

La economía del cambio climático
en Centroamérica

Reporte técnico 2011

Alicia Bárcena
Secretaria Ejecutiva
Antonio Prado
Secretario Ejecutivo Adjunto
Hugo E. Beteta
Director
Sede Subregional de la CEPAL en México
Joseluis Samaniego
Director
División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
y Punto focal de cambio climático de la CEPAL
Luis Miguel Galindo
Jefe de la Unidad de Cambio Climático
División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
Julie Lennox
Punto focal de cambio climático de la
Sede Subregional de la CEPAL en México

Esta publicación fue realizada en el marco del Convenio entre el Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional (DFID) y la Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y el Convenio entre la Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA) y la CEPAL, como parte del Proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica.”

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la CEPAL y de las instituciones socias del proyecto.

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

El término “dólares” se refiere a la moneda de los Estados Unidos de América.

LC/MEX/L.1016

Copyright © Naciones Unidas, julio de 2011. Todos los derechos reservados.

Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Diseño de portada: José Luis Lugo.

El interior de este libro fue impreso en papel Pochteca Bond (30% reciclado). Impresión FOC S.A. de C.V.

La economía del cambio climático en Centroamérica

Reporte técnico 2011



COMITÉ DIRECTOR DEL PROYECTO

Ministros de Medio Ambiente: Juana Argeñal, Ministra del Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente de Nicaragua (MARENA); Lucía Chandeck, Administradora General de la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (ANAM); Rigoberto Cuellar, Ministro de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras (SERNA); Teófilo De la Torre, Ministro del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica (MINAET); Luis Alberto Ferraté, Ministro del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (MARN); Herman Rosa Chávez, Ministro del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN); Gaspar Vega, Ministro del Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Belice (MNREI). Autoridades anteriores: Javier Arias, Ligia Castro, Roberto Dobles, Carlos Guerrero, Jorge Rodríguez, Tomás Vaquero.

Ministros de Finanzas/ Hacienda: Dean O. Barrow, Ministro del Ministerio de Finanzas de Belice (MOF); Carlos E. Cáceres, Ministro del Ministerio de Hacienda de El Salvador (MH); William Chong Wong, Ministro de la Secretaría de Finanzas de Honduras (SEFIN); Alfredo Rolando del Cid, Ministro de Ministerio de Finanzas Públicas de Guatemala (MINFIN); Alberto José Guevara, Ministro del Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Nicaragua (MHCP); Fernando Herrero, Ministro del Ministerio de Hacienda de Costa Rica (MH); Alberto Vallarino, Ministro del Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá (MEF). Autoridades anteriores: Edgar Alfredo Balsells, Juan Alberto Fuentes, Jenny Phillips, Rebeca Patricia Santos, Guillermo Zúñiga.

COMITÉ TÉCNICO REGIONAL (CTR)

Delegados de los Ministerios de Ambiente: Gherda Barreto (MARENA); Antonio Cañas (MARN El Salvador); Mirza Castro (SERNA); Ana Rita Chacón (MINAET); Cynthia Deville (ANAM); Carlos Mansilla (MARN Guatemala); Marlon Westby (MNREI).

Delegados de los Ministerios de Hacienda/ Finanzas: Rogelio Alvarado (MEF); Rina Castellanos de Jarquín (MH El Salvador); Juan Manuel de la Cruz (MINFIN); Lourdes González (SEFIN); Fernando Rodríguez (MH Costa Rica).

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD-SICA): Jorge Cabrera, Enlace Presidencia en Protempore-CCAD; Raúl Artiga, delegado en el CTR.

Secretaría de Integración Económica Centroamérica (SIECA): Ernesto Torres, Secretario General; Juan Sebastián Blas, delegado en el CTR. Autoridad anterior: Yolanda Mayora de Gavidia.

Delegados anteriores del CTR: Guillermo Barquero, Cecilia Carranza, Edgar Chamorro, Paul Flowers, Ramón Frutos, Aristides Hernández, Leonel Lee, Darysbel Martínez, José Francisco Rodríguez, Roberto Rodríguez, Bernardo Torres. **Colaboradores del CTR:** Luis

Alejandro Alejos, Roberto Araquistain, Beverly D. Castillo, Carlos Fuller, Carlos Gómez, René López, Leslie Marín, Roberto Motta, Carlos J. Pérez, Martha Ruiz, José Francisco Rodríguez, Bernardo Torres.

UNIDAD COORDINADORA DEL PROYECTO (UCP) SEDE SUBREGIONAL DE LA CEPAL EN MÉXICO (CEPAL México)

Hugo E. Beteta, Director; Jorge Máttar, anterior Director a.i.; Julie Lennox, coordinadora del proyecto y punto focal para cambio climático de la CEPAL México; Horacio Catalán, consultor macroeconomista; Jaime Olivares y Allan Beltrán, asistentes de investigación; Almudena Fernández, consultora de programación; Hortensia Altamirano y Gabriela Santisteban, secretarías; Pedro Cote, oficial de comunicaciones; Susana Levy, oficial de publicaciones; Ramón Cota, editor; Coralie Dumoux y Romain Doleux, pasantes; Danny Laird, traductor; María Eugenia Urzúa, diagramadora. Se agradece el apoyo de los equipos de dirección, editorial y administración de la oficina.

La División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL proporcionó asesoría, particularmente: Joseluis Samaniego, Director; Luis Miguel Galindo, Jefe de la Unidad de cambio climático; Carlos de Miguel, Oficial de asuntos económicos; Graciela Magrin, Daniel Bouille, Gustavo Nagy, José Marengo y Lincoln Muñiz, miembros del Panel Internacional de Cambio Climático de los proyectos ECC.

DFID/ GOBIERNO DEL REINO UNIDO

Tom Kennedy, Embajador del Reino Unido en Costa Rica y Nicaragua, enlace con el proyecto. Ian Hughes, Anterior Embajador del Reino Unido en Guatemala, Honduras y El Salvador. Lord Nicholas Stern, Chris Taylor y Dimitri Zenghelis del Equipo Stern; Josceline Wheatley y Su Lin Garbett-Shiels de DFID; Martin Johnston, Anterior Jefe de la Oficina de DFID para Centroamérica.

DANIDA/ COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DE DINAMARCA

Søren Vøhtz, Embajador, Embajada Real de Dinamarca en Nicaragua; Thomas Nielsen, Asesor Regional.

EQUIPOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

Escenarios macroeconómicos y demográficos sin cambio climático: Igor Paunovic, anterior Jefe de la Unidad de Desarrollo Económico (UDE) de la CEPAL en México y Luis Miguel Galindo, supervisores; Horacio Catalán, consultor principal, con la colaboración de Allan Beltrán, Luis Alberto Sánchez y Jaime Olivares; y Dirk Jaspers y Guiomar Bay de la División de Población de la CEPAL (CELADE). Agradecimiento a Manuel Iraheta, asesor de la Secretaría Técnica, Consejo Monetario Centroamericano.

Escenarios climáticos: Fernando Cuevas (OPD) y Hugo Ventura, Jefe de la Unidad de

Energía y Recursos Naturales de la CEPAL México, supervisores; Carlos Gay, Cecilia Conde, Francisco Estrada y Benjamín Hernández del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y Walter Fernández, consultores.

Eventos extremos: Ricardo Zapata, Asesor Regional en Desastres, y Myriam Urzúa, Punto focal de desastres de CEPAL México, supervisores; Elizabeth Mansilla y Horacio Catalán, consultores; Jaime Olivares, funcionario.

Recursos hídricos: Hugo Ventura, supervisor; Blanca Jiménez, consultora principal; María Inés Navarro, Manuel Basterrechea, Katherine Vammen y Marittin Valentin, consultores. Participaron con aportes Horacio Catalán y Pablo Imbach, consultores; Julie Lennox, Jaime Olivares y Jenny Alvarado, funcionarios; y Juan Pablo Vallejo.

Sector agrícola: Braulio Serna, Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola de la CEPAL México, supervisor; José Mora y Diana Ramírez, funcionarios, Juan Luis Ordaz y Gerardo Esquivel, consultores.

Cambio de uso de tierra y ecosistemas: Julie Lennox, supervisora; Pablo Imbach, consultor principal; Karina Caballero, consultora; y Abigail Fallot, Luis Molina, Mario Chacón y Miguel Cifuentes, investigadores de CATIE.

Turismo: Claudia Schatan, Jefa; Mauricio Montiel e Indira Romero, funcionarios de la Unidad de Comercio Internacional e Industria (UCII), CEPAL México.

Biodiversidad: Julie Lennox, supervisora; Karina Caballero, consultora principal, con la colaboración de Erika Rojas. Asesoró Lenin Corrales de TNC Centroamérica.

Energía: Hugo Ventura, supervisor; Rosa Estela Félix, Fernando López, Carlos Roldán y Verónica Flores, consultores; Jennifer Alvarado, Eugenio Rojas y Ana María Larrauri, funcionarios.

Valorización económica: Luis Miguel Galindo y Julie Lennox, supervisores; Horacio Catalán, consultor principal; y Jaime Olivares.

Opciones de políticas en adaptación y reducción de emisiones: Julie Lennox, supervisora, Horacio Catalán, Gabriel Quadri y Eduardo Vega, consultores principales, Jaime Olivares, funcionario autor del análisis IPAT; con aportes de Anna Coates, Jefa anterior, Matthew Hammil y Lourdes Colinas de la Unidad de Desarrollo Social; Igor Paunovic, Ramón Padilla, Rocío Álvarez (consultora) de la Unidad de Desarrollo Económico; Claudia Schatan y Bruno Antunes de la UCII, Miriam Urzúa, Punto focal de Desastres de CEPAL México, y Juan Manuel de la Cruz del MINFIN de Guatemala.

