de proyectos en el Perú*, Lima, Universidad del Pacífico.
- Clarke, C. y otros (2013), “An assessment of the economic and social impacts of climate change on the health sector in the Caribbean” (LC/CAR.L.396), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), febrero.
- (2009), “International, U.S. and E.U. climate change control scenarios: results from EMF 22”, *Energy Economics*, vol. 31, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Clarkson, R. y K. Deyes (2002), “Estimating the social cost of carbon emissions”, *Government Economic Service Working Paper*, N° 140, Londres, HM Treasury.
- Climate Bonds Initiative (2019), “Taxonomía de Climate Bonds Initiative: una guía de activos y proyectos alineados al clima”, Londres, octubre [en línea] <https://www.climatebonds.net/standard/taxonomy>.
- Cline, W. (2007), *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*, Washington, D.C., Centro para el Desarrollo Mundial.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) (2016a), *Aggregate Effect of the Intended Nationally Determined Contributions: An Update* (FCCC/CP/2016/2), Bonn.
- (2016b), *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 21er período de sesiones, celebrado en París del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2015. Adición. Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 21er período de sesiones* (FCCC/CP/2015/10/Add.1), Bonn.
- (2007a), *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries*, Bonn.
- (2007b), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, Bonn.
- (2007c), “Vulnerability and adaptation to climate change in small island developing states”, Bonn.
- Cnossen, S. (2005), *Theory and Practice of Excise Taxation: Smoking, Drinking, Gambling, Polluting, and Driving*, Oxford, Oxford University Press.
- Coady, D. y otros (2019), “Global fossil fuel subsidies remain large: an update based on country-level estimates”, *IMF Working Paper*, N° 19/89, Washington, D.C., Fondo Monetario Internacional (FMI), mayo.

- Coats, D. (2019), *Statement for the Record: Worldwide Threat Assessment of the US Intelligence Community*, Washington, D.C., Office of the Director of National Intelligence.
- Colls, A., N. Ash y N. Ikkala (2009), *Ecosystem-based Adaptation: A Natural Response to Climate Change*, Gland, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).
- Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono (2017), *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*, Washington, D.C., mayo.
- Comisión Europea (2019), "Avances en la acción climática de América Latina: contribuciones nacionalmente determinadas al 2019", *Serie de Estudios Temáticos EUROCLIMA+*, N° 13, Bruselas.
- Comisión Global de Adaptación (2019), *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*, Ámsterdam, septiembre.
- Confalonieri, U. y otros (2007), "Human health", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Cottrell, J. (2014), "Reforming EHS in Europe: success stories, failures and agenda", *Paying the Polluter: Environmentally Harmful Subsidies and Their Reform*, F. Oosterhuis y P. ten Brink (eds.), Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Cropper, M. y S. Sahin (2009), "Valuing mortality and morbidity in the context of disaster risks", *Policy Research Working Paper*, N° 4832, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Dai, A. (2011), "Drought under global warming: a review", *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, vol. 2, N° 1, Hoboken, Wiley, enero-febrero.
- Dalhuisen, J. y otros (2003), "Price and income elasticities of residential water demand: a meta-analysis", *Land Economics*, vol. 79, N° 2, Madison, University of Wisconsin Press.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas) (2016), "Cuenta de actividades y flujos relacionados 2014-2015", *Boletín Técnico*, Bogotá, agosto.
- DARA/CVF (Fundación DARA Internacional/Foro de Vulnerabilidad Climática) (2012), *Climate Vulnerability Monitor: A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet*, Madrid.
- Darwin, R. y otros (1995), "World agriculture and climate change: economic adaptations", *Agricultural Economics Reports*, N° 33933, Washington, D.C., Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- Datt, G. y M. Ravallion (1992), "Growth and redistribution components of changes in poverty measures: a decomposition with applications to Brazil and India in the 1980s", *Journal of Development Economics*, vol. 38, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Dercon, S. (2006), "Economic reform, growth and the poor: evidence from rural Ethiopia", *Journal of Development Economics*, vol. 81, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Di Bella, G. y otros (2015), "Energy subsidies in Latin America and the Caribbean: stocktaking and policy challenges", *IMF Working Paper*, N° 15/30, Washington, D.C., Fondo Monetario Internacional (FMI).
- Diffenbaugh, N., D. Singh y J. Mankin (2018), "Unprecedented climate events: historical changes, aspirational targets, and national commitments", *Science Advances*, vol. 4, N° 2, Washington, D.C., Asociación Estadounidense para el Progreso de la Ciencia (AAAS).
- Dinar, A. y R. Mendelsohn (eds.) (2012), *Handbook on Climate Change and Agriculture*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- DNP (Departamento Nacional de Planeación) (2019), *Índice municipal de riesgo de desastres ajustado por capacidades*, Bogotá.
- Doyle, M. y V. Barros (2011), "Attribution of the river flow growth in the Plata Basin", *International Journal of Climatology*, vol. 31, N° 15, Hoboken, Wiley, diciembre.

- DTPM (Directorio de Transporte Público Metropolitano), *Informe de Gestión 2018*, Santiago.
- Easterling, W. y otros (1993), "Paper 2: agricultural impacts of and responses to climate change in the Missouri-Iowa-Nebraska-Kansas (MINK) region", *Climatic Change*, vol. 24, N° 1-2, Berlín, Springer, junio.
- Echavarria, M. y otros (2015), "Green infrastructure in the drinking water sector in Latin America and the Caribbean: trends, challenges, and opportunities" [en línea] <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/infraestructura-verde-english-050616-pdf.pdf> EcoDecisión.
- Edenhofer, O. y otros (2015), "Closing the emission price gap", *Global Environmental Change*, vol. 31, Amsterdam, Elsevier.
- Eletrobras (2017), *Relatório Anual 2017*, Río de Janeiro [en línea] [http://eletrobras.com/pt/SobreAeletrobras/Relatorio\\_Anual\\_Sustentabilidade/2017/Relatorio-Anual-Eletrobras-2017.pdf](http://eletrobras.com/pt/SobreAeletrobras/Relatorio_Anual_Sustentabilidade/2017/Relatorio-Anual-Eletrobras-2017.pdf).
- EMBRAPA (Corporación Brasileña de Investigación Agrícola) (2018), "Workshop discute diretrizes da marca Carne baixo carbono", Brasilia, 5 de octubre [en línea] <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/38285320/workshop-discute-diretrizes-da-marca-carne-baixo-carbono>.
- Enel (2019), "Llegan a Chile 100 nuevos buses eléctricos de los 183 correspondientes a la segunda etapa que traen conjuntamente Enel X, Metrobus y BYD", *Comunicado de Prensa*, Santiago, 31 de julio.
- Engle, N. (2016), "Monitoring and evaluation of resilience and the importance of transparency in (I)NDCs", documento presentado en el seminario Explorando el Financiamiento y MRV hacia la Integración entre Mitigación y Adaptación en las Políticas Climáticas, San José, 10-12 de octubre.
- Epaulard, A. (2003), "Macroeconomic performance and poverty reduction", *Working Paper*, N° 03/72, Washington, D.C., Fondo Monetario Internacional (FMI), abril.
- Espey, M., J. Espey y W. Shaw (1997), "Price elasticity of residential demand for water: a meta-analysis", *Water Resources Research*, vol. 33, N° 6, Hoboken, Wiley, junio.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*, Washington, D.C.
- Ezzine de Blas, D., J. Le Coq y A. Guevara Sanginés (eds.) (2017), *Los pagos por servicios ambientales en América Latina: gobernanza, impactos y perspectivas*, Ciudad de México, Universidad Iberoamericana (IBERO).
- Fan, S., A. Gulati y S. Thorat (2008), "Investment, subsidies, and pro-poor growth in rural India", *Agricultural Economics*, vol. 39, N° 2, Hoboken, Wiley.
- Fanelli, J., J. Jiménez e I. López (2015), "La reforma fiscal ambiental en América Latina", *Documentos de Proyectos* (LC/W.683), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Fankhauser, S. (1995), *Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse*, Londres, Earthscan Publications.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2019), Base de Datos Estadísticos Sustantivos de la Organización (FAOSTAT) [en línea] <http://www.fao.org/faostat/en/>.
- (2015), *La evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: compendio de datos*, Roma.
- FAO/AGROSAVIA (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) (2018), *Innovaciones en producción cárnica con bajas emisiones de carbono: experiencias y desafíos en ALC. Resúmenes del evento realizado en Montería, Colombia*, Santiago.

