



**INFORME DE FACTIBILIDAD  
ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA**

---

Este informe fue realizado 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), dentro del Proyecto “La Economía del Cambio Climático en Centroamérica (Fase I)”.

Este documento se sometió a revisión editorial externa.



## ÍNDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
PRESENTACIÓN.....	5
INTRODUCCIÓN .....	7
I.    ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	11
1.    Efectos del cambio climático a escala global .....	11
2.    Proyecciones climáticas a escala global .....	12
3.    Proyecciones climáticas a escala regional .....	16
II.   DISPONIBILIDAD DE DATOS Y ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA.....	19
1.    Datos hidrometeorológicos .....	19
2.    Estudios nacionales y regionales .....	20
3.    Bases de datos y estudios de organismos internacionales .....	21
4.    Lista de contactos institucionales .....	22
III.  RESULTADOS DE ESTUDIOS PARA CENTROAMÉRICA.....	23
1.    Efectos del cambio climático en Centroamérica.....	23
2.    Generación de escenarios climáticos .....	24
3.    Impactos observados y esperados en Centroamérica.....	30
IV.  UTILIZACIÓN DE MODELOS DE EVALUACIÓN INTEGRADA .....	35
1.    Generalidades.....	35
2.    Tratamiento de la incertidumbre.....	37
3.    Escenarios de clima y funciones de impacto en los MEI .....	38
4.    Adaptación .....	39
5.    Regiones y sectores.....	40
6.    Conclusiones.....	43

	<u>Página</u>
V. ASPECTOS INSTITUCIONALES DE LA GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA.....	45
1. Nivel nacional.....	45
2. Nivel centroamericano.....	47
VI. POBREZA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA.....	51
VII. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO “LA ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA”.....	55
1. Objetivo general del proyecto.....	56
2. Objetivos específicos.....	56
3. Actividades propuestas.....	56
4. Estrategia de divulgación.....	58
VIII. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA.....	61
1. Viabilidad analítica e institucional.....	61
2. Beneficios esperados del proyecto.....	62
3. Criterios y prioridades establecidos por los países centroamericanos para la elaboración del proyecto.....	64
4. Riesgos en la ejecución del proyecto.....	64
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	61
Anexos:	
I Listado de documentos nacionales y regionales sobre cambio climático en Centroamérica.....	79
II Listado de documentos de Organismos del Sistema de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en Centroamérica.....	103
III Listado de contactos institucionales en Centroamérica.....	107
IV Eventos extremos naturales en Centroamérica evaluados con la metodología de CEPAL, 1972-2007.....	117

## ÍNDICE DE CUADROS

		<u>Página</u>
<u>Cuadros</u>		
1	Cambios proyectados en temperatura y precipitación para Centroamérica, 2020, 2050 y 2080.....	25
2	Cambios en temperatura y el nivel del mar, escenarios A2 y B2, 2050 2065 y 2100 .....	29
3	Sectores incluidos en los modelos MEI considerados.....	42
4	Marco institucional del cambio climático .....	46

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<u>Gráficos</u>		
1	Escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero y rangos de las proyecciones de la temperatura de superficie .....	14
2	Variaciones de la temperatura en el período 2001 a 2100 para Centroamérica relativo a 1901-2005 .....	24
3	Escenarios para Mesoamérica, temperatura, 2050 y 2080 .....	27
4	Escenarios para Mesoamérica, precipitación, 2050 y 2080.....	28
5	Precipitación media anual, histórico y horizontes 2020, 2050, 2100, Escenario A2 .....	29
6	Impacto de la contaminación atmosférica global .....	36
7	Pobreza en Centroamérica, 1990-2004.....	52
8	Pobreza, per cápita PIB y tamaño de población, 2006 .....	52
9	Evaluación global de factibilidad .....	62

## ÍNDICE DE RECUADROS

1	Lineamientos de la Estrategia Regional de Cambio Climático .....	49
---	--	----



## RESUMEN EJECUTIVO

El cambio climático representa una seria amenaza para las sociedades centroamericanas y un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas de sus gobiernos por varias generaciones. En 2007 los presidentes del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) hicieron un llamado a sus instituciones nacionales y regionales para desarrollar una estrategia que permita enfrentar el reto del cambio climático. En mayo de 2008, se llevó a cabo la Cumbre Presidencial Centroamericana sobre el Cambio Climático en San Pedro Sula, Honduras, donde se aprobaron los lineamientos para desarrollar dicha estrategia.

En el marco de este esfuerzo, las autoridades de medio ambiente de los países centroamericanos y su Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), por una parte, y la Sede Subregional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), por otra, decidieron llevar a cabo el proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica”, con el apoyo del gobierno del Reino Unido, con lo que se inició una primera fase de factibilidad, cuyos productos finales son este Informe de factibilidad y el Documento del proyecto.

En la elaboración de los trabajos relacionados con el Estudio de factibilidad del proyecto, correspondiente a su Fase I, se constató que todos los países de Centroamérica han generado un importante acervo de datos útiles para validar los modelos globales y establecer proyecciones del cambio climático. También hay un creciente número de estudios que analizan la

vulnerabilidad, la adaptación y la mitigación del cambio climático en Centroamérica.

Los servicios meteorológicos de todos los países de Centroamérica cuentan con estaciones meteorológicas e hidrométricas que generan datos en series de tiempo muy amplias, aunque algunas veces, incompletas. Esta limitación se ha superado mediante el acceso a bases de datos públicos y de buena calidad, gracias al esfuerzo de los servicios meteorológicos de los países, del mismo Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), y de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) entre otros. En consecuencia, se dispone de bases de datos climáticos suficientes para el análisis del clima regional, incluyendo la aplicación de métodos estadísticos de reducción de escala.