Asistentes de investigación en los países: Helga María Rojas, René Gamero, José Fermín Villatoro, Oscar Francisco Delgado.

In memoriam

De Fernando Cuevas, D. E. P.

Nicaragüense, ingeniero y economista,

funcionario del Instituto Nicaragüense de Energía (1976 – 1982),

Viceministro de Energía de Nicaragua (1987 – 1990),

Jefe de la Unidad de Energía y Recursos Naturales de la

Sede Subregional de la CEPAL en México (1993-2009),

Gerente del Proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica” (2008).

Incansable promotor de la eficiencia, equidad y sostenibilidad energética en Centroamérica.

ÍNDICE

Prólogo	1
Mensajes clave	3
Introducción	9
Capítulo 1 Escenarios climáticos.....	11
1.1 Introducción	11
1.2 Tendencias globales del clima.....	12
1.3 Tendencias regionales del clima y del nivel del mar	15
1.4 Estudios anteriores sobre escenarios climáticos futuros para Centroamérica .	21
1.5 Escenarios de cambio climático a 2100 para Centroamérica	26
1.6 Consideraciones finales	43
Anexo Bases de datos climáticos generados por el proyecto	45
Capítulo 2 Escenarios macroeconómicos y demográficos.....	47
2.1 Introducción	47
2.2 Evolución histórica y contexto actual	47
2.3 Los escenarios macroeconómicos a 2100	50
2.4 Evolución demográfica histórica	57
2.5 Escenarios demográficos a 2100.....	60
2.6 Evolución del PIB per cápita	63
2.7 Consideraciones finales	65
Capítulo 3 Escenarios de cambio de uso de tierra.....	67
3.1 Introducción	67
3.2 Metodología.....	67
3.3 Escenario de cambio de uso de tierra para Centroamérica a 2100.....	73
3.4 Cambio en los sumideros de carbono	89
3.5 Consideraciones finales	92
Capítulo 4 Recursos hídricos	94
4.1 Introducción	94
4.2 Disponibilidad de agua y “estrés” hídrico actuales	94
4.3 Demanda de agua actual.....	98
4.4 Metodología.....	102
4.5 Escenario de disponibilidad total renovable de agua a 2100	108
4.6 Escenarios de demanda de agua a 2100.....	116

4.7	Escenarios de la intensidad de uso del agua a 2100	133
4.8	Estimado inicial de costos asociados al cambio climático	137
4.9	Consideraciones finales	141
Capítulo 5	Agricultura	143
5.1	Introducción	143
5.2	Metodología.....	144
5.3	Sensibilidad de Índices de producción agropecuaria a las variables climáticas	148
5.4	Sensibilidad de los rendimientos del maíz, frijol y arroz a las variables climáticas.....	153
5.5	Escenarios del impacto del cambio climático en la agricultura a 2100	156
5.6	Estimado inicial de costos asociados al cambio climático	162
5.7	Consideraciones finales	165
Capítulo 6	Biodiversidad en Centroamérica y el impacto del cambio climático	167
6.1	Introducción	167
6.2	Impactos del cambio climático en la biodiversidad de la región.....	167
6.3	Índice de biodiversidad potencial (IBP)	171
6.4	Escenarios de biodiversidad a 2100	173
6.5	Valoración directa de la biodiversidad.....	177
6.6	Valoración indirecta de la biodiversidad	179
6.7	Estimado inicial de costos asociados al cambio climático	180
6.8	Consideraciones finales	181
Anexo	Revisión bibliográfica de estudios de valoración económica de servicios ecosistémicos en la región	184
Capítulo 7	Eventos extremos.....	191
7.1	Introducción	191
7.2	Tendencias de eventos extremos climáticos	196
7.3	Impactos asociados a los eventos extremos climáticos	204
7.4	Estimado inicial de costos asociados al cambio climático	212
7.5	Consideraciones finales	218
Capítulo 8	Energía	220
8.1	Introducción	220
8.2	Balance de energía	222
8.3	Indicadores de consumo de energía.....	225
8.4	Escenario base sobre la demanda de energía 2008-2100	229
8.5	Política energética.....	237
8.6	Consideraciones finales	240
Capítulo 9	Turismo	243
9.1	Introducción	243
9.2	Importancia de la actividad turística en Centroamérica.....	244

9.3	Escenarios de temperaturas en los sitios turísticos de Centroamérica a 2050..	245
9.4	Otros impactos del cambio climático sobre el turismo.....	247
9.5	Estructura institucional y reguladora	249
9.6	Consideraciones finales	252
Anexo	Proyecciones climáticas, 2020 y 2050	254
Capítulo 10	Valorización económica del impacto del cambio climático	256
10.1	Introducción	256
10.2	Estudios a nivel internacional.....	257
10.3	Metodología.....	264
10.4	Estimado inicial del costo del cambio climático.....	266
10.5	Consideraciones finales	280
Capítulo 11	Vulnerabilidad, pobreza y adaptación	282
11.1	Introducción	282
11.2	Factores claves para adaptación y reducción de vulnerabilidades.....	292
11.3	Proyectos de adaptación en Centroamérica.....	293
11.4	Opciones de políticas enfocadas a la adaptación.....	305
11.5	Consideraciones finales	316
Capítulo 12	Escenarios de emisiones y opciones de mitigación.....	317
12.1	Introducción	317
12.2	Inventarios de emisiones en Centroamérica	318
12.3	Escenarios prospectivos de emisiones al 2100 con el modelo IPAT	322
12.4	Oportunidades y costos de reducción de emisiones con escenario a 2030	332
12.5	La transición a una economía global baja en carbono	344
12.6	Consideraciones finales	346
Anexo A	Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) por sectores, medidos en CO ₂ e a 100 años.	350
	Cuadro A-1: Belice: Emisiones de GEI en CO ₂ e por sectores	350
	Cuadro A-2: Costa Rica: Emisiones GEI en CO ₂ e por sectores	351
	Cuadro A-3: El Salvador: Emisiones GEI en CO ₂ e por sectores.....	352
	Cuadro A-4: Guatemala: Emisiones GEI en CO ₂ e por sectores.....	353
	Cuadro A-5: Honduras: Emisiones GEI en CO ₂ e por sectores	354
	Cuadro A-6: Nicaragua: Emisiones GEI en CO ₂ e por sectores.....	355
	Cuadro A-7: Panamá: Emisiones GEI en CO ₂ e por sectores.....	356
Anexo B	Proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) por país	357
	Cuadro B-1: Costa Rica: Proyectos mecanismo de desarrollo limpio.....	357
	Cuadro B-2: El Salvador: Proyectos mecanismo de desarrollo limpio	357
	Cuadro B-3: Guatemala: Proyectos mecanismo de desarrollo limpio	358
	Cuadro B-4: Honduras: Proyectos mecanismo de desarrollo limpio	359
	Cuadro B-5: Nicaragua: Proyectos mecanismo de desarrollo limpio.....	360
	Cuadro B-6: Panamá: Proyectos mecanismo de desarrollo limpio	361
	Cuadro B-7: Centroamérica: Status de proyectos mecanismo de desarrollo limpio	361

	Cuadro B-8: Centroamérica: Tipos de proyectos mecanismo de desarrollo limpio.....	362
Capítulo 13	Ejes potenciales de opciones de políticas públicas	363
13.1	Resumen por país de políticas e institucionalidad.....	363
13.2	Políticas e institucionalidad	363
13.3	Opciones de política pública para la adaptación	373
Bibliografía	395

ÍNDICE DE CUADROS

1.1	Centroamérica: Variación en la precipitación promedio anual, 1950 a 2006	20
1.2	Centroamérica: Cambios pronosticados en temperatura y el nivel del mar en escenarios A2 y B2, 2050 a 2100.....	24
1.3	Centroamérica: Cambios proyectados en temperatura y precipitación, 2020, 2050 y 2080.....	25
1.4	Puntaje y desempeño general de los modelos	29
1.5	Centroamérica: Cambio de temperatura media escenario B2, 1980-2000 a 2100.....	36
1.6	Centroamérica: Cambio de temperatura media escenario A2, 1980-2000 a 2100	36
1.7	Centroamérica: Cambio de precipitación media anual escenario B2, 1980-2000 a 2100.....	40
1.8	Centroamérica: Cambio de precipitación media anual escenario A2, 1980-2000 a 2100	40
1.9	Centroamérica: Cambio de temperatura media, escenario B2, promedio de los tres modelos, 1980-2000 a 2100	41
1.10	Centroamérica: Cambio de temperatura media, escenario A2, promedio de los tres modelos, 1980-2000 a 2100	41
1.11	Centroamérica: Cambio de precipitación media anual, escenario B2, promedio de los tres modelos, 1980-2000 a 2100	43
1.12	Centroamérica: Cambio de precipitación media anual, escenario A2, promedio de los tres modelos, 1980-2000 a 2100	43
2.1	Centroamérica: Tasas de crecimiento promedio del PIB, 1950 a 2009	48
2.2	Centroamérica: Escenarios de la tasa de crecimiento del PIB, 2008 a 2100	56
2.3	Centroamérica: Escenarios de crecimiento del PIB por sectores, 2008 a 2100.....	57
2.4	Centroamérica: Escenario demográfico, 2005 a 2100.....	62
2.5	Centroamérica: PIB per cápita, 2005 a 2100	64
3.1	Centroamérica: Equivalencia entre los sistemas de clasificación de uso del suelo para los modelos utilizados.....	69
3.2.	Centroamérica: Factores explicativos de la localización del uso del suelo empleados en el estudio.....	70
3.3	Centroamérica: Escenario tendencial de cambio de uso de tierra al año 2100.....	73
3.4	Belice: Resultados del modelaje al año 2100.....	76
3.5	Costa Rica: Resultados del modelaje al año 2100.....	77
3.6	El Salvador: Resultados del modelaje al año 2100.....	79
3.7	Guatemala: Resultados del modelaje al año 2100.....	81
3.8	Honduras: Resultados del modelaje al año 2100	83
3.9	Nicaragua: Resultados del modelaje al año 2100.....	86
3.10	Panamá: Resultados del modelaje al año 2100	88
3.11	Centroamérica: Acervos totales de carbono bajo escenario tendencial, 2005 - 2100	90
4.1	Centroamérica: Disponibilidad, extracción, intensidad de uso y uso de agua por sector	95
4.2	Indicador de la disponibilidad de agua y clasificación.....	96
4.3	Centroamérica: Coberturas y tarifas del servicio de agua municipal, 2008	100
4.4	Centroamérica: Dotación de agua per capita por cada país, 2005.....	100
4.5	Centroamérica: Indicadores agropecuarios y de riego	101
4.6	Centroamérica: Valores de la disponibilidad total renovable del agua en función de las proyecciones de clima en el escenario B2.....	109