- FAO/CIPAV (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria) (2019), *Silvopastoral Systems and their Contribution to Improved Resource Use and Sustainable Development Goals: Evidence from Latin America*, Cali.
- Ferrer, J. y R. Escalante (2014), "Demanda de gasolina en la zona metropolitana del valle de México: análisis empírico de la reducción del subsidio", *Revista de Economía del Rosario*, vol. 17, N° 1, Bogotá, Universidad del Rosario.
- Ferrer-i-Carbonell, A. y J. van den Bergh (2004), "A micro-econometric analysis of determinants of unsustainable consumption in the Netherlands", *Environmental and Resource Economics*, vol. 27, N° 4, Berlín, Springer.
- Flores Aguilar, A. y otros (2018), "Gobernanza ambiental y pagos por servicios ambientales en América Latina", *Sociedad y Ambiente*, N° 16, Lerma, El Colegio de la Frontera Sur.
- FMI (Fondo Monetario Internacional) (2013), *Case Studies on Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*, Washington, D.C., enero.
- Fomby, T., Y. Ikeda y N. Loayza (2013), "The growth aftermath of natural disasters", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 28, N° 3, Hoboken, Wiley.
- Foro Brasileño de Cambio Climático (2018), *Proposta Inicial de Implementação da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil* (NDC), Brasilia, mayo.
- Foro Económico Mundial (2019), *The Global Risks Report 2019*, Ginebra.
- Freeman, M., J. Herriges y C. Kling (2003), *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*, Londres, Routledge.
- Galindo, L. (2009), "La economía del cambio climático en México: síntesis", Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Galindo, L., J. Alatorre y O. Reyes (2015a), "Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú", *El Trimestre Económico*, vol. 82, N° 327, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica (FCE).
- (2015b), "Climate change, irrigation and agricultural activities in Mexico: a Ricardian analysis with panel data", *Journal of Development and Agricultural Economics*, vol. 7, N° 7, Academic Journals.
- Galindo, L. y otros (2017a), "El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina", *Síntesis de Políticas Públicas sobre Cambio Climático*, Santiago, Unión Europea/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- (2017b), "Procesos de adaptación al cambio climático: análisis de América Latina", *Síntesis de Políticas Públicas sobre Cambio Climático*, Santiago, Unión Europea/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- (2015), "Ocho tesis sobre el cambio climático y el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/W.690), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- (2014a), "Paradojas y riesgos del crecimiento económico en América Latina y el Caribe: una visión ambiental de largo plazo", serie *Medio Ambiente y Desarrollo*, N° 156 (LC/L.3868), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- (2014b), "Cambio climático, agricultura y pobreza en América Latina: una aproximación empírica", *Documentos de Proyectos* (LC/W.620), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), septiembre.
- (2014c), "Procesos de adaptación al cambio climático: análisis de América Latina", *Documentos de Proyectos* (LC/W.647), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Gamaletsos, T. (1973), "Further analysis of cross-country comparison of consumer expenditure patterns", *European Economic Review*, vol. 4, N° 1, Amsterdam, Elsevier, abril.
- Garcia Alarcon, G. y otros (2016), "The challenges of implementing a legal framework for payment for ecosystem services in Santa Catarina, Brazil", *Natureza & Conservação*, vol. 14, N° 2.
- Garnaut, R. y otros (2010), "The implications of rapid development for emissions and climate-change mitigation", *The Economics and Politics of Climate Change*, D. Helm y C. Hepburn (eds.), Oxford, Oxford University Press.
- Golosov, M. y otros (2014), "Optimal taxes on fossil fuel in general equilibrium", *Econometrica*, vol. 82, N° 1, Hoboken, Wiley.
- Gómez, J. y S. Ortega (2007), *Biocomercio sostenible, biodiversidad y desarrollo en Colombia*, Bogotá, iM Editores.
- Goulder, L. y A. Schein (2013), "Carbon taxes versus cap and trade: a critical review", *NBER Working Paper*, N° 19.338, Cambridge, Oficina Nacional de Investigaciones Económicas (NBER), agosto.
- Grafton, Q. y otros (2011), "Determinants of residential water consumption: evidence and analysis from a 10-country household survey", *Water Resources Research*, vol. 47, N° 8, Hoboken, Wiley, agosto.
- Graham, D. (2007), "Variable returns to agglomeration and the effect of road traffic congestion", *Journal of Urban Economics*, vol. 62, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Greenstone, M., E. Kopits y A. Wolverston (2013), "Developing a social cost of carbon for US regulatory analysis: a methodology and interpretation", *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 7, N° 1, Oxford, Oxford University Press.
- Grupo BMV (2017), Bonos Verdes, Ciudad de México.
- Güelvenzú, D. (2018), "Sistemas de certificación de carne vacuna ecológica", *Innovaciones en Producción cárnica con bajas emisiones de carbono: experiencias y desafíos en ALC. Resúmenes del evento realizado en Montería, Colombia*, Santiago, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (FAO/AGROSAVIA).
- Guevara, S. y J. Laborde (2008), "The landscape approach: designing new reserves for protection of biological and cultural diversity in Latin America", *Environmental Ethics*, vol. 30, N° 3, Denton, Center for Environmental Philosophy (CEP).
- Gütschow, J. y otros (2018), "The PRIMAP-hist national historical emissions time series (1850-2016)", Potsdam [en línea] <http://dataservices.gfz-potsdam.de/pik/showshort.php?id=escidoc:3842934>.
- (2016), "The PRIMAP-hist national historical emissions time series", *Earth System Science Data*, vol. 8, N° 2, Göttingen, Copernicus Publications.
- Haab, T. y K. McConnell (2003), *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-Market Valuation*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Hales, S. y otros (2002), "Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model", *The Lancet*, vol. 360, N° 9336, Amsterdam, Elsevier, septiembre.
- Hallegatte, S. y V. Przylluski (2010), "The economics of natural disasters: concepts and methods", *Policy Research Working Paper*, N° 5507, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Hanley, N. y C. Spash (1995), *Cost-Benefit Analysis and the Environment*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Hansen, J. y otros (2008), "Target atmospheric CO<sub>2</sub>: where should humanity aim?", *The Open Atmospheric Science Journal*, vol. 2, Nueva York, Goddard Institute for Space Studies.