En el tema de mitigación del cambio climático, se lograron documentar 25 estudios de país y cinco regionales, la mayoría relacionados con el tema forestal, los recursos hídricos, la generación de energía eléctrica y la agricultura. En vulnerabilidad y adaptación, se detectaron 48 estudios de país y ocho regionales, la mayoría concernientes a los impactos esperados del cambio climático sobre la agricultura, los recursos hídricos y la salud, así como formas para disminuir su impacto y estrategias de adaptación locales.

Sumado al esfuerzo de los países, la Sede Subregional de la (CEPAL) en México ha acumulado una extensa información estadística de los países centroamericanos, producto de más de 50 años de cooperación técnica con esta región. De forma similar, la misma sede subregional ha elaborado un

número importante de estudios relacionados con impactos climáticos, en los sectores de energía, desastres y agrícola. En esa línea, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial (BM) también han llevado a cabo un número significativo de estudios.

Entre los estudios referidos a Centroamérica, cabe mencionar el realizado por el Grupo de Trabajo I (WGI) del IPCC, que muestra proyecciones por temperatura y precipitación para el escenario A1B, según el cual, la media anual de temperatura sufrirá un aumento entre el periodo de 1980 a 1999, y el de 2080 a 2099, que oscilará entre 1,8° C y 5° C. El promedio de los modelos regionales sugiere una disminución de las precipitaciones en la mayor parte del Istmo Centroamericano, donde se espera que la anomalía de la media anual de precipitación sea de -9% a fines del siglo XXI. Tanto en esta proyección promedio como en la mayoría de los modelos aplicados se prevé el descenso de la precipitación en todas las estaciones de año.

Con base en los escenarios de emisiones A2 y B2, un estudio del Centro Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) construyó los escenarios probables de temperatura y aumento de nivel del mar para tres horizontes temporales. El análisis de las proyecciones de la anomalía de temperatura tanto anual como estacional revela diferencias significativas a partir de mediados del siglo XXI; por ejemplo, un incremento de entre 2,6° C y 3,6° C para finales del siglo actual, lo que coincide con los resultados de los modelos regionales y el promedio del multimodelo del Cuarto Reporte de Evaluación (AR4) del WGI (2007). A principios de este siglo se registra un incremento lento del nivel medio del mar en la subregión, pero se acelera conforme se acerca la mitad del siglo, en comparación con lo que proyectan los modelos regionales del WGI.

Los eventuales impactos del cambio climático en la agricultura, los recursos hídricos, la salud y los bosques han sido estimados en el Istmo Centroamericano a partir de diferentes escenarios. En Costa Rica, Guatemala y Panamá se encontraron las variaciones, sobre todo negativas, que se podrían presentar en la producción de maíz, frijol y arroz. También hay estudios en Costa Rica, Guatemala y Nicaragua que han estimado los impactos de los cambios esperados en temperatura y precipitación en la escorrentía. Los impactos en la salud fueron estudiados en Guatemala de acuerdo con el índice Bultó, desarrollado en Cuba, para estimar el comportamiento futuro de enfermedades sobre la base de variables climáticas. En el sector forestal los resultados varían en función de los supuestos y los escenarios planteados; en este sector se reportan estudios en Costa Rica, Guatemala y Nicaragua.

Hay aspectos institucionales relacionados con la gestión del cambio climático que son similares en todos los países del Istmo Centroamericano. En primer lugar, el estudio del cambio climático ha sido abordado sobre todo por los ministerios de ambiente (o sus equivalentes) y los servicios meteorológicos. La participación de instituciones como los bancos centrales y los ministerios de economía y finanzas ha sido escasa hasta la fecha. En lo operativo, todos los países han instalado oficinas o unidades de cambio climático, la mayoría con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). El trabajo de estas instituciones oficiales es complementado por centros de investigación, universidades y organizaciones no gubernamentales.

En el nivel regional, hay un gran avance en la definición de una estrategia común en el tema ambiental en general y en el tema del cambio climático en particular.



Estos esfuerzos se derivan del proceso de integración regional, representado por el Sistema de Integración Centroamericana. En este contexto, resalta la dinámica mostrada por la CCAD, integrada por los ministros de ambiente de la región. Por otra parte, el CRRH organismo técnico intergubernamental del SICA, especializado en los campos de la meteorología y el clima, la hidrología y los recursos hidráulicos, ha desarrollado una red de capacidades institucionales en la región. Asimismo, existen varios organismos del SICA que en su campo de acción han elaborado iniciativas relativas al cambio climático.

Hasta la fecha, no se detectan estudios que relacionen los impactos del cambio climático con los niveles de pobreza de la región, situación que afecta aproximadamente a la mitad de la población. No obstante, los estudios ya realizados proporcionan indicaciones sobre algunos de los canales de impacto en las poblaciones pobres y conforman una base de análisis para estimar el impacto del cambio climático en la pobreza. Los probables canales de impacto del cambio climático en estas poblaciones incluyen su dependencia directa con el medio ambiente para acceso a bienes básicos, los eventos extremos naturales que reducen sus medios de vida y patrimonios, los bajos niveles de gasto social per cápita, el limitado acceso a la seguridad social y seguros productivos, las reducciones en la producción futura de granos básicos, y los aumentos y cambios en la propagación de enfermedades frente a las limitaciones en la cobertura y la calidad de los servicios de salud para esta población pobre.