4.7	Centroamérica: Valores de la disponibilidad total renovable del agua en función de las proyecciones de clima en el escenario A2	110
4.8	Centroamérica: Evolución de la disponibilidad total renovable de agua por escenarios base, B2 y A2, 2000-2004 a 2100,	111
4.9	Centroamérica: Reducción de la disponibilidad de agua per cápita, escenarios base, B2 y A2, 2005 a 2100	114
4.10	Centroamérica: Evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial con escenario base, B2 y A2, 2000 a 2100.....	119
4.11	Centroamérica: Participación de la demanda total de agua por país para los escenarios base y con cambio climático (escenarios B2 y A2), 2000 a 2100.	119
4.12	Belice: Evolución de la demanda de agua total, municipal e industrial con escenario base, B2 y A2, 2000 a 2100	121
4.13	Costa Rica: Evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial con escenario base, B2 y A2, 2000 a 2100.....	123
4.14	El Salvador: Evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial con escenario base, B2 y A2, 2000 a 2100.....	124
4.15	Guatemala: Evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial con escenario base, B2 y A2, 2000 a 2100.....	127
4.16	Honduras: Evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial con escenario base, B2 y A2, 2000 a 2100.....	128
4.17	Nicaragua: Evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial con escenario base, B2 y A2, 2000 a 2100.....	130
4.18	Panamá: Evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial con escenario base, B2 y A2, 2000 a 2100.....	132
4.19	Centroamérica: Evolución del índice de intensidad de uso del agua con escenarios base, B2 y A2, 2000 a 2100	133
4.20	Centroamérica: Tarifas empleadas en el estudio	138
4.21	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en los recursos hídricos, 2008 a 2100	139
4.22	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en los recursos hídricos, 2008 a 2100	140
5.1	Estimación de los índices de producción.....	149
5.2	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en la producción de cereales, 2008 a 2100.....	162
5.3	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en la producción de cereales, 2008 a 2100	162
5.4	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (solo cambio en la temperatura máxima) (escenario B2 en la producción pecuaria, 2008 a 2100)	163
5.5	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (solo cambio en la temperatura máxima) (escenario A2) en la producción pecuaria, 2008 a 2100	163
5.6	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en la producción agrícola, 2008 a 2100	163
5.7	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en la producción agrícola, 2008 a 2100	163
5.8	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en el sector agropecuario, 2008 a 2100	164
5.9	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en el sector agropecuario, 2008 a 2100.....	164
6.1	Impactos negativos del cambio climático en los ecosistemas globales	168
6.2	Centroamérica: Revisión de literatura de impactos esperados del cambio climático en la biodiversidad.....	169
6.3	Centroamérica: Evolución del Índice de Biodiversidad Potencial bajo el escenario base (sin cambio climático), 2005 a 2100	174

6.4	Centroamérica: Evolución del Índice de Biodiversidad Potencial con cambio climático (escenarios B2 y A2), 2005 a 2100	176
6.5	Centroamérica: Estimado de valores directos registrados de los servicios de la biodiversidad	178
6.6	Centroamérica: Modelo del Producto Interno Bruto Agrícola Regional, 2006	179
6.7	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenarios B2 y A2) en la biodiversidad, 2008 a 2100, con costos directos e indirectos	180
6.8	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenarios B2 y A2) en la biodiversidad con años corte, 2008 a 2100	181
7.1	Centroamérica: Pérdidas económicas causadas por los principales desastres ocurridos	206
7.2	Centroamérica: Índice de riesgo de mortalidad por diferentes causas.....	211
7.3	Centroamérica: Estimaciones de la función de producción con efecto de los eventos extremos (huracanes e inundaciones)	215
7.4	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado ante un aumento de 5% en la intensidad de las tormentas y los huracanes, 2008 a 2100.....	217
7.5	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado ante un aumento del 10% en la intensidad de las tormentas y los huracanes, 2008 a 2100	217
8.1	Centroamérica: Consumo final energético 2008	223
8.2	Centroamérica: Tasas de crecimiento de la demanda de energía, escenario base 2010 a 2100	233
8.3	Centroamérica: Demanda total de energía, participación por países, sectores, combustibles fósiles y fuentes renovables	233
8.4	Centroamérica: Evolución de demanda de electricidad con escenario base, 2007 a 2100	235
8.5	Centroamérica: Demanda de energía eléctrica por sector, escenario base en 2100	236
8.6	Centroamérica: Generación de energía eléctrica con escenario base en 2100, por fuentes	236
10.1	Estados Unidos: Impacto estimado del cambio climático	258
10.2	Países seleccionados y mundo: Costos totales debidos a un incremento doble de las emisiones de CO ₂	258
10.3	Mundo: Concentraciones de GEI y temperatura media al final del siglo XXI respecto a los niveles previos a la revolución industrial.....	260
10.4	Regiones del Mundo: Impactos del cambio climático.....	261
10.5	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en el sector agrícola a 2100	267
10.6	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en el sector agrícola a 2100.....	267
10.7	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en el sector agropecuario a 2100	268
10.8	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en el sector agropecuario a 2100	268
10.9	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en los recursos hídricos a 2100	269
10.10	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en los recursos hídricos a 2100	270
10.11	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenarios B2 y A2) en la biodiversidad en 2100, con costos directos e indirectos	271
10.12	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenarios B2 y A2) en la biodiversidad con años corte hasta 2100	272
10.13	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado ante un aumento de 5% en la intensidad de las tormentas y los huracanes a 2100.....	273
10.14	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado ante un aumento de 10% en la intensidad de las tormentas y los huracanes a 2100.....	274
10.15	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en cuatro ámbitos a 2100.....	275
10.16	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en cuatro ámbitos a 2100	276

10.17	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario B2) en cuatro ámbitos por país a 2100.....	277
10.18	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenario A2) en cuatro ámbitos por país a 2100.....	278
10.19	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado del cambio climático en cuatro ámbitos sin medidas de respuesta por país a diversos años.....	279
10.20	Centroamérica: Estimado inicial del costo anual del cambio climático en cuatro ámbitos sin medidas de respuesta por país en diversos períodos.....	279
11.1	Centroamérica: Cobertura de la seguridad social, alrededor del 2006.....	291
11.2.	Centroamérica: Algunos proyectos regionales, binacionales y nacionales para reducir la vulnerabilidad y/o promover la adaptación al cambio climático.....	294
12.1	Centroamérica: Emisiones netas de GEI reportadas en inventarios nacionales.....	319
12.2	Centroamérica: Emisiones de GEI reportadas en inventarios nacionales, 2000.....	319
12.3	Centroamérica: Supuestos del escenario base, 2008 a 2100.....	328
12.4	Centroamérica: Proyección de las tasas de crecimiento anual de las emisiones de CO ₂ e (sin cambio de uso de tierra) a 2100.....	329
12.5	Centroamérica: Escenario tendencial de emisiones de CO ₂ e (sin cambio de uso de tierra) a 2100.....	330
12.6	Centroamérica: Escenario tendencial de CO ₂ e per capita (sin cambio de uso de tierra) a 2100....	330
12.7	Centroamérica: Tasa de crecimiento anual de la intensidad carbónica (CO ₂ e /energía) entre 2006 y 2100 requerida para mantener constantes las emisiones de GEI al nivel de 2000.....	331
12.8	Centroamérica: Estimado inicial del costo acumulado entre 2006 al 2100 de mantener constantes las emisiones de GEI al nivel de 2000.....	331
12.9	Centroamérica: Generación de electricidad por fuente, 1985 - 2100.....	333
12.10	Centroamérica: Consumo final de electricidad, 2007.....	333
12.11	Centroamérica: Estimado de emisiones de GEI indirectas por consumo de electricidad, 2007....	334
12.12	Centroamérica: Inventario de emisiones ajustado con electricidad, 2000.....	335
12.13	Centroamérica: Estimado de emisiones de GEI, 2030.....	337
13.1	Centroamérica: Sistemas nacionales de áreas protegidas 2003.....	385

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

1.1	Impactos asociados con el cambio anual medio mundial de la temperatura.....	42
2.1	Técnicas utilizadas en la construcción de escenarios macroeconómicos.....	50
2.2	Construcción de los escenarios demográficos.....	61
3.1	Esquema metodológico de modelaje de uso de tierra mediante el modelo CLUE-S.....	68
5.1	Metodología de función de producción aplicada al cambio climático.....	145
10.1	Método de estimación de los costos del cambio climático.....	264
12.1	Escenarios de mitigación con base en el modelo IPAT.....	323
12.2	Propuesta de curva de transición forestal.....	342
13.1	Costa Rica: Estrategia nacional de cambio climático.....	364