- Hardisty, P., T. Clark y R. Hynes (2012), "Life cycle greenhouse gas emissions from electricity generation: a comparative analysis of Australian energy sources", *Energies*, vol. 5, N° 4, Basilea, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
- Harriet, T., K. Poku y K. Emmanuel (2013), "An assessment of traffic congestion and its effect on productivity in urban Ghana", *International Journal of Business and Social Science*, vol. 4, N° 3, Nueva York, Center for Promoting Ideas (CPI).
- Heller, N. y E. Zavaleta (2009), "Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations", *Biological Conservation*, vol. 142, N° 1, Amsterdam, Elsevier, enero.
- Hepburn, C. y N. Stern (2008), "A new global deal on climate change", *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 24, N° 2, Oxford, Oxford University Press, junio.
- Hernández, F. y A. Antón (2014), "El impuesto sobre las gasolineras: una aplicación para el Ecuador, El Salvador y México", *Documentos de Proyectos* (LC/W.597), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Herzog, S. y otros (eds.) (2011), *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*, París, Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global/Comité Científico sobre los Problemas del Medio Ambiente (SCOPE).
- Hochrainer, S. (2006), *Macroeconomic Risk Management Against Natural Disasters: Analysis Focused on Governments in Developing Countries*, Berlín, Springer, diciembre.
- Hope, C. (2006), "The social cost of carbon following the Stern Review", Cambridge, Universidad de Cambridge.
- Hymel, K. (2009), "Does traffic congestion reduce employment growth?", *Journal of Urban Economics*, vol. 65, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- IDFC (Club Internacional de Instituciones Financieras para el Desarrollo) (2018), *IDFC Green Finance Mapping Report 2018*, París, diciembre.
- IEA (Agencia Internacional de la Energía) (2018), *World Energy Balances 2018*, París.
- IEEE (Instituto Español de Estudios Estratégicos) (2016), *Panorama Estratégico 2016*, Madrid, Ministerio de Defensa.
- INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad) (2004), "Biodiversidad en Centroamérica", San José, inédito.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2016), "Cuentas económicas y ecológicas de México 2015", *Boletín de Prensa*, N° 516/16, Aguascalientes, noviembre.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2018a), *Global Warming of 1.5 °C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C Above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*, Ginebra.
- \_\_\_\_\_(2018b), *Special Report: Global Warming of 1.5°C*, Ginebra.
- \_\_\_\_\_(2014a), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*, V. Barros y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_(2014b), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Volume II: Regional Aspects*, V. Barros y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_(2013a), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, T. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_(2013b), "Summary for policymakers", *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.

- (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, C. Field y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- (2008), “El cambio climático y el agua”, Documento Técnico, N° 6, B. Bates y otros (eds.), Ginebra, junio.
- (2007a), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (2007b), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (2006), *Diretrizes del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, Hayama, Instituto de Estrategias Ambientales Mundiales (IGES).
- (2002), “Cambio climático y biodiversidad”, Documento Técnico, N° 5, H. Gitay y otros (eds.), Ginebra, abril.
- IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables) (2019), *Global Energy Transformation: The REmap Transition Pathway*, Abu Dhabi.
- ITDP (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo) (2018), “China tackles climate change with electric buses”, Nueva York, 11 de septiembre [en línea] <https://www.itdp.org/2018/09/11/electric-buses-china/>.
- Kahn, M. (2005), “The death toll from natural disasters: the role of income, geography, and institutions”, *Review of Economics and Statistics*, vol. 87, N° 2, Cambridge, The MIT Press.
- Kalkstein, A. y S. Sheridan (2007), “The social impacts of the heat-health watch/warning system in Phoenix, Arizona: assessing the perceived risk and response of the public”, *International Journal of Biometeorology*, vol. 52, N° 1, Berlín, Springer, octubre.
- Kamiche, J. y J. Diderot (2018), *Actualización de la tasa social de descuento de largo plazo*, Lima, Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- Kelly, P. y W. Adger (2000), “Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation”, *Climatic Change*, vol. 47, N° 4, Berlín, Springer.
- Kidney, S. (2014), “IFC issues first Peruvian Soles-denominated PEN 118m (\$42m) green bond, for domestic investor RIMAC Seguros, AAA, 20yr. A fantastic kick-start for a domestic green bond market in Peru?”, Londres, Climate Bonds Initiative, 13 de agosto [en línea] <https://www.climatebonds.net/2014/08/ifc-issues-first-peruvian-soles-denominated-pen-42m-15m-green-bond-domestic-investor-rimac>.
- Knowler, D. y B. Bradshaw (2007), “Farmers’ adoption of conservation agriculture: a review and synthesis of recent research”, *Food Policy*, vol. 32, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Kopp, R. y otros (2016), “Temperature-driven global sea-level variability in the Common Era”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 113, N° 11, Washington, D.C., Academia de Ciencias de los Estados Unidos.
- Kreimerman, R. (2019), “¿Un big push energético? Reflexiones a partir del caso de Uruguay”, documento presentado en la Tercera Reunión del Foro de las Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 22 a 26 de abril.
- Kuik, O. y otros (2008), “Methodological aspects of recent climate change damage cost studies”, *Integrated Assessment Journal*, vol. 8, N° 1, Vancouver, Public Knowledge Project (PKP).
- Kurukulasuriya, P. y R. Mendelsohn (2007), “Endogenous irrigation: The impact of climate change on farmers in Africa”, *Policy Research Working Paper*, N° 4278, Washington, D.C., Banco Mundial.