Las Fases II y III del Proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica” consisten en la elaboración de un análisis económico del impacto del cambio climático en la subregión que incluye opciones de adaptación y mitigación,

con base en los lineamientos de la metodología del Informe Stern. No obstante, se deberá tomar en cuenta la realidad económica, social y ambiental de la región para efectuar las modificaciones pertinentes. Los diversos estudios que se llevarán a cabo tendrán su impacto a nivel gubernamental y de la iniciativa privada. Permitirán, a su vez, identificar las opciones estratégicas de mediano y largo plazo para los países centroamericanos así como definir las políticas públicas pertinentes.

El proyecto busca hacer una evaluación de las principales consecuencias económicas para los países del Istmo Centroamericano, así como los costos asociados para los diferentes sectores de la actividad socio-económica. De la misma forma, comprende un estudio de los impactos y de las posibles acciones y costos en adaptación y reducción de la vulnerabilidad, así como en mitigación, frente a un escenario de inacción.

Las actividades propuestas comprenden aspectos metodológicos; estudios globales, sectoriales regionales y seleccionados de impacto nacional; la evaluación económica global y acciones de divulgación.

La factibilidad de realizar los estudios del proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica”, correspondiente a las Fases II y III, se determinó por medio del análisis de la viabilidad analítica e institucional, al tiempo que se enfatizaron las principales limitaciones que encontraría su ejecución.

De acuerdo con la información recopilada, se cuenta con la disponibilidad de datos técnicos para hacer los análisis del clima regional, incluyendo la aplicación de modelos de reducción de escala, aunque en algunos casos los datos disponibles podrían ser insuficientes para obtener evaluaciones

de altos niveles de confiabilidad. Con respecto a los datos económicos la situación es más difícil, pues no se reportan estudios sectoriales con información de costos, salvo las evaluaciones de impacto de eventos extremos naturales. Además, en la región se han desarrollado ciertas capacidades y habilidades importantes en la mayoría de los temas que abarca el proyecto, aunque se relacionan sobre todo con aspectos ambientales, y no necesariamente económicos.

Para la evaluación económica de los impactos del cambio climático a nivel global se utilizan los Modelos de Evaluación Integrada (MEI), modelos matemáticos cuyo objetivo es representar interacciones complejas entre escalas temporales y espaciales, procesos y actividades. Estos modelos toman en cuenta los factores socioeconómicos, demográficos, tecnológicos y de producción y consumo que determinan los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, los cuales, junto con los ciclos biogeoquímicos y la química atmosférica, definen las concentraciones atmosféricas de dichos gases, el forzamiento radiactivo y sus implicaciones para el clima global y regional, así como los impactos en los sistemas biofísicos y en la economía mundial y regional.

De acuerdo con el análisis realizado en Centroamérica la aplicación y adecuación de estos modelos, además de otros análisis macroeconómicos y técnicas de modelación, es factible siempre y cuando los objetivos y requerimientos de información que los tomadores de decisión de la región y expertos en el tema establezcan para el proyecto sean congruentes con la disponibilidad de información en la región y la capacidad actual de modelación, tiempo de ejecución y recursos económicos y humanos.

En los aspectos institucionales, en el nivel regional se cuenta con el apoyo de los ministros de ambiente de los siete países de América Central. En la Declaración de San Pedro Sula, firmada por los Jefes de Estado del SICA, se expresó el acuerdo con la ejecución de las fases siguientes del proyecto, de tal forma que, en este nivel, la realización de los estudios mencionados cuenta con el aval político necesario. En el nivel nacional, se tiene el apoyo de los ministerios de ambiente; no obstante, se requiere involucrar a los ministerios de finanzas o hacienda y establecer mecanismos de cooperación intersectoriales.

Incorporando las evaluaciones de todos los criterios utilizados, la probabilidad de obtener los resultados esperados del proyecto es siempre superior a 50%. Aun más, en tres de los casos, sería superior al 66%, y en otros tres, estaría por encima de 90%. Por tanto, cabe confiar en la viabilidad de los estudios siguientes del proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica”, incluso con las limitaciones anotadas y las adecuaciones requeridas.

La ejecución de cualquier proyecto no está libre de riesgos inherentes a su propia naturaleza. En este caso se identifican los siguientes riesgos: una baja o nula participación de algunos de los países, por un reducido interés en el proyecto; la no disponibilidad de los especialistas nacionales con experiencia en los temas incluidos en el proyecto; la falta de un aseguramiento de los fondos necesarios para llevar a cabo todos los estudios e investigaciones en el tiempo adecuado, entre otros. Todos estos riesgos son manejables, de forma que en sí mismos no representan un peligro para la ejecución del proyecto. Por otra parte, el impacto ambiental de las actividades propias del estudio es limitado por el tipo de acciones que están programadas.

## PRESENTACIÓN

En este documento se muestran los resultados del Estudio de factibilidad del proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica”, preparado por la Sede Subregional de la CEPAL en México con las autoridades ambientales de los países centroamericanos. El proyecto se desarrolla en el marco de una cooperación financiera con el Ministerio del Reino Unido para el Desarrollo Internacional (DFID) y en coordinación con el Ministerio de Asuntos Exteriores del Reino Unido (FCO). Este documento desarrolla la primera fase del proyecto mencionado.

El presente trabajo responde al llamado que hicieron en 2007 los presidentes del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) a sus instituciones nacionales y regionales para desarrollar una estrategia mediante la cual fuera posible enfrentar el reto del cambio climático.