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1.1	Mundo: Evidencia del cambio climático, año 0 a 2005.....	13
1.2	Regiones del mundo: Anomalía de precipitación, 1901 a 2005.....	14
1.3	Centroamérica: Temperatura media anual y su filtro Hodrick-Prescott, 1950 a 2006.....	17
1.4	Centroamérica: Precipitación acumulada anual y su filtro Hodrick-Prescott, 1950 a 2006.....	19
1.5	Mesoamérica: Variaciones de la temperatura en el período 2001 a 2100 relativo a 1901-2005.....	25
1.6	Mundo: Escenarios de emisiones de GEI y proyecciones de temperatura asociadas, 2000-2100..	27
1.7	Centroamérica: Proyecciones climáticas.....	28
1.8	Centroamérica: Temperatura media anual, escenario B2, 1960 a 2100.....	33
1.9	Centroamérica: Temperatura media anual, escenario A2, 1960 a 2100.....	34
1.10	Centroamérica: Precipitación acumulada anual, escenario B2, 1960 a 2100.....	38
1.11	Centroamérica: Precipitación acumulada anual, escenario A2, 1960 a 2100.....	39
2.1	Centroamérica: Trayectorias y tasas de crecimiento del PIB, 1970 a 2009.....	49

2.2	Centroamérica: Filtro Hodrick-Prescott de las tasas de crecimiento del PIB, 1970 a 2007	52
2.3	Centroamérica: Modelos de series de tiempo con valores observados (1970 a 2007) y pronóstico (2008 a 2100) de la tasa de crecimiento del PIB	53
2.4	Centroamérica: Escenarios de crecimiento del PIB con valores observados (1970 a 2007) y pronóstico (2008 a 2100)	55
2.5	Centroamérica: Tasas de crecimiento de la población de Centroamérica por décadas, 1960 a 2009	58
2.6	Centroamérica: Características demográficas	59
2.7	Centroamérica: Escenario demográfico, 2005 a 2100	62
2.8	Centroamérica y países desarrollados: PIB per cápita, 1970 a 2009	63
2.9	Centroamérica: Evolución del PIB per cápita con escenario macroeconómico base, 1970 a 2100	64
3.1	Centroamérica y el Caribe: Distribución del uso de la tierra escenario tendencial derivado de los tres escenarios GEO4, 2000 a 2050	69
3.2	Belize: Evolución de las demandas impuestas al modelo bajo escenario base (tendencial), 2005 a 2100	75
3.3	Costa Rica: Evolución de las demandas impuestas al modelo bajo escenario base (tendencial), 2005 A 2100	77
3.4	El Salvador: Evolución de las demandas impuestas al modelo bajo escenario base (tendencial), 2005 a 2100	79
3.5	Guatemala: Evolución de las demandas impuestas al modelo bajo escenario base (tendencial), 2005 a 2100	81
3.6	Honduras: Evolución de las demandas impuestas al modelo bajo escenario base (tendencial), 2005 – 2100	83
3.7	Nicaragua: Evolución de las demandas impuestas al modelo bajo escenario base (tendencial), 2005 a 2100	85
3.8	Panamá: Evolución de las demandas impuestas al modelo bajo escenario base (tendencial), 2005 – 2100	88
3.9	Centroamérica: Variación del contenido de carbono en sumideros bajo escenario tendencial, 2006 – 2100	91
3.10	Centroamérica: Disminución en acervos de carbono bajo escenario tendencial, 2006 y 2100	91
4.1	Centroamérica: Extensión de las cuencas internacionales	97
4.2	Centroamérica y otros tres países: Productividad industrial del agua	101
4.3	Centroamérica: Evolución de la disponibilidad total renovable de agua, por escenarios base, B2 y A2, 2000-2004 A 2100	112
4.4	Centroamérica: Disponibilidad per cápita de agua en 2005 y con Escenarios base, B2 y A2 en 2100	116
4.5	Centroamérica: Evolución de la demanda de agua con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100	118
4.6	Belize: Evolución de la demanda de agua con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100	120
4.7	Costa Rica: Evolución de la demanda de agua con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100	122
4.8	El Salvador: Evolución de la demanda de agua con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100	124
4.9	Guatemala: Evolución de la demanda de agua con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100	126
4.10	Honduras: Evolución de la demanda de agua con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100	128
4.11	Nicaragua: Evolución de la demanda de agua con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100	129
4.12	Panamá: Evolución de la demanda de agua con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100	131
4.13	Centroamérica: Evolución del índice de intensidad de uso del agua con escenarios base y B2, 2000-2100	134
4.14	Centroamérica: Evolución del índice de intensidad de uso del agua con escenarios base y a2, 2000 a 2100	136
5.1	Centroamérica: Índice de producción agropecuaria ante variaciones de temperatura	150
5.2	Centroamérica: Índice de producción agropecuaria ante variaciones de precipitación	150
5.3	Centroamérica: Índice de producción agrícola (cultivos) ante variaciones de temperatura	150
5.4	Centroamérica: Índice de producción agrícola (cultivos) ante variaciones de precipitación	150
5.5	Centroamérica: Índice de producción de cereales ante variaciones de temperatura	150
5.6	Centroamérica: Índice de producción de cereales ante variaciones de precipitación	150
5.7	Centroamérica: Índice de producción pecuaria ante variaciones de temperatura	151

5.8	Centroamérica: Impacto de cambios en precipitación y temperatura en la producción agropecuaria	151
5.9	Centroamérica: Impacto de cambios en precipitación y temperatura en la producción agrícola	152
5.10	Centroamérica: Impacto de cambios en precipitación y temperatura en la producción de cereales	152
5.11	Centroamérica: Variación de los rendimientos de maíz ante variaciones de temperatura	153
5.12	Centroamérica: Variación de los rendimientos de maíz ante variaciones de precipitación	154
5.13	Centroamérica: Variación del rendimiento del frijol ante variaciones de temperatura	154
5.14	Centroamérica: Variación del rendimiento del frijol ante variaciones de precipitación	155
5.15	Centroamérica: Variación del rendimiento del arroz ante variaciones de temperatura	155
5.16	Centroamérica: Variación del rendimiento del arroz ante variaciones de precipitación	156
5.17	Centroamérica: La evolución del índice agropecuario con escenarios B2 y A2 (con filtro Hodrick-Prescott), 2006-2100	157
5.18	Centroamérica: La evolución del índice agrícola con escenarios B2 y A2 (con filtro Hodrick-Prescott), 2006-2100	157
5.19	Centroamérica: La evolución del índice de cereales con escenarios B2 y A2 (con filtro Hodrick-Prescott), 2006-2100	158
5.20	Centroamérica: Evolución del índice pecuario con cambios de la temperatura máxima escenarios B2 Y A2 (Con filtro Hodrick-Prescott), 2006-2100	158
5.21	Centroamérica: Evolución de los rendimientos de maíz con cambio climático (escenarios B2 y A2), del 2006 al 2100	159
5.22	Centroamérica: Evolución de los rendimientos de frijol con cambio climático (escenarios B2 y A2), del 2006 al 2100	160
5.23	Centroamérica: Evolución de los rendimientos de arroz con cambio climático (escenarios B2 y A2), del 2006 al 2100	161
6.1	Centroamérica: Evolución del Índice de Biodiversidad Potencial bajo el escenario base (sin cambio climático), 2005 – 2100	174
6.2	Centroamérica: Evolución del Índice de Biodiversidad Potencial con cambio climático (escenarios B2 y A2), 2005 a 2100	176
6.3	Centroamérica: Evolución del Índice de Biodiversidad Potencial, escenarios base y con cambio climático (B2 y A2), 2005 a 2100	177
7.1	Continentes: Número de desastres reportados, 1900-2008	192
7.2	Océano Atlántico Norte: Número de huracanes, tormentas tropicales y subtropicales, 1878-2006	192
7.3	Océano Atlántico: Número de tormentas según duración (moderada y corta), 1878-2006	193
7.4	Océano Pacífico: Intensidad de ciclones y temperatura de la superficie del mar	194
7.5	Centroamérica: Distribución de los eventos extremos climáticos, 1931 a 2009	196
7.6	Centroamérica: Evolución temporal de los eventos extremos registrados, 1930 a 2009	197
7.7	Centroamérica: Número de inundaciones registradas en dos períodos, 1970-1989 y 1990-2009	197
7.8	Centroamérica: Número de tormentas tropicales y huracanes registrados en dos períodos, 1970-1989 y 1990-2009	198
7.9	Centroamérica: Evolución de número de personas afectadas por inundaciones, 1970-2009	204
7.10	Centroamérica: Evolución de número de personas afectadas por tormentas y huracanes, 1970 a 2009	205
7.11	Centroamérica: Costos económicos de 11 eventos hidrometeorológicos	207
8.1	Centroamérica: Oferta–demanda total de energía (1970–2007)	220
8.2	Centroamérica: Energía primaria 2008	222
8.3	Centroamérica: Evolución del consumo final y demanda por sector de hidrocarburos	224
8.4	Centroamérica: Generación de energía eléctrica por tipo de fuente, 2008	225
8.5	Centroamérica: Indicadores de consumo de energía per cápita, 2008	226
8.6	Centroamérica: Evolución de demanda de hidrocarburos con escenario base, 1970–2100	234