- Lamhauge, N., E. Lanzi y S. Agrawala (2012), "Monitoring and evaluation for adaptation: lessons from development cooperation agencies", *OECD Environment Working Papers*, N° 38, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- Latour, B. (2019), *Dónde aterrizar: cómo orientarse en política*, Madrid, Taurus.
- Lebrechtta, N. (2019), "Challenges of the economy: effects of climate change and migration on gender equality in the English-speaking Caribbean", documento preparado para el Diálogo de Especialistas: los Desafíos de la Economía desde una Perspectiva de Género, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 10 y 11 de junio.
- Le Quéré, C. y otros (2016), "Global carbon budget 2016", *Earth System Science Data*, vol. 8, Göttingen, Copernicus Publications.
- \_\_\_\_\_(2015), "Global carbon budget 2015", *Earth System Science Data*, vol. 7, Göttingen, Copernicus Publications.
- Lewbel, A. (2012), "Engel curve", *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 2012 Version, S. Durlauf y L. Blume (eds.), Basingstoke, Palgrave Macmillan.
- Li, Z. y W. Nordhaus (2013), "The social cost of carbon: methods and a survey of estimates", Berkeley, Universidad de California en Berkeley, inédito.
- Litman, T. (2014), "The mobility-productivity paradox: exploring the negative relationships between mobility and economic productivity", British Columbia, Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T. y F. Laube (2002), "Automobile dependency and economic development", British Columbia, Victoria Transport Policy Institute.
- Lluch, C., A. Powell y R. Williams (1977), *Patterns in Household Demand and Saving*, Oxford, Oxford University Press.
- Loayza, N. y otros (2009), "Natural disasters and growth: going beyond the averages", *Policy Research Working Paper*, N° 4980, Washington, D.C., Banco Mundial.
- López, B. y C. Montes (2011), "Biodiversidad y servicios de los ecosistemas", *Biodiversidad en España: base de la sostenibilidad ante el cambio global*, Madrid, Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE).
- Lorenzo, F. (2018), "Política económica y contribuciones determinadas a nivel nacional en los países de América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2018/79), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- \_\_\_\_\_(2016), "Inventario de instrumentos fiscales verdes en América Latina: experiencias, efectos y alcances", *Documentos de Proyectos* (LC/W.723), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Louwen, A. (2011), "Comparison of the life cycle greenhouse gas emissions of shale gas, conventional fuels and renewable alternatives from a Dutch perspective", tesis de magíster en ciencias energéticas, Utrecht, Universidad de Utrecht [en línea] [https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2017/11/A-Louwen\\_thesis\\_Final\\_PDF.pdf](https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2017/11/A-Louwen_thesis_Final_PDF.pdf).
- Lozano, N. (2004), "Air pollution in Bogotá, Colombia: a concentration-response approach", *Desarrollo y Sociedad*, N° 54, Bogotá, Universidad de los Andes.
- Lundgren, T. y P. Marklund (2010), "Climate policy and profit efficiency", *CERE Working Paper*, N° 11, Umeå, Centro de Economía Ambiental y Recursos Naturales (CERE).
- Magrin, G. (2015), "Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos* (LC/W.692), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), diciembre.

- Magrin, G. y otros (2014), "Central and South America", *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Volume II: Regional Aspects*, V. Barros y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- (2007), "Latin America", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Margaree Consultants (2002), *Assessment of the Economic Impact of Climate Change on CARICOM Countries*, Toronto, julio.
- Margulis, S. y U. Narain (2010), "The cost to developing countries of adapting to climate change: new methods and estimates", *Working Paper*, N° 55726, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Marques, W. (2012), "The temporal variability of the freshwater discharge and water levels at the Patos Lagoon, Brazil", *International Journal of Geosciences*, vol. 3, N° 4, Wuhan, Scientific Research Publishing.
- Martine, G. y J. Guzman (2002), "Population, poverty, and vulnerability: mitigating the effects of natural disasters", *ECSP Report*, N° 8, Washington, D.C., Wilson Center.
- Massetti, E. y R. Mendelsohn (2011), "The impact of climate change on US agriculture: a repeated cross-sectional Ricardian analysis", *Handbook on Climate Change and Agriculture*, A. Dinar y R. Mendelsohn (eds.), Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Mawdsley, J., R. O'Malley y D. Ojima (2009), "A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation", *Conservation Biology*, vol. 23, N° 5, Hoboken, Wiley, octubre.
- McGranahan, G. y O. Satterthwaite (2014), "Urbanisation concepts and trends", *Working Paper*, Londres, Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED).
- McHardy, P. y M. Donovan (2016), *The State of Housing in six Caribbean Countries*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- McMichael, A. (1993), "Global environmental change and human population health: a conceptual and scientific challenge for epidemiology", *International Journal of Epidemiology*, vol. 22, N° 1, Oxford, Oxford University Press.
- Mechler, R. (2009), "Can national savings measures help explain post disaster welfare changes?", *Policy Research Working Paper*, N° 4988, Washington, D.C., Banco Mundial.
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas) (2019), "Anexo N° 11: parámetros de evaluación social", Lima [en línea] [https://www.mef.gob.pe%2Fcontenidos%2Finv\\_publica%2Fanexos%2Fanexo11\\_directiva001\\_2019EF6301.pdf](https://www.mef.gob.pe%2Fcontenidos%2Finv_publica%2Fanexos%2Fanexo11_directiva001_2019EF6301.pdf).
- Mendelsohn, R. (2008), "The impact of climate change on agriculture in developing countries", *Journal of Natural Resources Policy Research*, vol. 1, N° 1, Abingdon, Taylor & Francis.
- (2007), "Past climate change impacts on agriculture", *Handbook of Agricultural Economics. Volume 3: Agricultural Development: Farmers, Farm Production and Farm Markets*, R. Evenson y P. Pingali (eds.), Amsterdam, Elsevier.
- Mendelsohn, R. y A. Dinar (2009), *Climate Change and Agriculture: An Economic Analysis of Global Impacts, Adaptation and Distributional Effects*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Mendoza, M. (2014), "Panorama preliminar de los subsidios y los impuestos a las gasolineras y diésel en los países de América Latina", *Documentos de Proyectos* (LC/W.641), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Mengel, M. y otros (2018), "Committed sea-level rise under the Paris Agreement and the legacy of delayed mitigation action", *Nature Communications*, vol. 9, Berlín, Springer.

- Metcalf, G. y D. Weisbach (2009), "Design of a carbon tax", *Public Law Working Paper*, N° 254, Chicago, Universidad de Chicago.
- Meza, F. (2017), "Estimación de costos asociados a la seguridad hídrica en la agricultura como medida de adaptación al cambio climático en Chile: un estudio en el contexto del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2017/47), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), junio.
- Milera, M. (2013), "Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente", *Avances en Investigación Agropecuaria*, vol. 17, N° 3, Colima, Universidad de Colima.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (2018), *Plano Agrícola e Pecuario 2018-2019*, Brasilia [en línea] [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-agricola-e-pecuario/arquivos-pap/copy\\_of\\_PlanoAgricolaPecuario20182019.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-agricola-e-pecuario/arquivos-pap/copy_of_PlanoAgricolaPecuario20182019.pdf).
- MIEM (Ministerio de Industria, Energía y Minería) (2018), *Balance Energético 2017*, Montevideo.
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (2018), *Informe de gestión 2018*, Santiago.
- Mittermeier, R. y otros (2005), *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*, Arlington County, Conservation International.
- Mittermeier, R., P. Robles y C. Mittermeier (1997), *Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations*, Monterrey, CEMEX.
- Mobjörk, M. y otros (2016), *Climate-related Security Risks: Towards an Integrated Approach*, Estocolmo, Instituto Internacional de Estocolmo para la Investigación de la Paz (SIPRI).
- MOP (Ministerio de Obras Públicas) (2004), *Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad: Cuenca del Río Maule*, Santiago.
- Mpogole, H. y S. Msangi (2016), "Traffic congestion in Dar es Salaam: Implications for workers' productivity", *Journal of Sustainable Development*, vol. 9, N° 6, Richmond Hill, Canadian Center of Science and Education (CCSE).
- MCTIC (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovaciones y Comunicaciones) (2017), *Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil*, 4<sup>a</sup> edição, Brasilia.
- Murlidharan, T. y H. Shah (2001), "Catastrophes and macroeconomic risk factors: an empirical study", Laxenburg, Instituto Internacional de Análisis Aplicados de Sistemas (IIAAS).
- Murray, B. y P. Maniloff (2015), "Why have greenhouse emissions in RGGI states declined? An econometric attribution to economic, energy market, and policy factors", *Energy Economics*, vol. 51, Amsterdam, Elsevier.
- Murray, B. y N. Rivers (2015), "British Columbia's revenue-neutral carbon tax: a review of the latest 'grand experiment' in environmental policy", *Energy Policy*, vol. 86, Amsterdam, Elsevier.
- Mycoo, M. y M. Donovan (2017), *A Blue Urban Agenda: Adapting to Climate Change in the Coastal Cities of Caribbean and Pacific Small Island Developing States*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Naciones Unidas (2012), *Seguimiento del párrafo 143, relativo a la seguridad humana, del Documento Final de la Cumbre Mundial 2005* (A/RES/66/290), Nueva York.
- (2009), *El cambio climático y sus posibles repercusiones para la seguridad: informe del Secretario General* (A/64/350), Nueva York, septiembre.
- (2004), *World Population to 2300* (ST/ESA/SER.A/236), Nueva York.