Desde un inicio, se convino que las actividades de la primera fase del proyecto fueran coordinadas con los eventos contemplados en la ruta crítica establecida por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) hacia la Cumbre Presidencial Centroamericana sobre el Cambio Climático, que se realizó el 29 de mayo de 2008 en San Pedro Sula, Honduras. Como resultado, los ministros de medio ambiente —Juana Argeñal Sandoval, de Nicaragua; Ligia Castro de Doens, de Panamá; Roberto Dobles Mora, de Costa Rica; Juan Mario Dary y Luis Alberto Ferraté, de Guatemala; Carlos José Guerrero, de El Salvador; Omar Ramírez, de República Dominicana; Tomás Vaquero, de Honduras y Gaspar Vega, de Belice— han recibido informes regulares del avance del

estudio y han planteado sus prioridades en las diversas reuniones de los ministros de la CCAD, desde noviembre de 2007 hasta mayo de 2008. Los Puntos Focales de cambio climático de estas autoridades —Bernardo Torrez, Darysbeth Martínez, Ana Rita Chacón, Carlos Mansilla, Ana Cecilia Carranza, Ramón Frutos, José Almonte y Mirza Castro, quienes constituyen el Comité Técnico de Cambio Climático de la CCAD— han proporcionado información relevante y han dado seguimiento y orientación a la realización del Estudio de factibilidad.

Este esfuerzo coincidió con el interés del Gobierno del Reino Unido por contribuir al creciente conocimiento y discusión de los impactos del cambio climático en Centroamérica, tanto en el nivel regional como en el nacional, así como la prioridad asignada a dicho tema en el sistema de las Naciones Unidas. En particular, para la Sede Subregional este lineamiento se traduce en la ejecución de acciones encaminadas a fortalecer la capacidad de las sociedades Centroamericanas para enfrentar los efectos del cambio climático.

La elaboración del presente estudio estuvo bajo la dirección conjunta de Julie Lennox, Oficial a Cargo de la Dirección Adjunta, y Fernando Cuevas, Jefe de la Unidad de Energía y Recursos Naturales, ambos de la Sede Subregional de la CEPAL en México. Asimismo, participaron Igor Paunovic, Jefe de la Unidad de Desarrollo Económico, y los funcionarios Hugo Ventura, Mauricio Montiel, Elsa Gutiérrez y Pedro Cote, todos pertenecientes a la misma sede subregional, así como Jean

Acquatella, de la Sede de la CEPAL en Santiago. Este esfuerzo fue complementado con la participación de los siguientes consultores: José Ramón Doménech, Jaime Echeverría, Francisco Estrada, Verónica Flores y Alejandro Martínez.

El presente documento es una recopilación de los informes de los consultores arriba mencionados, complementado con aportes de funcionarios de la sede subregional de la CEPAL en México. La redacción estuvo a cargo de Fernando Cuevas y Julie Lennox.

Se reconocen y agradecen los aportes y la atención prestada por los señores ministros

de medio ambiente de los países centroamericanos, en particular de los ministros de Guatemala y de El Salvador, quienes tuvieron la Presidencia *pro tempore* de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) durante la ejecución del estudio de factibilidad. Se agradece también a los Puntos Focales de Cambio Climático su decidido apoyo durante todo el proceso de consulta. Un reconocimiento especial merece el Señor Embajador del Reino Unido en Guatemala, Ian Hughes, por su activa participación en tareas de divulgación del proyecto entre los actores públicos y privados, así como a los señores Martin Johnston y Chris Taylor, funcionarios del DFID responsables del proyecto.

## INTRODUCCIÓN

Se estima que Centroamérica produce menos de 0,5% de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, pero al mismo tiempo es una de las regiones más vulnerables ante los embates del cambio climático. El incremento de la temperatura atmosférica y del mar, la reducción y la inestabilidad en el régimen de lluvias y el aumento del nivel del mar, aunado a la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos —como las sequías y los huracanes— impactarán en la producción, la infraestructura, los medios de vida, la salud y la seguridad de la población, además de que debilitarán la capacidad del medio ambiente para proveer recursos vitales.

Mientras que el reto y la solución definitiva en el nivel global exigen reducciones rápidas y significativas de las emisiones de GEI, el reto para Centroamérica consiste primordialmente en enfrentar los factores que han generado un alto nivel de vulnerabilidad subyacente en las áreas socioeconómica y ambiental, así como resolver los nuevos desafíos de adaptación a los cambios climáticos que ya se están evidenciando en la región.

La vulnerabilidad subyacente está ligada a un patrón de desarrollo de largo plazo, algunas de cuyas características son la pobreza en que vive aproximadamente la mitad de la población; las desigualdades socioeconómicas, de etnia y de género; el limitado acceso a alimentos y agua potable; la insuficiencia de los servicios de salud, educación, seguridad social, y de acceso de capital y crédito productivo; la dependencia directa de una parte de la población pobre de

los recursos naturales para subsistir, y la dependencia de la economía en general respecto de un limitado número de sectores, productos de exportación y países de destino. En el campo político, aunque las décadas de conflicto armado han sido superadas y se han establecido sistemas democráticos electorales, continúa el proceso de consolidar la democracia y desarrollar espacios de consulta y diálogo efectivo entre los sectores de las sociedades centroamericanas.

Esta vulnerabilidad social está interrelacionada con la fragilidad biofísica determinada por la ubicación geoclimática de estas sociedades. Entre el Pacífico y el Caribe, esta delgada tira de tierra en los trópicos ha sido gravemente afectada por ciclones y por el fenómeno de El Niño-Oscilación Sur (ENOS). Además, la interacción de la creciente población humana con su medio ambiente ha debilitado la capacidad de éste de proveer servicios, como agua, alimentos, energía y protección contra los mismos fenómenos naturales extremos. Las condiciones socioeconómicas empujan a la población pobre a sobreexplotar sus ecosistemas o a utilizar ecosistemas frágiles. En suma, tanto la población humana como el medio ambiente del Istmo Centroamericano enfrentan el cambio climático con alta sensibilidad a su impacto y una reducida “resiliencia”<sup>1</sup> y capacidad de adaptación.