8.7	Centroamérica: Evolución de demanda de electricidad con escenario base, 1970 a 2100	235
8.8	Centroamérica: Generación de energía eléctrica, por tipo de tecnología con escenario base en 2100	237
10.1	Mundo: Estimación de los impactos a nivel global del cambio climático	259
10.2	Mundo: Costos pronosticados del cambio climático al año 2200	263
11.1	Centroamérica: Niveles de pobreza, 1990 a 2008	285
11.2	Centroamérica: Pobreza, PIB per cápita y tamaño de población, 2006	285
11.3	Centroamérica: Indicador de desigualdad, 1990 a 2008	286
11.4	Centroamérica y República Dominicana: Gasto social per cápita, 1990 A 2007	286
11.5	Centroamérica: Gasto total en educación, 2008	287
11.6	Centroamérica: Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB	313
12.1	Centroamérica: Emisiones de GEI por sector sin emisiones de cambio de uso de tierra, 2000	320
12.2	Centroamérica: Emisiones brutas de GEI por sector con cambio de uso de tierra, 2000	320
12.3	Centroamérica: Emisiones brutas de GEI por país con cambio de uso de tierra, 2000	320
12.4	Centroamérica: Emisiones netas de GEI por sector, 2000	321
12.5	Centroamérica: Emisiones netas de GEI por país, 2000	321
12.6	Centroamérica: Emisiones de GEI por sector, brutas y netas, 2000	322
12.7	Centroamérica: Intensidad energía/PIB, 2000	326
12.8	Centroamérica: Intensidad CO ₂ e (sin cambio de uso de tierra)/ energía, 2000	326
12.9	Centroamérica: Intensidad CO ₂ e (sin cambio de uso de tierra)/PIB, 2000	327
12.10	Centroamérica: Intensidad de CO ₂ e per cápita (sin cambio de uso de tierra), 2000	327
12.11	Centroamérica: Estructura porcentual de las emisiones de GEI por sector sin deforestación, 2000	335
12.12	Centroamérica: Estructura porcentual de las emisiones de GEI por país sin deforestación, 2000	335
12.13	Centroamérica: Estructura sectorial de las emisiones de GEI estimadas sin cambio de uso de tierra, 2030	337
12.14	Centroamérica: Estructura por país de las emisiones de GEI estimadas sin cambio de uso de tierra, 2030	337
12.15	Centroamérica: Estructura sectorial de las emisiones de GEI estimadas con cambio de uso de tierra, 2000 y 2030	338
12.16	Centroamérica: Modelaje inicial de una curva de costos marginales de reducción de emisiones GEI, 2030	339

ÍNDICE DE MAPAS

1.1	Centroamérica: Temperatura media, meses de enero, abril, julio y octubre, 1950 a 2000	16
1.2	Centroamérica: Precipitación, meses de enero, abril, julio y octubre, 1950 a 2006	18
1.3	Mesoamérica: Escenarios de temperatura, 2050 y 2080	21
1.4	Mesoamérica: Escenarios para precipitación 2050 y 2080	22
3.1	Centroamérica: Escenario de cambio en uso de la tierra, 2005 (base) y 2100 (tendencial)	74
3.2	Belice: Escenario de cambio en uso de la tierra, 2005 (base) y 2100 (tendencial)	76
3.3	Costa Rica: Escenario de cambio en uso de la tierra, 2005 (base) y 2100 (tendencial)	78
3.4	El Salvador: Escenario de cambio en uso de la tierra, 2005 (base) y 2100 (tendencial)	80
3.5	Guatemala: Escenario de cambio en uso de la tierra, 2005 (base) y 2100 (tendencial)	82
3.6	Honduras: Escenario de cambio en uso de la tierra, 2005 (base) y 2100 (tendencial)	84
3.7	Nicaragua: Escenario de cambio en uso de la tierra, 2005 (base) y 2100 (tendencial)	86
3.8	Panamá: Escenario de cambio en uso de la tierra, 2005 (base) y 2100 (tendencial)	89
4.1	Centroamérica: Red hídrica	95
4.2	Centroamérica: Cuencas hidrográficas	97
4.3	Centroamérica: Densidad de población	99
4.4	Centroamérica: Disponibilidad per cápita del agua para el escenario base y A2 referidos al índice de estrés hídrico, en 2050 y 2100	115
6.1	Centroamérica: Índice de Biodiversidad Potencial, 2005	173

6.2	Centroamérica: Evolución del Índice de Biodiversidad Potencial, 2005, escenarios base y con cambio climático (B2 y A2) en 2100	175
7.1	Centroamérica: Ubicación espacial de riesgos de los huracanes, 1977-2006	199
7.2	Centroamérica: Ubicación espacial de riesgos por deslizamientos	200
7.3	Centroamérica: Ubicación espacial de sequías, 1974-2004.....	201
7.4	Centroamérica: Ubicación espacial de incendios forestales, 1997 a 2008.....	202
7.5	Centroamérica: Riesgos para la población ante eventos extremos	210
9.1	Centroamérica: Ubicación de centros turísticos seleccionados	246

ÍNDICE DE RECUADROS

4.1	Supuestos para estimar el impacto del cambio climático en la demanda de agua municipal.....	106
5.1	Impactos de la temperatura en los rendimientos de granos básicos a nivel global	146
7.1	Esfuerzo reciente de estimar cambios en intensidad y frecuencia de huracanes	194
7.2	El Niño-Oscilación sur (ENOS)	203
7.3	La Niña	203
7.4	Nicaragua: Impacto del Huracán Félix en la Región Autónoma del Atlántico Norte (2007).....	208
7.5	El Salvador: Impacto por la baja presión asociada a la tormenta tropical Ida, 2009	209
7.6	Intensidad de huracanes y tormentas y su impacto en costos	214
8.1	Aspectos sobre emisiones vehiculares.....	228
8.2	Estrategia energética sustentable de Centroamérica 2020	238
10.1	El valor presente neto y la tasa de descuento	265
11. 1	Conceptos de vulnerabilidad, adaptación, sensibilidad y resiliencia.	283
11.2	Guatemala: Efectos del clima, su variabilidad y cambio climático sobre la salud humana.....	287
11. 3	Costa Rica: Efectos del clima, su variabilidad y cambio climático sobre la salud humana.....	289
12.1	Fuentes de información de Centroamérica.....	324
12.2	Comercio y cambio climático: Perspectivas para Centroamérica.....	345

PRÓLOGO

La evidencia científica muestra que el calentamiento global asociado al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de actividades antropogénicas está ocasionando cambios climáticos discernibles, como alza de la temperatura, modificación de los patrones de precipitación, reducción de los glaciares, elevación del nivel de mar y aumento de eventos extremos. Estos cambios representan una seria amenaza para las sociedades centroamericanas por sus múltiples impactos previstos en la producción, la infraestructura, los medios de vida, la salud, la seguridad y el debilitamiento de la capacidad del ambiente para proveer recursos y servicios vitales.

Aunque se estima que Centroamérica seguirá produciendo una mínima parte de las emisiones de GEI del planeta, ya es una de las regiones más vulnerables a sus consecuencias negativas. Las vulnerabilidades socioeconómicas históricas de Centroamérica se exacerban por su ubicación geoclimática en un istmo estrecho que sirve de puente entre dos continentes, situado entre dos sistemas oceánicos, el Pacífico y el Atlántico. La región es gravemente afectada por sequías, ciclones y el fenómeno El Niño-Oscilación Sur. El cambio climático está magnificando y ampliando estas vulnerabilidades sociales, económicas y ambientales e incidirá cada vez más en la evolución económica de la región, dado que los factores dependientes del clima son aportes significativos a las actividades económicas, como la agricultura. En términos fiscales constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas por generaciones.

Por otro lado, la región contiene valiosos acervos que requieren ser preservados y valorados por su contribución al desarrollo de las generaciones actuales y futuras, como sus ecosistemas y su biodiversidad abundante, que son proveedores de múltiples servicios. Estos ecosistemas se deterioran actualmente por el patrón de desarrollo insostenible y serán más afectados aún por el cambio climático. La población de la región, relativamente joven y con su diversidad cultural, étnica, lingüística y de estilos de vida, es un tesoro que requiere mayor reconocimiento e inversión para revalorar y desarrollar sus capacidades de respuesta.

Los Presidentes del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), en su Cumbre sobre el Cambio Climático realizada en mayo de 2008, establecieron mandatos a las instituciones nacionales y regionales para dar respuesta a este fenómeno, los cuales fueron reiterados en su Cumbre de junio de 2010. En el marco de esta iniciativa, se ejecuta el proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica”, el cual se lleva a cabo conjuntamente entre la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), los Ministros de Ambiente y Hacienda/Finanzas de los siete países de Centroamérica, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) del Sistema de Integración de Centroamérica (SICA) y la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA). Cuenta con el apoyo financiero del Ministerio para el Desarrollo Internacional (DFID) del Gobierno británico, y más recientemente de la Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA). Su finalidad es alertar a los actores clave en la toma de decisiones de la región sobre la urgencia de enfrentar el reto de cambio climático y propiciar un diálogo sobre opciones de políticas públicas y acciones nacionales y regionales, incluyendo la Estrategia Regional de Cambio Climático.

Para ello se analizan los impactos del cambio climático en diversos escenarios de emisiones y se estima su valor económico. Se exploran los costos de la inacción y los beneficios de potenciales respuestas, de acciones para la reducción de vulnerabilidad, la adaptación y una transición hacia una economía sostenible y baja en carbono.

Los resultados a la fecha sugieren que los impactos del cambio climático en Centroamérica en un escenario tendencial de altas emisiones (tipo A2) con uso intensivo de combustibles fósiles son significativos y crecientes, reconociendo las incertidumbres inherentes en este tipo de análisis. Se confirmaría la asimetría de que los países que menos han contribuido al problema sufren mayores impactos y tienen menos resiliencia. Se confirmaría también el planteamiento de que los costos de los impactos en este escenario de inacción global, particularmente de los grandes países emisores, serían más elevados que los de un escenario de emisiones más reducidas (tipo B2) y con un acuerdo internacional con responsabilidades compartidas pero diferenciadas, y que facilite a los países más vulnerables, como los centroamericanos, implementar medidas de adaptación y mitigación en un marco de desarrollo sostenible e incluyente. El reto de adaptación es altamente preocupante porque exige redoblar esfuerzos para reducir la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental, y aumentar la capacidad adaptativa de las sociedades y ecosistemas conexos.