- Nakićenović, N. y R. Swart (eds.) (2000), *Special Report on Emissions Scenarios*, Cambridge, Cambridge University Press, octubre.
- NASEO/EFI (National Association of State Energy Officials/Energy Futures Initiative) (2019), *The 2019 U.S. Energy and Employment Report*, Arlington.
- Nauges, C. y D. Whittington (2009), "Estimation of water demand in developing countries: an overview", *The World Bank Research Observer*, vol. 25, N° 2, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Nissanke, M. y E. Thorbecke (eds.) (2007), *The Impact of Globalization on the World's Poor: Transmission Mechanisms*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.
- NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) (2019a), "State of the Climate: Global Climate Report for annual 2018", Washington, D.C., enero [en línea] <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201813>.
- (2019b), "Historical hurricane tracks" [base de datos en línea] <https://www.climate.gov/maps-data/dataset/historical-hurricane-tracks-gis-map-viewer>.
- (2016), "Trends in atmospheric carbon dioxide", Washington, D.C. [en línea] <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#globa>.
- Nobre, A. (2014), *El futuro climático de la Amazonía: informe de evaluación científica*, São Paulo, Articulación Regional Amazónica (ARA).
- Nordhaus, W. (2014), "Estimates of the social cost of carbon: concepts and results from the DICE-2013R model and alternative approaches", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, vol. 1, N° 1-2, Chicago, University of Chicago Press.
- (2007), *The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy*, New Haven, Universidad de Yale.
- (1992), "The DICE model: background and structure", *Cowles Foundation Discussion Paper*, N° 1009, February, New Haven, Universidad de Yale.
- (1975), "Can we control carbon dioxide?", *Working Paper*, N° 75-63, Laxenburg, Instituto Internacional de Análisis Aplicados de Sistemas (IIAAS), junio [en línea] <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/365/1/WP-75-063.pdf>.
- Nordhaus, W. y J. Boyer (2000), *Warming the World: The Economics of the Greenhouse Effect*, Cambridge, The MIT Press.
- Nordhaus, W. y A. Moffat (2017), "A survey of global impacts of climate change: replication, survey methods, and a statistical analysis", *NBER Working Paper*, N° 23646, Cambridge, Oficina Nacional de Investigaciones Económicas (NBER).
- Observatorio ABC (2017a), *Agricultura de baixa emissão de carbono: avaliação do uso estratégico das áreas prioritárias do Programa ABC*, Brasilia, abril [en línea] [http://observatorioabc.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Relatorio-Completo\\_A%CC%81reas\\_Priorita%CC%81rias.pdf](http://observatorioabc.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Relatorio-Completo_A%CC%81reas_Priorita%CC%81rias.pdf).
- (2017b), *Impactos econômicos e ambientais do Plano ABC*, São Paulo, septiembre.
- (2016), "Análise dos recursos do Programa ABC: instituições financeiras privadas. Safra 2015/16", *Relatório*, vol. 3, N° 1, Brasilia, agosto.
- (2015), "Invertendo o sinal de carbono da agropecuária brasileira: uma estimativa do potencial de mitigação de tecnologias do Plano ABC de 2012 a 2023", *Relatório*, vol. 2, N° 5, São Paulo, junio.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2012), *Farmer Behaviour, Agricultural Management and Climate Change*, París.
- (2010), "Agriculture and pro-poor growth", *JLP-PPG Briefing Note*, N° 4, París, junio.

- \_\_\_\_\_(2007a), *Pollution Abatement and Control Expenditure in OECD Countries*, París.
- \_\_\_\_\_(2007b), *Promoting Pro-Poor Growth: Policy Guidance for Donors*, París.
- OCDE/IEA (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos/Agencia Internacional de la Energía) (2018), *Global EV Outlook 2018: Towards Cross-modal Electrification*, París.
- \_\_\_\_\_(2017), *Energy Technology Perspectives 2017: Catalysing Energy Technology Transformations*, París.
- Oficina del Gobierno para la Ciencia (2011), *Migration and Global Environmental Change: Future Challenges and Opportunities. Final Project Report*, Foresight, Londres.
- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) (2018), *Panorama Energético de América Latina y el Caribe, 2018*, Quito.
- Olawale, F., S. Adebambo y A. Boye (2015), "Correlates of road traffic congestion and workers' performance in Lagos metropolis", *European Journal of Business and Management*, vol. 7, N° 17, Instituto Internacional de Ciencia, Tecnología y Educación (IISTE).
- Oliveira, P. y otros (2018), *Produção de carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos*, Brasilia, Corporación Brasileña de Investigación Agrícola (EMBRAPA).
- Olmstead, S., W. Hanemann y R. Stavins (2007), "Water demand under alternative price structures", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 54, N° 2, Amsterdam, Elsevier, septiembre.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial) (2017), *Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero*, N° 13, Ginebra, octubre.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2004), *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attribution to Selected Major Risk Factors*, Ginebra.
- OMS/OMM/PNUMA (Organización Mundial de la Salud/Organización Meteorológica Mundial/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2008), "Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen actualizado 2008", Washington, D.C.
- ONU-Hábitat (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos) (2011), *Informe Mundial sobre Asentamientos Humanos 2011. Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas*, Río de Janeiro.
- Osman-Elasha, B. y otros (2009), "Community development and coping with drought in rural Sudan", *Climate Change and Adaptation*, N. Leary y otros (eds.), Londres, Earthscan.
- Oyhantçabal, W. y C. Jones (2018), "Innovaciones en producción cárnica con bajas emisiones de carbono: experiencias y desafíos en Uruguay: las opciones para mitigar en la ganadería pastoril uruguaya", *Innovaciones en Producción cárnica con bajas emisiones de carbono: experiencias y desafíos en ALC. Resúmenes del evento realizado en Montería, Colombia*, Santiago, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (FAO/AGROSAVIA).
- Pasquini, A. y otros (2006), "Recent rainfall and runoff variability in central Argentina", *Quaternary International*, vol. 158, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Patz, J. y otros (2000), "The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment", *Environmental Health Perspectives*, vol. 108, N° 4, Research Triangle, Instituto Nacional de las Ciencias de Salud Ambiental, abril.