En este contexto, es necesario hacer un esfuerzo para reducir estas vulnera-

---

<sup>1</sup> Se trata de características que dan a un ser fortalezas para enfrentar adversidades de forma exitosamente. Tomado del vocablo inglés *resilience*.

bilidades como parte de la iniciativa de adaptación al cambio climático. De hecho, las metas ya establecidas de lograr un desarrollo más humano, equitativo y sostenible, como se plasma en los Objetivos de Desarrollo del Milenio y los programas nacionales de reducción de pobreza, seguirán siendo altamente relevantes y orientadoras en la discusión de acciones a emprender. Habrá que integrar a estas metas los riesgos del cambio climático.

La región puede contribuir a la mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI) por medio de la preservación de sus sistemas naturales, como los bosques, y mediante la ampliación del uso de fuentes de energía renovables con menores tasas de emisiones. Otra alternativa sería la implementación de medidas para lograr una mayor eficiencia energética y, en general, realizar una transición hacia una economía baja en carbono. Sin embargo, estos esfuerzos deben llevarse a cabo como cobeneficios de las tareas principales que son reducir debilidades socioeconómicas y tomar medidas de adaptación frente al cambio climático.

En los dos últimos años han ocurrido avances internacionales importantes, como el informe de Sir Nicholas Stern sobre la economía del cambio climático, por parte del Gobierno del Reino Unido; las publicaciones del cuarto informe (AR4), por parte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC); la publicación del cuarto informe de Perspectivas del Medio Ambiente GEO-4, por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y del Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008 “La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido” del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). En 2008 se publicó un nuevo reporte de Sir Nicholas Stern sobre los elementos clave para un

acuerdo global sobre cambio climático. Todos estos documentos han contribuido a sensibilizar a las instituciones, los gobiernos y la opinión pública sobre la necesidad de tomar medidas más enérgicas ante la magnitud del calentamiento global.

El primer reporte Stern contribuyó de manera significativa al concluir que los costos de tomar medidas enérgicas de mitigación serían notablemente menores a los costos de seguir la tendencia actual, conocida como “*business as usual*” (BAU). Dicho reporte cuantifica, por ejemplo, que el costo de estabilizar los GEI en 500–550 ppm CO<sub>2</sub>e<sup>2</sup> tendría un costo medio de 1% del producto interno bruto (PIB) global anual, para 2050, con un rango de entre –1% y 3,5%. Además, al adoptar una perspectiva económica, el estudio ha captado la atención de sectores que en el pasado no se habían involucrado de forma directa con el tema, como los ministerios de economía y finanzas, los bancos centrales, la iniciativa privada y el público en general. En el segundo reporte, Sir Nicholas Stern presenta una propuesta con elementos clave en la negociación internacional sobre cambio climático, y reduce su cálculo sobre el punto de estabilización de emisiones requerido.

---

<sup>2</sup> CO<sub>2</sub>e ppm: equivalente en dióxido de carbono por partes por millón por volumen. Los GEI difieren en la influencia térmica positiva (forzamiento radiactivo) que ejercen sobre el sistema climático mundial, debido a sus diferentes propiedades radiactivas y periodos de permanencia en la atmósfera. Tales influencias pueden expresarse mediante una métrica común basada en el forzamiento radiactivo por CO<sub>2</sub>. Entonces, la concentración de CO<sub>2</sub> equivalente es la concentración de CO<sub>2</sub> que generaría el mismo forzamiento radiactivo que una mezcla dada de CO<sub>2</sub> y de otros componentes de forzamiento, entre ellos, otros gases de efecto invernadero, como son el metano y el óxido nitroso (véase IPCC, AR4, WGI, 2007, 2.10).

Muestra que nueva información científica confirma el alto riesgo de llegar a la concentración de 550 ppm CO<sub>2e</sub>, y, por tanto, es necesario limitar la concentración a un rango de entre 450 y 500 ppm CO<sub>2e</sub>.

En esta primera fase, el proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica” tiene como objetivo establecer la factibilidad de realizar un estudio sobre los costos y beneficios de emprender acciones encaminadas a adaptar y mitigar el cambio climático en Centroamérica, frente a un escenario en el que prevalezca la tendencia actual de *business as usual*, ya mencionada.

El presente Informe de factibilidad comprende ocho capítulos, en los que se desarrollan los aspectos técnicos, económicos e institucionales del proyecto. En el primer capítulo se presentan los resultados principales de los estudios llevados a cabo por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, tanto en la escala global como regional. En el segundo capítulo se analiza la disponibilidad de datos y estudios sobre el tema llevados a cabo en la región por diferentes instancias, tanto nacionales —públicas y privadas—, como internacionales. Los resultados de dichos estudios se exponen en el tercer capítulo, que incluye la generación de escenarios y los impactos en diferentes sectores económicos de Centroamérica. En el cuarto capítulo se presenta un análisis de

los Modelos de Evaluación Integrada (MEI) utilizados para la cuantificación económica de los efectos del cambio climático en el ámbito global; se considera la viabilidad de su uso en este estudio y la necesidad de hacer ajustes para incorporar los temas de interés de la región. En el quinto capítulo se aborda el contexto institucional de la gestión del cambio climático en Centroamérica. En el capítulo sexto se muestran las relaciones entre cambio climático y pobreza, uno de los temas más importantes dado el nivel socioeconómico de los países de la región.