Los resultados confirman que el cambio climático es la mayor falla del mercado jamás vista por no internalizar el valor del clima como bien público global y por no registrar adecuadamente los impactos sociales y los servicios ambientales. Esto implica que, además de una valorización económica de estas externalidades, se requiere tomar decisiones éticas respecto al valor que asignamos a las necesidades de futuras generaciones y a los ecosistemas que nos prestan múltiples servicios ambientales, los cuales perderemos antes de que el mercado nos dé las señales requeridas para su adecuado manejo. Debido a que es una falla de mercado, el cambio climático no puede ser tratado como responsabilidad exclusiva de las instituciones ambientales, sino también como un problema social y económico central y transversal con serias implicaciones fiscales. Desde la óptica económica es más rentable actuar ahora que dejar el problema a las generaciones futuras.

El cambio climático presenta una serie de desafíos que tienen que enfrentarse a través del aporte de diversos actores, incluyendo el sector público, el sector privado, la ciudadanía y sus organizaciones civiles, el sector académico, las instituciones de integración y la comunidad internacional. Para estos efectos, el fortalecimiento de capacidades nacionales y regionales ha sido identificado como prioridad por los socios del proyecto. El presente Reporte técnico tiene la finalidad de contribuir a las actividades de capacitación y discusión técnica requeridas. Las instituciones socias del proyecto reiteran su compromiso de seguir profundizando este trabajo conjunto para desarrollar el conocimiento y las capacidades necesarias para que todos los actores puedan tomar decisiones más informadas para reducir vulnerabilidades, mejorar la adaptación al cambio climático y encaminar las economías a sendas sostenibles y bajas en carbono.

Alicia Bárcena

Secretaria Ejecutiva

Comisión Económica para América Latina
y el Caribe (CEPAL)

Luis Alberto Ferraté

Ministro

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de
Guatemala y Presidente Pro Témpore de la
Comisión Centroamericana de Ambiente y
Desarrollo (CCAD)

MENSAJES CLAVE

El cuarto reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático encuentra que las concentraciones GEI y los aerosoles han aumentado considerablemente por efecto de las actividades humanas desde el año 1750. El aumento de las concentraciones de dióxido de carbono (CO_2) se debe principalmente al uso de combustibles de origen fósil, con una aportación menor aunque perceptible de los cambios de uso de la tierra. Es probable que el incremento de la concentración de metano (CH_4) se deba predominantemente a la agricultura y al uso de combustibles de origen fósil. El alza de la concentración de óxido nitroso (N_2O) se debe principalmente a las actividades agrícolas. La evidencia científica muestra que el calentamiento global asociado al aumento de emisiones de GEI provenientes de actividades antropogénicas está ocasionando cambios climáticos discernibles, como aumento de la temperatura, modificación de los patrones de precipitación, reducción de la criósfera, elevación del nivel de mar y modificación de los patrones de eventos climáticos extremos. Existe 90% de seguridad de que el calentamiento global del siglo XX se debe al incremento de las concentraciones de estos GEI de origen antropogénicas (IPCC, 2007a).

Las vulnerabilidades socioeconómicas de Centroamérica se exacerban por su ubicación geoclimática en un istmo estrecho que sirve de puente entre dos continentes, situado entre dos sistemas oceánicos, el Pacífico y el Atlántico, con sus correspondientes procesos climáticos. La región es gravemente afectada por sequías, ciclones y el fenómeno El Niño-Oscilación Sur (ENOS). En las últimas tres décadas, la precipitación pluvial muestra una tendencia a disminuir, sobre todo en la región oeste del istmo, y se registra un aumento de la temperatura entre $0,7^\circ\text{C}$ y 1°C . Dado que los factores dependientes del clima son aportes significativos a las actividades económicas, como la agricultura, los cambios climáticos incidirán cada vez más en la evolución económica de la región durante el presente siglo.

Por otro lado, la región contiene valiosos acervos a ser preservados por su contribución al desarrollo de las generaciones actuales y futuras, como sus ecosistemas de biodiversidad abundante, bosques, corales y manglares, entre otros, proveedores de múltiples servicios a la población. Estos ecosistemas menguan y algunos ya están severamente degradados por el actual patrón de desarrollo insostenible, y serán más afectados aún por el cambio climático. La población joven y la diversidad cultural, étnica, lingüística y de estilos de vida de la región son tesoros que requieren inversión para desarrollar sus capacidades. Los conocimientos locales y de los pueblos indígenas deben ser valorizados.

La evaluación del impacto económico del cambio climático es objeto de intenso debate, cuyo desarrollo utiliza diversos métodos y técnicas (Nordhaus y Boyer, 2000 y Stern, 2007). Cada método supone ventajas y sesgos, y no es posible elegir uno superior en todos sus aspectos. El objetivo del proyecto “La Economía del Cambio Climático en Centroamérica” es realizar una evaluación económica del impacto del cambio climático en Centroamérica con diferentes escenarios de desarrollo y trayectorias de emisiones, frente a los costos y beneficios de potenciales respuestas de inacción (*business as usual*) y de opciones de políticas públicas de adaptación y mitigación para

prevenir, reducir o minimizar los impactos negativos. El proyecto es realizado por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), los Ministerios de Ambiente y Hacienda/Finanzas de los siete países de Centroamérica, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) del Sistema de Integración de Centroamérica (SICA) y la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA), con financiamiento del Gobierno Británico (DFID) y más recientemente de la Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA).

La metodología del estudio parte de la definición de una trayectoria tendencial o base de las actividades económicas, sin incluir los impactos del cambio climático (*business as usual*), proyectando trayectorias de crecimiento sectoriales y de la economía en conjunto, y de otros factores claves como son la población, el cambio de uso de tierra, y el consumo de agua y de energía. A continuación se evalúan los impactos en ámbitos clave como rendimientos agrícolas y disponibilidad y demanda del agua, cuyos costos son estimados para establecer trayectorias afectadas por el cambio climático. Las diferencias entre ambas trayectorias, actualizadas en función de la tasa de descuento elegida, representan las consecuencias económicas del cambio climático. Se asume que los procesos de adaptación modificarán significativamente el resultado final y que algunos de los impactos más relevantes no tienen un valor económico directo.

Los escenarios climáticos del proyecto estiman cambios de temperatura y precipitación, usando escenarios y modelos climáticos recomendados por el IPCC.¹ En un escenario de emisiones inferior a la tendencia actual al año 2100 (Escenario B2 del IPCC), la temperatura aumentaría de 2,2 °C a 2,7 °C con variaciones por país, con un promedio regional de 2,5 °C respecto al promedio de 1980-2000. En el escenario A2, que mantiene la tendencia actual de emisiones crecientes, la temperatura podría aumentar entre 3,6 °C y 4,7 °C con variaciones por país, con un promedio regional de 4,2 °C.

La trayectoria esperada de los niveles de precipitación es más incierta. En el escenario de emisiones globales B2 al año 2100, la precipitación disminuiría 3% en Panamá, 7% en Guatemala, entre 10% y 13% en Costa Rica, Belice, El Salvador y Honduras, y 17% en Nicaragua. Para la región la reducción promedio sería 11%. El escenario A2 al 2100 sugiere una disminución de la precipitación de 18% en Panamá, 35% en Nicaragua y entre 27% y 32% en Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras. Para la región se espera una reducción promedio de 28%.

Tomando en cuenta estos resultados climáticos y escenarios tendenciales de crecimiento económico, demográfico y de cambio de uso de tierra, se realizaron estudios de sectores y ámbitos sensibles al cambio climático. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Eventos extremos. En Centroamérica se han registrado 259 eventos extremos mayores asociados a fenómenos climáticos entre 1930 y 2009. Ha habido múltiples eventos de menor escala cuyos efectos acumulativos no se han evaluado. Los eventos más recurrentes son inundaciones, tormentas, deslizamientos y aluviones, seguidos por sequías, 85% y 10% de los eventos totales registrados. Los desastres con mayor impacto medido son los asociados a ciclones tropicales, cuya ocurrencia se acentúa en la costa atlántica. En las tres últimas décadas los desastres registran un crecimiento anual estimado de 5% respecto a la década de los setenta. Hay consenso de que el aumento de la intensidad de los huracanes y las tormentas está asociado al cambio climático, y que

¹ El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) ha establecido cuatro familias de escenarios de vías de desarrollo, y por ende, las emisiones de GEI. Para el presente estudio se recomendó utilizar los escenarios A2 y B2 y cuatro modelos de circulación general, de los cuales se utilizaron tres para el promedio reportado. Véase capítulo 2 para mayor información.

ésta podrá aumentar entre 5% y 10% durante este siglo respecto a las últimas cuatro décadas. Si se confirma que el incremento de la frecuencia de estos eventos en las últimas décadas también es atribuible al cambio climático, se tendrán que incluir los costos relacionados con su frecuencia así como con su intensidad.

Recursos hídricos. Centroamérica es una región privilegiada en disponibilidad de agua, pero su distribución entre países, regiones y en las vertientes del Pacífico y del Atlántico es muy desigual, con grandes variaciones intra e interanuales. Esta situación, relacionada con la precipitación, genera alternativamente inundaciones y períodos de sequía severa. Con el aumento de la población, la demanda de agua podría crecer casi 300% al año 2050 y más de 1600% al 2100 en un escenario tendencial sin medidas de ahorro y sin cambio climático. Con cambio climático, la demanda podría aumentar 20% más que en este escenario base en B2 y 24% más en A2. La disponibilidad total del agua renovable podrá bajar 35% con B2 en relación con la disponibilidad actual y 63% con A2 a 2100. En estos escenarios, El Salvador sería el más afectado, seguido por Honduras y Nicaragua. La combinación de cambios en demanda y disponibilidad con cambio climático genera una posible intensidad de uso del agua en 2100 de 36% para la región en un escenario sin cambio climático, y de 140% con B2 y más de 370% con A2 si no se toman medidas de adaptación y ahorro. Este nivel sería muy superior al umbral de 20%, internacionalmente aceptado como crítico para el estrés hídrico, y similar a Egipto y algunos países de la península arábiga en la actualidad.