- Pehl, M. y otros (2017), "Understanding future emissions from low-carbon power systems by integration of life-cycle assessment and integrated energy modelling", *Nature Energy*, vol. 2, Berlín, Springer [en línea] <https://www.nature.com/articles/s41560-017-0032-9>.
- Pelling, M., A. Özerdem y S. Barakat (2002), "The macro-economic impact of disasters", *Progress in Development Studies*, vol. 2, N° 4, Thousand Oaks, SAGE Publications.
- Pérez, C. y A. Marín (2015), "Cambio tecnológico y desarrollo sustentable", *Integración y Comercio*, N° 39, Buenos Aires, Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (INTAL).
- Peters, G. y otros (2015), "Measuring a fair and ambitious climate agreement using cumulative emissions", *Environmental Research Letters*, vol. 10, N° 10, Bristol, IOP Publishing.
- Pino, P. y otros (2004), "Fine particulate matter and wheezing illnesses in the first year of life", *Epidemiology*, vol. 15, N° 6, Cambridge, Wolters Kluwer, noviembre.
- Pizarro, R., F. Pinto y S. Ainzúa (2018a), "Estrategia de los impuestos verdes en Chile", *Folleto de Impuestos Verdes*, N° 1, Santiago, Ministerio del Medio Ambiente.
- \_\_\_\_\_(2018b), "Potencialidades y posibles tránsitos de los impuestos verdes en Chile", *Folleto de Impuestos Verdes*, N° 5, Santiago, Ministerio del Medio Ambiente.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2019), *Experiencias en la aplicación de la metodología del Gasto Público e Institucionalidad para el Cambio Climático (CPEIR) en Honduras, Colombia, Chile, Ecuador y El Salvador*, Nueva York, mayo.
- \_\_\_\_\_(2009), *Human Development Report 2009*, Nueva York.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2018), *The Emissions Gap Report 2018*, Nairobi.
- \_\_\_\_\_(2016), GEO-6: *Evaluación regional para América Latina y el Caribe*, Ciudad de Panamá.
- \_\_\_\_\_(2015), *The Emissions Gap Report 2015*, Nairobi.
- \_\_\_\_\_(2010), *Perspectivas del Medio Ambiente: América Latina y el Caribe*. GEO ALC 3, Ciudad de Panamá.
- PNUMA/CEPAL/GRID-Arendal (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/ Comisión Económica para América Latina y el Caribe/GRID-Arendal) (2010), *Vital Climate Change Graphics for Latin America and the Caribbean 2010*, Arendal.
- Polebitski, A. y R. Palmer (2010), "Seasonal residential water demand forecasting for census tracts", *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 136, N° 1, Reston, Asociación de Ingenieros Civiles de Estados Unidos.
- Porter, J. y otros (2014), "Food security and food production systems", *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*, V. Barros y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- Poterba, J. (1991), "Is the gasoline tax regressive?", *NBER Working Paper*, N° 3578, Cambridge, Oficina Nacional de Investigaciones Económicas, enero.
- Prokopy, L. y otros (2008), "Determinants of agricultural best management practice adoption: evidence from the literature", *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 63, N° 5, Ankeny, Soil and Water Conservation Society.
- Prud'homme, R. y C. Lee (1999), "Size, sprawl, speed and the efficiency of cities", *Urban Studies*, vol. 36, N° 11, Thousand Oaks, SAGE Publications.
- Rahim, S. (2017), "Time for a RGGI makeover?", *E&E News*, Washington, D.C., Environment and Energy Publishing, 28 de junio [en línea] <https://www.eenews.net/climatewire/stories/1060056710/search?keyword=RGGI>.

- Ramseur, J. (2017), "The Regional Greenhouse Gas Initiative: lessons learned and issues for Congress", *CRS Report*, N° 41.836, Washington, D.C., Congressional Research Service (CRS).
- Rasmussen, T. (2004), "Macroeconomic implications of natural disasters in the Caribbean", *Working Paper*, N° 04/224, Washington, D.C., Fondo Monetario Internacional (FMI).
- Ravallion, M. (2004), "Defining pro-poor growth: a response to Kakwani", *One Pager*, N° 4, Brasilia, Centro Internacional de Políticas para el Crecimiento Inclusivo (CIP-Cl).
- (1995), "Growth and poverty: evidence for developing countries in the 1980s", *Economics Letters*, vol. 48, N° 3-4, Amsterdam, Elsevier, junio.
- Ravallion, M. y G. Datt (2002), "Why has economic growth been more pro-poor in some states of India than others?", *Journal of Development Economics*, vol. 68, N° 2, Amsterdam, Elsevier, agosto.
- Raymond, C. y otros (2017), "A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas", *Environmental Science & Policy*, vol. 77, noviembre.
- Reidsma, P. y otros (2010), "Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses", *European Journal of Agronomy*, vol. 32, N° 1, Amsterdam, Elsevier, enero.
- REN21 (Red de Políticas de Energía Renovable para el Siglo XXI) (2018), *Renewables 2018: Global Status Report*, París.
- Restrepo, J. (2018), "Una visión de ganadería sostenible desde AGROSAVIA", *Innovaciones en Producción cárnica con bajas emisiones de carbono: experiencias y desafíos en ALC. Resúmenes del evento realizado en Montería, Colombia*, Santiago, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (FAO/AGROSAVIA).
- Rodrigues, A. y otros (2010), "Global changes in pampean lowland streams (Argentina): implications for biodiversity and functioning", *Hydrobiologia*, vol. 657, N° 1, Berlín, Springer.
- Rodríguez, A. y L. Meza (eds.) (2016), "Agrobiodiversidad, agricultura familiar y cambio climático", serie *Seminarios y Conferencias*, N° 85 (LC/L.4193), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (CEPAL/FAO).
- Rogelj, J. y otros (2019), "Estimating and tracking the remaining carbon budget for stringent climate targets", *Nature*, vol. 571, Berlín, Springer.
- Rosales-Castillo, J. y otros (2001), "Acute effects of air pollution on health: evidence from epidemiological studies", *Salud Pública de México*, vol. 43, N° 6, Cuernavaca, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), diciembre.
- Rosenzweig, C. y M. Parry (1994), "Potential impact of climate change on world food supply", *Nature*, vol. 367, Berlín, Springer, enero.
- Rosenzweig, M. y H. Binswanger (1993), "Wealth, weather risk and the composition and profitability of agricultural investments", *The Economic Journal*, vol. 103, N° 416, Hoboken, Wiley.
- Ruth, M. y M. Ibarra (eds.) (2009), *Distributional Impacts of Climate Change and Disasters: Concepts and Cases*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Salon, D. y otros (2012), "How do local actions affect VMT? A critical review of the empirical evidence", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 17, N° 7, Amsterdam, Elsevier.