La descripción de las fases subsiguientes del Proyecto se efectúa en el capítulo séptimo, incluidos objetivos y actividades. El documento concluye con el análisis de factibilidad del proyecto, tanto desde el punto de vista analítico como institucional (capítulo octavo). De forma complementaria, al final se proporciona la bibliografía y un glosario de siglas y siglemas, así como una serie de documentos anexos. Los Anexos I y II reportan los documentos nacionales y regionales identificados durante el estudio de factibilidad realizado en el primer semestre del 2008, y el Anexo III identifica los funcionarios y las instituciones consultados durante la fase de factibilidad. Finalmente, el Anexo IV resume los eventos extremos naturales en Centroamérica evaluados con la metodología de CEPAL de 1972 al 2007.





## I. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

El concepto de cambio climático utilizado en el cuarto informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), 2007, se define como cualquier cambio en el clima producido en el transcurso del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o a la actividad humana. Esta definición amplía la utilizada en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, donde se hacía referencia a un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos de tiempo comparables. Con la nueva definición, se utilizan diferentes modelos a fin de identificar los efectos globales y regionales. Sin embargo, todas las estimaciones contienen incertidumbres que deben ser identificadas.

### 1. Efectos del cambio climático a escala global

De acuerdo con los análisis realizados por el Grupo de Trabajo I (WGI) del IPCC en 2007, los incrementos en las temperaturas medias del aire y del océano, el derretimiento generalizado del hielo y de la nieve, y la elevación del nivel medio del mar son evidencias inequívocas del calentamiento del sistema climático.

De forma conjunta, los GEI, medidos por su impacto de calentamiento equivalente en dióxido de carbono, registran en la actualidad una concentración aproximada de 430 ppmCO<sub>2</sub>e, y aumentan a 2ppm por año, frente a un nivel preindustrial de 290 ppm CO<sub>2</sub>e. El

crecimiento de la concentración de dichos gases en la atmósfera desde la era preindustrial se debe en gran parte al uso de los combustibles fósiles y al cambio en el uso del suelo.

El incremento promedio por década de la temperatura en los últimos 50 años es dos veces mayor que el aumento promedio por década de los últimos 100 años (0,13° C ± 0,03 vs. 0,07° C ± 0,02 por década). El año 2005 fue el segundo más cálido (después de 1998) registrado durante el periodo 1850-2006. Los años 2002, 2003 y 2004 son el tercero, cuarto y quinto más cálidos, respectivamente. Además, 11 de los 12 años —de 1995 a 2006, con excepción de 1996— pertenecen al rango de los 12 años más cálidos registrados desde 1850.

En lo que se refiere al cambio en el ciclo hidrológico, durante los últimos 100 años se ha observado un aumento significativo de las precipitaciones en algunas regiones, como en las zonas orientales de América del Norte y de América del Sur, mientras que otras zonas registran en el mismo periodo menos precipitaciones. En términos generales, durante el periodo 1900-2005 las lluvias se incrementaron a partir de los 30° N hacia el norte, pero en los trópicos se registran tendencias a la baja desde el decenio de 1970. Entre los 10° N y los 30° N, la precipitación aumentó de forma notable entre 1900 y el decenio de 1950, pero disminuyó después de 1970. También se registra una tendencia a la baja entre los 10° N y los 10° S, en especial después de 1976 y 1977.

Los cambios en los patrones de precipitación son más variables espacial y temporalmente en comparación con los cambios de temperatura. Donde se producen

cambios significativos de precipitación se observan también cambios significativos y congruentes en los flujos medidos.

Por último, se registró un incremento en la actividad ciclónica tropical, acompañada de una redistribución de la cantidad y las trayectorias de estos meteoros. El potencial de destrucción de los ciclones tropicales muestra una tendencia ascendente importante a partir de mediados de 1970, con una orientación hacia periodos de vida más largos y de mayor intensidad. Es evidente que lo anterior se debe no sólo a un poder destructivo mayor, sino también al crecimiento de la población. Ambos elementos redundan en el incremento de la vulnerabilidad ante estos eventos extremos.

## **2. Proyecciones climáticas a escala global**

Las proyecciones climáticas mundiales se generan mediante el uso de modelos climáticos de gran escala, con diferentes niveles de complejidad, a los cuales se introducen las proyecciones de emisiones derivadas de escenarios sobre los posibles tipos de desarrollo de la sociedad humana en el futuro. En la actualidad, los escenarios más utilizados son los preparados por el IPCC, denominados SRES.

### **a) Modelos climáticos disponibles**

Los modelos climáticos aplican leyes físicas fundamentales en gran escala para simular la respuesta del clima global a cambios en las concentraciones de los gases de efecto invernadero. Estos modelos tienen que incluir los procesos físicos básicos en diferentes resoluciones espaciales y temporales.

Por tanto, un factor clave en la jerarquía de los modelos es la escala espacial. Para el IPCC, la escala regional para los estudios de cambio climático está definida como aquella que describe el clima en un rango de  $10^4$  a  $10^7$  km<sup>2</sup> (Giorgi y Hewitson, 2001). El límite superior de este rango es llamado escala subcontinental, y su alcance está limitado por las heterogeneidades climáticas que ocurren a esa escala. Las condiciones correspondientes a escalas por encima de  $10^7$  km<sup>2</sup> se denominan de escala planetaria, y están dominadas por los procesos de circulación general y sus interacciones. El límite inferior ( $10^4$ ) es representativo de las escalas que utilizan los modelos regionales.