Sector agropecuario. Este sector es un motor de la economía de la región, representando 18% del PIB total incluyendo la agroindustria, y será uno de los sectores más afectados por el cambio climático. Según las estimaciones iniciales a nivel agregado para la región, que no incluyen el efecto de medidas de adaptación, con el escenario con cambio climático A2 a 2100 el índice agropecuario arrojaría una reducción de aproximadamente 9%, siendo particularmente afectado el índice pecuario con una caída de 13%. La producción de maíz tendería a crecer en el corto plazo, con rendimientos ligeramente mayores a 2 toneladas por hectárea, pero luego decrecería, hasta llegar posiblemente a 1,4 toneladas por hectárea cerca de 2100. El rendimiento promedio de frijol podrá declinar de más de 0,7 a menos de 0,1 toneladas por hectárea el año 2100. La producción de arroz tenderá a caer del promedio histórico de 3,5 toneladas por hectárea a entre 2 y 1 toneladas por hectárea. (Existen análisis adicionales a nivel nacional que reportan diversos resultados.)

Biodiversidad. Centroamérica contiene el 7% de la biodiversidad del planeta y una gran diversidad geológica, geográfica, climática y biótica. En el escenario de cambio de uso de tierra tendencial (sin cambio climático), el Índice de Biodiversidad Potencial (IBP) bajará aproximadamente 13% durante este siglo, sobre todo en el período hasta 2050. Con el cambio climático, en los escenarios B2 y A2, el IBP disminuiría 33% y 58% a 2100 respectivamente. Los países más afectados serían Guatemala, Nicaragua, El Salvador y Honduras con reducciones entre 75% y 70% del IBP en el escenario A2.²

Las conclusiones globales del estudio “La Economía del Cambio Climático en Centroamérica” son:

El cambio climático es una seria amenaza para las sociedades centroamericanas por sus múltiples impactos previstos en la población y en los sectores productivos. En términos fiscales constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas por varias generaciones. Se estima que Centroamérica produce una muy mínima parte de las emisiones GEI globales

² El IBP incluye especies y ecosistemas y hace inferencia sobre la probabilidad de encontrar mayor diversidad en función de una serie de variables relevantes. Por tanto, no necesariamente coincide con el número de especies y ecosistemas actualmente reportados.

(estimada en menos de 0.3% de las emisiones sin cambio de uso de tierra y menos de 0.8% de las emisiones brutas totales³), pero ya es una de las regiones más vulnerables a los embates del cambio climático. Los impactos económicos sobre Centroamérica son ciertamente significativos, a pesar de las incertidumbres por la interacción entre las variables económicas, las condiciones del clima y los aspectos sociales, políticos y culturales.

El cambio climático podrá afectar todos los sectores económicos y sociales directa o indirectamente. Los costos presentados en esta publicación son iniciales y asociados a los impactos analizados en el sector agrícola, recursos hídricos (disponibilidad y consumo municipal y agrícola), biodiversidad (costos registrados económicamente e impacto indirecto en agricultura) y aumento de intensidad de huracanes, tormentas e inundaciones (no incluyendo aumento en su frecuencia y otros tipos de eventos extremos). Entonces, los cálculos representan una visión conservadora e inicial de los costos completos del impacto económico. Con los resultados de los otros estudios programados en el proyecto, se ampliará este estimado inicial. En este reporte se incluyen capítulos que presentan un escenario futuro tendencial de demanda y consumo de energía y estimaciones iniciales de cambios de temperatura en las principales zonas turísticas a 2020 y 2050.

El estimado inicial del costo medible acumulado a 2100 con A2, basado en los impactos en sector agrícola, recursos hídricos, biodiversidad, huracanes, tormentas e inundaciones, equivale a 73 mil millones de dólares corrientes o 52 mil millones de dólares a precios de 2002, aproximadamente 54% del PIB regional de 2008 a VPN y tasa de descuento de 0,5%. (Con una tasa de descuento de 4% el valor equivalente es de 9% del PIB regional de 2008 a VPN, evidenciando la importancia de la tasa utilizada.) El costo acumulado en el escenario B2 al 2100 equivale a 44 mil millones de dólares corrientes y 31 mil millones de dólares a precios del 2002, aproximadamente 32% del PIB de 2008 a tasa de descuento 0,5%. (Con una tasa de descuento de 4% el valor equivalente es de 6% del PIB regional de 2008 a VPN.) Esto equivale a 60% del valor estimado en el escenario A2 a dólares corrientes. Es importante resaltar que el mayor aumento de costos ocurriría en la segunda mitad del siglo, cuando los efectos de las emisiones serían mayores y en general los costos serían bastante elevados al finalizar el siglo en un escenario de inacción.

A nivel de sectores los costos asociados a la producción agrícola aumentarán de manera acelerada a partir del año 2070, especialmente con A2 y una tasa de descuento de 0,5%. Según el análisis inicial del sector hídrico, los impactos en costos se mantendrán relativamente bajos hasta el 2030, y comenzarán a ser altos a partir de 2070, con efectos negativos para todos los países. El costo de los impactos en la biodiversidad, medida por el IBP, crece de manera exponencial a partir del año 2050, con mayor peso de los costos agropecuarios indirectos. Los eventos extremos también muestran un crecimiento acelerado a partir del año 2050, indicando que un aumento de la temperatura se traducirá en una mayor intensidad de este tipo de fenómenos, con mayores costos para los países.

Los impactos del cambio climático en Centroamérica en un escenario de emisiones crecientes e inacción global tipo A2 son significativos y crecientes, con cierto grado de heterogeneidad por países. Se confirmaría la asimetría de que los países desarrollados que más han contaminado sufren menos impactos y tienen los recursos para adaptarse. En cambio, los países que menos han contribuido al problema sufren mayores impactos y tienen menos resiliencia. Se confirma también el planteamiento de que los costos de los impactos en un escenario de inacción global, particularmente de los países emisores grandes, serían más elevados que los de un escenario con un acuerdo internacional equitativo

³ Estimaciones basadas en los inventarios nacionales de 2000 y cifras globales del IPCC (2007d), y en la base de datos CAIT del *World Resources Institute*. Es importante notar la alta incertidumbre relacionada con las emisiones de cambio de uso de tierra.

e incluyente que lograra reducir significativamente las emisiones. Tendría que ser un acuerdo con responsabilidades compartidas pero diferenciadas entre los países, que facilite a los países más expuestos tomar medidas de adaptación y mitigación en un marco de desarrollo sostenible.

Desde la óptica económica es más rentable actuar ahora que dejar el problema a las generaciones futuras, además de las consideraciones éticas de esta posición. Los resultados confirman que el cambio climático es el mayor fracaso del mercado jamás visto por no internalizar el valor del clima como bien público global y no registrar adecuadamente los impactos sociales y en los servicios ambientales. Esto implica que, más allá de la valorización económica, se requiere tomar decisiones éticas respecto a las inequidades intrageneracionales adicionales y a como valorizar las necesidades de futuras generaciones y de los ecosistemas, que nos prestan múltiples servicios ambientales, los cuales perderemos antes de que el mercado nos de señales que pudieran incentivar su adecuado manejo.

El reto de adaptación para Centroamérica es altamente preocupante porque exige redoblar esfuerzos para reducir la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental, y aumentar la resiliencia y la capacidad adaptativa de las sociedades, poblaciones específicas y ecosistemas conexos. Debe admitirse asimismo que habrá límites a la adaptación, con pérdidas y daños no reparables aun si hubiera financiamiento abundante, especialmente en el escenario de inacción con una economía mundial alta en carbono.

Las sociedades centroamericanas necesitan evitar estrategias *ad hoc* de lógica inercial que podrían resolver urgencias pero profundizarían los riesgos. En esta lógica el cambio climático puede considerarse importante pero no atendible a fondo dadas las restricciones presupuestarias profundizadas por la actual recesión global y las presiones de las urgencias sociales y económicas que podrían enfrentarse convencionalmente. En las negociaciones internacionales hay una tendencia a separar las medidas de adaptación de las de mitigación. Esta solución puede ser impráctica para países con recursos fiscales y de inversión limitados.

Más recomendable sería lograr acuerdos nacionales, regionales e internacionales para impulsar **estrategias adaptativas sustentables** que integren las acciones de reducción de vulnerabilidades con las de adaptación y las medidas de transición a economías más sostenibles y bajas en carbono. Esto incluye acciones de mitigación diseñadas para generar cobeneficios de adaptación en un conjunto de instrumentos encaminados al desarrollo sostenible y equitativo. En este escenario la actual recesión económica global y los riesgos de cambio climático serían convertidos en oportunidad para revisar a profundidad la especialización productiva de las economías. Esto incluiría sus formas de inserción en los mercados regional y global, los vínculos entre sus patrones energéticos y las externalidades negativas por emisiones contaminantes y GEI, pérdidas de salud pública y de cosechas, debilidades de la infraestructura rural y urbana, degradación de ecosistemas y pérdida de sus servicios que se traducen en costos sociales y ambientales crecientes.