- Samaniego, J. y otros (2019), *Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe, 2019: avances para el cumplimiento del Acuerdo de París* (LC/TS.2019/89), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- (2017), “Adaptación al cambio climático en el sector agropecuario en América Latina y el Caribe”, *Síntesis de Políticas Públicas sobre Cambio Climático*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), abril.
- Samaniego, J. y H. Schneider (2019a), “Cuarto informe sobre financiamiento para el cambio climático en América Latina y el Caribe, 2013-2016”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/15), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), agosto.
- (2019a), “Financiamiento climático para América Latina y el Caribe 2013-2017”, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.
- Sánchez, L. (ed.) (2018), “La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: una visión gráfica”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2017/84/Rev.1), A. Bárcena y otros (coords.), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), diciembre.
- (ed.) (2013), “Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina”, *Documentos de Proyectos* (LC/W.563), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), diciembre.
- Saurral, R., V. Barros y D. Lettenmaier (2008), “Land use impact on the Uruguay River discharge”, *Geophysical Research Letters*, vol. 35, N° 12, Hoboken, Wiley.
- Schmalensee, R. y R. Stavins (2017), “Lessons Learned from Three Decades of Experience with Cap and Trade”, *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 11, N° 1, Oxford, Oxford University Press.
- Schneider, H. (2019), “La sostenibilidad en el transporte”, Santiago, Konrad-Adenauer-Stiftung (KAS), inédito.
- Schwartz, J., R. Levin y K. Hodge (1997), “Drinking water turbidity and pediatric hospital use for gastrointestinal illness in Philadelphia”, *Epidemiology*, vol. 8, N° 6, Cambridge, Wolters Kluwer, noviembre.
- Schwartz, S. y W. Rosen (2015), *Street Smart: The Rise of Cities and the Fall of Cars*, Nueva York, PublicAffairs.
- Sebri, M. (2014), “A meta-analysis of residential water demand studies”, *Environment, Development and Sustainability*, vol. 16, N° 3, Berlín, Springer, junio.
- Seddon, N. y otros (2020), “Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges”, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 375, N° 1794.
- (2019), *Nature-based solutions in nationally determined contributions: Synthesis and recommendations for enhancing climate ambition and action by 2020*, Gland/Oxford, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN)/Universidad de Oxford.
- SEDEMA (Secretaría del Medio Ambiente) (2016), *Inventario de emisiones de la CDMX 2014: contaminantes criterio, tóxicos y de efecto invernadero*, Ciudad de México.
- SEEG (Sistema de Estimación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero) (2018), “Estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil 1970 – 2017”, SEEG Coleção, N° 6, São Paulo, noviembre [en línea] <http://www.observatoriodeloclima.eco.br/wp-content/uploads/2018/11/PPT-SEEG-6-LANCAMENTO-GERAL-2018.11.21-FINAL-DIST-compressed.pdf>.

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2019), "Acuerdo por el que se establecen las bases preliminares del Programa de Prueba del Sistema de Comercio de Emisiones", *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 1 de octubre.
- Seo, N. y R. Mendelsohn (2007), "An analysis of crop choice: adapting to climate change in Latin American farms", *Policy Research Working Paper*, N° 4162, Washington, D.C., Banco Mundial.
- SICA (Sistema de la Integración Centroamericana) (2011), "Variabilidad climática y eventos extremos en Centroamérica: reporte exploratorio", Ciudad de México, inédito.
- Soam, Y. (2019), "Solid-state batteries: a new era of energy storage", IAM/Sagacious Research, 30 de enero [en línea] <https://www.iam-media.com/solid-state-batteries-new-era-energy-storage>.
- Soares-Filho, B. y otros (2010), "Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, vol. 107, N° 24, Washington, D.C., Academia de Ciencias de los Estados Unidos, junio.
- Stanton, T. y otros (2010), *State of Watershed Payments 2010: An Emerging Marketplace*, Ecosystem Marketplace [en línea] [https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/state\\_of\\_water\\_2010.pdf](https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/state_of_water_2010.pdf).
- Stern, N. (2013), "The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models", *Journal of Economic Literature*, vol. 51, N° 3, Pittsburgh, Asociación Estadounidense de Economía, septiembre.
- \_\_\_\_\_(2008), "The economics of climate change", *American Economic Review*, vol. 98, N° 2, Pittsburgh, Asociación Estadounidense de Economía, mayo.
- \_\_\_\_\_(2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge, Cambridge University Press, enero.
- Sterne, J. y T. Palmer (ed.) (2009), *Meta-Analysis in Stata: An Updated Collection from the Stata Journal*, College Station, Stata Press.
- Strand, J. e I. Walker (2005), "Water markets and demand in Central American cities", *Environment and Development Economics*, vol. 10, N° 3, Cambridge, Cambridge University Press.
- Székely, A. (2009), "Latinoamérica y la biodiversidad", Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Tan, G. y R. Shibasaki (2003), "Global estimation of crop productivity and the impacts of global warming by GIS and EPIC integration", *Ecological Modelling*, vol. 168, N° 3, Amsterdam, Elsevier, octubre.
- Tans, P. y R. Keeling (2014), "Trends in atmospheric carbon dioxide", Washington, D.C., Administración Nacional Oceánica y Atmosférica [en línea] <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html>.
- Thurlow, J., T. Zhu y X. Diao (2009), "The impact of climate variability and change on economic growth and poverty in Zambia", *IFPRI Discussion Paper*, N° 890, Washington, D.C., Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI).
- TNO (Organización de los Países Bajos para la Investigación Científica Aplicada) (2015), "Energie- en milieu-aspecten van elektrische personenvoertuigen", *TNO Rapport*, Delft.

- Tol, R. (1997), "The Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution", *Climate Change and Integrated Assessment Models: Bridging the Gaps*, O. Cameron, K. Fukuwatari y T. Morita (eds.), Tsukuba, Center for Global Environmental Research.
- UCS (Union of Concerned Scientists) (2017), "Benefits of renewable energy use", Cambridge [en línea] <https://www.ucsusa.org/resources/benefits-renewable-energy-use>.
- UNDRR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres) (2009), *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*, Ginebra.
- Vasconcellos, E. (2019a), "Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe: movilidad urbana sostenible", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2019/2), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), julio.
- (2019b), "Mobilidade urbana em Curitiba: os limites do sonho", *Revista dos Transportes Públcos*, vol. 41, São Paulo, Asociación Nacional de Transporte Público (ANTP).
- (2017), "OMU: Observatorio de Movilidad Urbana de América Latina 2014", documento presentado en el taller Technical Support for Strategies to Mitigate Air Pollution, Ciudad de México, Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), 18 y 19 de enero [en línea] <https://www.itf-oecd.org/comprehensive-mobility-management-policies-reduce-air-pollution>.
- Vasconcellos, E. y A. Mendonça (2016), "Observatorio de Movilidad Urbana: resumen borrador 2015-2016", Caracas, Banco de Desarrollo de América Latina (CAF).
- Vattenfall (2019), *Life Cycle Assessment for Vattenfall's Electricity Generation: Including a Case Study for the Nordic Countries Group Environment*, Estocolmo [en línea] [https://group.vattenfall.com/siteassets/corporate/who-we-are/sustainability/doc/life\\_cycle\\_assessment\\_2019.pdf](https://group.vattenfall.com/siteassets/corporate/who-we-are/sustainability/doc/life_cycle_assessment_2019.pdf).
- Vela Correa, G., J. López Blanco y M. Rodríguez Gamiño (2012), "Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México", *Investigaciones Geográficas*, N° 77, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Vergara, W., J. Fenhamn y M. Schletz (2016), *Carbono cero América Latina: una vía para la descarbonización neta de la economía regional para mediados de este siglo. Documento de visión*, Asociación PNUMA-DTU.
- Vergara, W. y otros (2014), *El desafío climático y de desarrollo en América Latina y el Caribe: opciones para un desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo/Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Fondo Mundial para la Naturaleza (BID/CEPAL/WWF).
- (2013), *The Climate and Development Challenge for Latin America and the Caribbean: Options for Climate-Resilient, Low-Carbon Development*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- (2009), "The potential consequences of climate-induced coral loss in the Caribbean by 2050–2080", *Assessing the Potential Consequences of Climate Destabilization in Latin America*, W. Vergara (ed.), Washington, D.C., Banco Mundial.
- Vicuña, S. y otros (2012), "Consumo urbano de aguas en la cuenca del río Maipo", Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).
- Viglizzo, E. y otros (2012), "Ecosystem service evaluation to support land-use policy", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 154, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Wang, Q. y otros (2014), "Temporal-spatial characteristics of severe drought events and their impact on agriculture on a global scale", *Quaternary International*, vol. 349, Amsterdam, Elsevier.