Una vez que se estiman los cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero en el ámbito global a partir de los escenarios planteados, los Modelos de Circulación General Océano Atmósfera (AOGCM) permiten estimar los cambios esperados en la temperatura en particular y en el clima en general. Los modelos climáticos han demostrado que reproducen las características del clima observados recientemente (Randall y otros, 2007; Hegerl y otros, 2007) así como los cambios en el clima ocurridos en el pasado (Jansen y otros, 2007). Hay alta confianza en que los modelos generen estimaciones cuantitativas creíbles del cambio climático futuro, en especial a escalas globales y continentales. La confiabilidad de estas estimaciones es mayor en cuanto a la temperatura que en otras variables, como la precipitación. Se han utilizado 23 modelos de circulación general seleccionados por el IPCC para generar escenarios de cambio climático, como el UKMD–HadCM3 y el UKMD–Had Gem 1, ambos del Hadley Center for Climate Prediction and Research.

En el Cuarto Reporte de Evaluación (AR4) del IPCC, el Grupo de Trabajo I logró un avance muy importante en las proyecciones de cambio climático, ya que ahora se cuenta con más simulaciones, producto de un rango más amplio de modelos. Esto, junto con la información obtenida por las observaciones, proporciona una base cuantitativa para la estimación de probabilidades de otros aspectos del cambio climático.

La mayoría de los modelos han mejorado su resolución, sus métodos computacionales y modelación de aspectos importantes de la variabilidad climática, como algunos aspectos del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), ondas de calor o frío y ciclones extratropicales. Sin embargo, los AOGCM aún no pueden simular de forma satisfactoria la frecuencia y cantidad de lluvias torrenciales, por ejemplo, al subestimar su cantidad y distribución temporal, sobre todo en las regiones tropicales.

## **b) Escenarios de emisiones**

Los escenarios elaborados para el IPCC y agrupados en el SRES consideran las condiciones probables del desarrollo global para los próximos 100 años y son, en un sentido más amplio, escenarios del estado y crecimiento de la población y la economía (Tol, 1998).

Hay dos grandes “familias” de escenarios (IPCC, 2001a y 2001b): los escenarios A, que describen un mundo futuro con alto crecimiento económico, y los escenarios B, en los que ese crecimiento es moderado. Los escenarios A1 y B1 suponen que habrá una globalización tal que las economías convergerán en su desarrollo. De acuerdo con los escenarios A2 y B2, el desarrollo se daría sobre todo en el nivel regional. Estos escenarios parten de un conjunto de suposiciones acerca de la evolución de la población, la tecnología, la

economía, el uso del suelo, la agricultura y la energía en los niveles global y regional. Las reservas petroleras y de carbono hacen suponer que estos escenarios serán fuente de energía al menos para los próximos 100 años.

La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que se diferencian en su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustible de origen fósil (A1FI), utilización de energía de origen no fósil (A1T) y utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (A1B). En este último grupo se entiende por “equilibrada” la situación en la que no se dependerá de un solo tipo de fuente de energía, en el supuesto de que todas las fuentes de suministro de energía y todas las tecnologías de uso final experimenten mejoras similares.

El año base es 1990, y se usa como referencia para evaluar las condiciones futuras. Según los escenarios A1 y B1, la población mundial será de entre 7 000 millones y 7.100 millones de habitantes, mientras que en los escenarios A2 y B2 se elevará a 15.100 millones y 10.400 millones de habitantes, respectivamente.<sup>3</sup>

Los nuevos escenarios de cambio climático se basan en una variedad de modelos, tanto AOGCM, como Emuladores del Sistema Tierra de Complejidad Intermedia (EMIC) y modelos simples de clima. Para el AR4 se diseñaron escenarios de cambio climático utilizando sobre todo los escenarios *marker* de tres de las seis familias de los SRES