Las políticas públicas adaptativas sustentables podrían diseñarse *ex ante* en forma “empaquetada” y coherente, a partir de sinergias intra e intersectoriales en grandes bloques de políticas, con objetivos sectoriales y territoriales explícitos. En este sentido, los resultados obtenidos por el proyecto sugieren la conveniencia de explorar ejes de opciones de políticas agrupados de la siguiente forma:

- Adaptación de la población humana con políticas de reducción de la pobreza y la desigualdad, incluyendo los ejes de seguridad alimentaria, gestión integral de recursos hídricos y reducción de impactos de eventos extremos con ordenamiento territorial.

- Transición a economías sostenibles, bajas en carbono y eficientes en el uso de recursos naturales, introduciendo cambios estructurales y tecnológicos en torno a los ejes de seguridad y eficiencia energética, gestión integral de recursos hídricos y reducción de la deforestación.
- Protección de los ecosistemas naturales, especialmente los bosques, para mejorar su propia adaptación y asegurar su provisión perdurable de servicios ambientales a los seres humanos, como un eje clave de transición hacia economías más sostenibles y para la adaptación.
- Medidas previsoras y proactivas de política fiscal y financiamiento como eje transversal, creando incentivos correctos para la transición económica y la adaptación.
- Apalancamiento de las oportunidades de integración centroamericana, particularmente crítico para la gestión de recursos hídricos, la seguridad alimentaria y energética, la competitividad, el comercio y las negociaciones internacionales.

Las sociedades centroamericanas necesitan volverse audaces gestoras del recurso hídrico, asegurando su uso sostenible y eficiente para beneficio de la población y la producción. Blindar la seguridad alimentaria ante el cambio climático, particularmente de granos básicos, y transitar hacia una agricultura más sostenible es un gran reto, pero necesario para proteger a la población pobre, tanto pequeños productores como consumidores urbanos. La protección de los ecosistemas naturales y su biodiversidad, incluyendo bosques, sistemas montañosos y fluviales, zonas costero-marinas, incluyendo corales y manglares, es vital para mantener los múltiples servicios que éstos proporcionan a la población humana y otros seres vivos. Un elemento esencial de adaptación al cambio climático y la transición a economías bajas en carbono es el cambio tecnológico, entendido como acceso a tecnologías modernas y rescate de conocimientos y tecnologías tradicionales y locales, particularmente de los pueblos indígenas y comunidades campesinas. La región ha desarrollado una seria dependencia de fuentes energéticas importadas y de origen fósil altamente contaminantes. El tránsito a una matriz energética basada en fuentes renovables locales mejoraría la seguridad energética, ahorraría divisas y reduciría los impactos negativos de los combustibles fósiles en la salud humana y las emisiones GEI y necesita ser diseñado para minimizar impactos ambientales negativos y beneficiar a la población que vive en pobreza.

Las ventajas y desventajas de estas opciones de respuesta pueden variar entre países y dependen de los acuerdos internacionales por establecerse. Precisamente por este contexto variable y por tratarse de escenarios futuros a largo plazo que integran diversas “capas” de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas.

Es urgente hacer frente al desafío del cambio climático en forma proactiva. De otro modo las generaciones futuras cargarán un costo muy elevado para mitigarlo y adaptarse a él. El presente estudio demuestra que el valor presente del costo de los impactos del cambio climático resultará demasiado alto a la postre si no tomamos medidas ambiciosas e inmediatas. Debido a que es una falla de mercado, el cambio climático no puede ser tratado como responsabilidad exclusiva de las instituciones ambientales, sino como problema económico central y transversal con serias implicaciones fiscales.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa una seria amenaza para las sociedades centroamericanas por sus múltiples impactos previsibles en la población y en los sectores productivos. En términos fiscales constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas por generaciones. Aunque se estima que para 2030 Centroamérica seguirá produciendo una parte muy mínima parte de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, ya es una de las regiones más vulnerables a sus consecuencias. El incremento de la temperatura atmosférica, la reducción y la inestabilidad del régimen de lluvias y el aumento de la temperatura y el nivel del mar, aunados a la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos —como sequías y huracanes— impactarán la producción, la infraestructura, los medios de vida, la salud y la seguridad de la población, además de que debilitarán la capacidad del ambiente para proveer recursos y servicios vitales.

Los presidentes del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), en su Cumbre sobre el Cambio Climático en mayo de 2008, establecieron una serie de mandatos a sus instituciones nacionales y regionales sobre la respuesta al cambio climático, ratificados en su Cumbre de junio de 2010. En el marco de esta iniciativa y en consulta con los ministros del ramo, la CEPAL y el Comité Técnico de Cambio Climático de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) prepararon el proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica.

El proyecto fue aprobado por los ministerios e inició en enero de 2009 con financiamiento del Ministerio para el Desarrollo Internacional (DFID) del gobierno británico y más recientemente de la Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA). Su finalidad es alertar a los tomadores de decisiones y actores clave de la región sobre la urgencia de enfrentar el reto de cambio climático y propiciar un diálogo sobre opciones de políticas y acciones nacionales y regionales. Su objetivo específico es realizar una evaluación económica del impacto del cambio climático en Centroamérica en diversos escenarios de desarrollo y trayectorias de emisiones, frente a los costos y beneficios de potenciales respuestas de inacción (business as usual), opciones de reducción de vulnerabilidad, adaptación y transición hacia una economía sostenible y baja en carbono.

El Comité Directivo del proyecto está constituido por los ministros de Ambiente y Hacienda/Finanzas de los siete países de Centroamérica y cuenta con un Comité Técnico Regional con delegados de dichos ministerios, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) del Sistema de Integración de Centroamérica (SICA) y la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA); la Sede Subregional de la CEPAL en México funge como Unidad Coordinadora del Proyecto. La iniciativa se coordina con varias divisiones de la CEPAL, especialmente la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos (DDSAH) y la División de Población (CELADE).

El proyecto es parte de una red global de estudios nacionales y regionales sobre la economía del cambio climático y tomó como punto de referencia el Informe Stern (2007), que realizó una valorización económica del fenómeno a nivel global y alertó que los costos de inacción son más elevados que los de las medidas proactivas y tempranas para mitigar las emisiones. Esta red, que incluye expertos de la región y miembros del Panel Intergubernamental de Cambio Climático

(IPCC), ha formulado orientaciones metodológicas para adecuar el análisis a las escalas y a la situación de países en vías de desarrollo.

El estudio establece un escenario macroeconómico tendencial sin cambio climático contra el cual se mide el costo del fenómeno. Se utiliza un análisis de impactos “abajo hacia arriba”, analizando sectores y ámbitos clave como la agricultura, los recursos hídricos, los eventos extremos y la biodiversidad, para después hacer una valorización económica en función del PIB. Se exploran más ampliamente los retos y las opciones de adaptación y desarrollo de economías baja en carbono. Se adopta un escenario futuro al año 2100, con cortes a 2020, 2030, 2050 y 2070 para estimar impactos y costos, manteniendo una perspectiva de largo plazo para evidenciar el crecimiento de los riesgos en el tiempo, particularmente en la segunda mitad del presente siglo, considerando las limitaciones de series de datos históricos. Para opciones de mitigación se adopta a un marco temporal hacia 2030 por la incertidumbre sobre cambios tecnológicos, con cortes a 2010 y 2020. Finalmente, se acuerda un enfoque común para la utilización de tasas de descuento, lo cual se detalla en la sección sobre la valorización económica. Debe advertirse que prevalece un alto nivel de incertidumbre por tratarse de escenarios a muy largo plazo, y por la integración de diversas “capas” de análisis, como son los escenarios climáticos y macroeconómicos tendenciales, los estudios de impactos en diversos ámbitos y su valorización económica. En este sentido, los resultados deben ser considerados en función de sus tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas. Igualmente, hay retos metodológicos en los diversos ámbitos. Más adelante habrá que explorar la influencia de los cambios en un ámbito sobre el resto.

Desde enero de 2009 se han desarrollado los siguientes componentes del proyecto: Escenarios climáticos, Escenarios base macroeconómicos y demográficos, Cambio de uso de tierra, Recursos hídricos, Agricultura, Biodiversidad, Eventos extremos, Energía, Valorización económica de impactos (etapa inicial), Pobreza y adaptación (etapa inicial), Escenarios de emisiones y oportunidades/costos de reducciones, Opciones de políticas (etapa inicial). Actualmente están en proceso estudios sobre ecosistemas/bosques y sequía, este último en colaboración con el Mecanismo Mundial de la Convención de Naciones Unidas contra la Desertificación y la Degradación.

En función de los mandatos de los ministros de Ambiente el proyecto proseguirá la evaluación de los impactos del cambio climático en salud, pobreza y poblaciones vulnerables, zonas marino-costeras, opciones de adaptación, reducción de emisiones y transición a economías bajas en carbono y sus potenciales costos, implicaciones fiscales y mecanismos de financiamiento, y fortalecimiento de capacidades. Es importante observar que las ventajas y desventajas de diversas opciones de política pueden variar entre países y dependen de acuerdos internacionales aún por establecerse. Por este contexto variable e incierto, el proyecto busca proporcionar un análisis diverso, no necesariamente vinculado a la posición de algún país en particular. El proceso consultivo con los socios institucionales principales se ampliará con actividades de divulgación y discusión de los resultados y de fortalecimiento de capacidades técnicas en los próximos años.

Este Reporte técnico presenta los análisis hechos durante los primeros dos años de trabajo. Es una ampliación técnica de la Síntesis publicada en 2010 y contiene esta introducción, los mensajes clave y capítulos que resumen las metodologías, los resultados y recomendaciones iniciales de los diversos estudios. Fue preparado por la Unidad Coordinadora del Proyecto (UCP) y revisado por el Comité Técnico Regional (CTR). Esta publicación apoyará los procesos de fortalecimiento de capacidades técnicas de la región. Es importante seguir desarrollando las metodologías de análisis del cambio climático por la complejidad multisectorial y multidisciplinaria y las incertidumbres presentes en las prospectivas futuras y los análisis climáticos.