- Watkiss, P. (2006), "The social cost of carbon", París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), enero.
- Weisbrod, G., D. Vary y G. Treyz (2003), "Measuring economic costs of urban traffic congestion to business", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1839, N° 1, Thousand Oaks, SAGE Publications.
- Weischer, L. y otros (2016), "Investing in ambition: analysis of the financial aspects in (intended) nationally determined contributions", *Briefing Paper*, Bonn, Germanwatch/Perspectives Climate Group, mayo.
- Werz, M. y L. Conley (2012), *Climate Change, Migration, and Conflict; Addressing Complex Crisis Scenarios in the 21st Century*, Washington, D.C., Center for American Progress.
- WNA (World Nuclear Association) (2011), "Comparison of lifecycle greenhouse gas emissions of various electricity generation sources", *WNA Report*, Londres [en línea] [http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working\\_Group\\_Reports/comparison\\_of\\_lifecycle.pdf](http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/comparison_of_lifecycle.pdf).
- Worthington, A. y M. Hoffman (2008), "An empirical survey of residential water demand modelling", *Journal of Economic Surveys*, vol. 22, N° 5, Hoboken, Wiley, diciembre.
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos) (2018), *Informe mundial de Naciones Unidas sobre la valorización de recursos hídricos 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*, París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Zhou, Y. y R. Tol (2005), "Economic analysis of domestic, industrial and agricultural water demands in China", *Water Supply*, vol. 5, N° 6, Londres, IWA Publishing, diciembre.



# Publicaciones recientes de la CEPAL

## ECLAC recent publications

[www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)

### ■ Informes Anuales/Annual Reports

También disponibles para años anteriores/*Issues for previous years also available*



Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2019  
*Economic Survey of Latin America  
and the Caribbean 2019*



La Inversión Extranjera Directa en América Latina  
y el Caribe 2019  
*Foreign Direct Investment in Latin America  
and the Caribbean 2019*



Balance Preliminar de las Economías de América Latina  
y el Caribe 2019  
*Preliminary Overview of the Economies of Latin America  
and the Caribbean 2019*



Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2018  
*Statistical Yearbook for Latin America  
and the Caribbean 2018*



Panorama Social de América Latina 2019  
*Social Panorama of Latin America 2019*



Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe 2019  
*International Trade Outlook for Latin America  
and the Caribbean 2019*



## El Pensamiento de la CEPAL/ECLAC Thinking

Desarrollo e igualdad: el pensamiento de la CEPAL en su séptimo decenio.  
Textos seleccionados del período 2008-2018

La ineeficiencia de la desigualdad

*The Inefficiency of Inequality*

Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible

*Horizons 2030: Equality at the centre of sustainable development*

*Horizontes 2030: a igualdade no centro do desenvolvimento sustentável*



## Libros y Documentos Institucionales/Institutional Books and Documents

Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe  
*Quadrennial report on regional progress and challenges in relation to the 2030 Agenda for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean*

Hacia una agenda regional de desarrollo social inclusivo: bases y propuesta inicial  
*Towards a regional agenda for inclusive social development: bases and initial proposal*



## Libros de la CEPAL/ECLAC Books

Los sistemas de pensiones en la encrucijada: desafíos para la sostenibilidad en América Latina

Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad. 70 años de pensamiento de la CEPAL

La bonanza de los recursos naturales para el desarrollo: dilemas de gobernanza

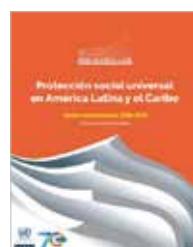


## Páginas Selectas de la CEPAL/ECLAC Select Pages

Protección social universal en América Latina y el Caribe.  
Textos seleccionados 2006-2019

Migración y desarrollo sostenible: la centralidad de los derechos humanos.  
Textos seleccionados 2008-2019

Empleo en América Latina y el Caribe.  
Textos seleccionados 2006-2017





**Revista CEPAL/CEPAL Review**



**Series de la CEPAL/ECLAC Series**



**Notas de Población**



**Observatorio Demográfico  
Demographic Observatory**



**Documentos de Proyectos  
Project Documents**



**Metodologías de la CEPAL  
ECLAC Methodologies**



**Coediciones/Co-editions**



**Copublicaciones/Co-publications**



# Suscríbase y reciba información oportuna sobre las publicaciones de la CEPAL

Subscribe to receive up-to-the-minute information on ECLAC publications



[www.cepal.org/es/suscripciones](http://www.cepal.org/es/suscripciones)

[www.cepal.org/en/suscripciones](http://www.cepal.org/en/suscripciones)



[www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)

[facebook.com/publicacionesdelacepal](https://facebook.com/publicacionesdelacepal)

Las publicaciones de la CEPAL también se pueden adquirir a través de:  
ECLAC publications also available at:

[shop.un.org](http://shop.un.org)

United Nations Publications  
PO Box 960  
Herndon, VA 20172  
USA

Tel. (1-888)254-4286  
Fax (1-800)338-4550  
Contacto/*Contact*: publications@un.org  
Pedidos/*Orders*: order@un.org

# **La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe**

¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?

ALICIA BÁRCENA  
JOSELUIS SAMANIEGO  
WILSON PEREZ  
JOSÉ EDUARDO ALATORRE

Desarrollo Sostenible

En este libro se presentan los resultados de más de un decenio de trabajo realizado en la Comisión Económica para América Latina y

el Caribe (CEPAL) con relación a la economía del cambio climático. Se analizan los datos concluyentes a nivel mundial y el impacto del cambio climático en la región, examinando sectores como la agricultura, la salud, el transporte y la energía. En particular, se abordan los efectos del cambio climático en las dos subregiones más vulnerables, Centroamérica y el Caribe, y se hace un recuento de los acuerdos logrados en la región para enfrentar el problema del calentamiento global.

Se presentan los avances en materia climática, los flujos de financiamiento climático y las innovaciones de política pública encaminadas a avanzar hacia un desarrollo con menos emisiones de carbono y que se adapte mejor a los cambios del clima. Responder al desafío del cambio climático en América Latina y el Caribe representa un esfuerzo financiero, económico, social, cultural, distributivo y de innovación, pero también brinda una oportunidad para que la región transite hacia un desarrollo más sostenible e inclusivo.

**LIBROS**

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

**C E P A L**

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL)  
ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN (ECLAC)

ISBN 978-92-1-122031-5



9 789211 220315