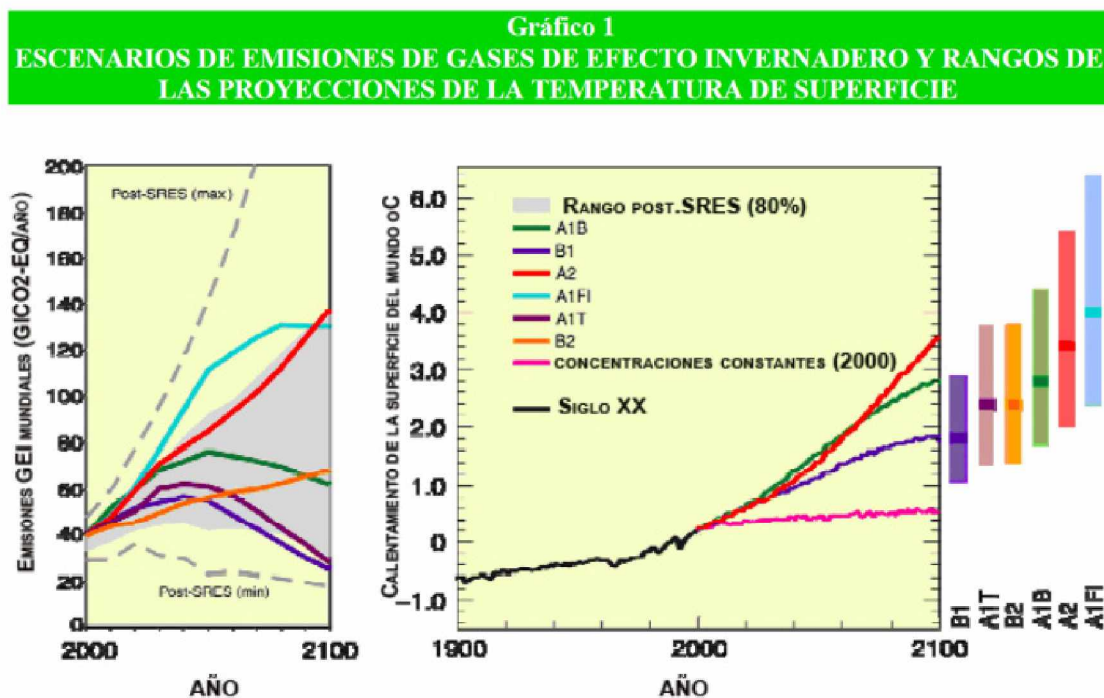
---

<sup>3</sup> Recientemente el IPCC realizó una revisión de la proyección poblacional del escenario A2 para dejarla en aproximadamente 12.000 millones de habitantes, denominando a este nuevo escenario A2r.

(A1B, A2 y B1) para el periodo 2000-2100,<sup>4</sup> además de un escenario en el que las concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles se mantendrían constantes, en los niveles registrados en el año 2000. Aunque la mayor parte del esfuerzo de modelación se realizó para dichos escenarios, el reporte también proporciona estimaciones para el resto de los

escenarios de emisiones *marker* de los SRES (A1T, A1F1, B2).

Para el mencionado cuarto reporte del IPCC, se presentaron escenarios de emisiones de CO<sub>2</sub>e, en ausencia de políticas de mitigación y las correspondientes proyecciones probables de la temperatura global (véase gráfico 1).



Fuente: IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC, 2007.

<sup>4</sup> Según el modelo y el escenario de emisiones empleado, algunas de las proyecciones se extienden hasta el año 2300.

Estos escenarios toman en cuenta las emisiones de aerosoles y gases de efecto invernadero de vida media corta. La línea rosa no representa un escenario, sino el producto de las simulaciones con los AOGCM con concentraciones constantes a las del año 2000. Las barras indican el rango de los escenarios para el periodo 2090-2099, y la línea en las barras, el valor del mejor estimado.

Una de las novedades más importantes en los escenarios presentados en el AR4 es la presentación de las mejores estimaciones o “*best estimates*” y de los rangos probables “*likely ranges*”. El *best estimate* corresponde al promedio simple de las salidas de todos los modelos para un escenario *marker*, mientras que el *likely range* se escoge de tal forma que represente al menos un rango de 66% de probabilidades. El rango de valores muestra que el *best estimate* del incremento en la temperatura global para el escenario bajo (B1) es de 1,8° C, mientras que para el escenario más alto (A1FI) alcanza los 4° C. Para estos mismos escenarios, los *likely ranges* son [1,1, 2,9] y [2,4, 6,4] respectivamente.

Por otra parte, el AR4 muestra que ahora existe una mayor confianza en los patrones de cambio climático en escalas regionales, incluidos temperatura, precipitación, vientos, hielos y algunos aspectos de eventos extremos. Las proyecciones de calentamiento para el siglo XXI muestran patrones geográficos similares a los observados en décadas anteriores y que resultan independientes del escenario de emisiones que se escoja. El cambio de temperatura proyectado para el siglo XXI es ascendente en todas partes. Se da en mayor grado en tierra y en casi todas las latitudes altas del Hemisferio Norte, y es menor en el Océano del Sur y en algunas partes del Océano del Atlántico Norte. En otras zonas similares en términos geográficos, el

calentamiento es típicamente mayor en las regiones áridas que en las regiones húmedas.

Los escenarios correspondientes muestran que es muy probable que se presenten aumentos de la precipitación en las latitudes altas, mientras que es probable que disminuya en la mayor parte de las regiones subtropicales. Es importante mencionar que, en muchos casos, la disminución de la precipitación regional se deberá a una disminución en el número de días con lluvia, y no a su intensidad, ya que se espera un aumento en la precipitación intensa diaria en muchas regiones.

### c) Incertidumbres

Todas las estimaciones arriba mencionadas tienen algún grado de incertidumbre, y es necesario reconocer y explicar sus determinantes, entre ellas los supuestos y los límites conceptuales o estructurales de los métodos empleados (Manning y otros, 2004). Algunas incertidumbres surgen a raíz de la falta de conocimientos sobre los procesos clave y por discrepancias con estos últimos. Otras se asocian a la predicción de los comportamientos sociales y personales como respuesta a la información y los acontecimientos (Bernstein y otros, 2007).

Los escenarios de cambio climático contienen incertidumbres relacionadas con las emisiones de gases de efecto invernadero futuras, la variabilidad climática natural y la inherente a los modelos AOGCM, cuyos resultados ante las mismas condiciones de emisiones y los mismos horizontes se dan en rangos de variación muy amplios (Jenkins y Lowe, 2003). El IPCC (Manning y otros, 2004) planteó dos clases de incertidumbre: la estadística, asociada con valores de parámetros u observaciones que no se conocen con precisión, y la estructural, en la

cual las relaciones entre dos variables o su forma funcional no se han podido identificar. El IPCC (2005) estimó que las incertidumbres pueden clasificarse en los siguientes tipos: situaciones no predecibles, incertidumbre estructural e incertidumbre numérica.

Los modelos de cambio climático están sujetos a estos tres tipos de incertidumbre. Por una parte, los escenarios de emisiones hacen grandes supuestos con relación al futuro de la economía, la población y la tecnología. Por otra, el clima es un sistema complejo, caótico y notablemente no lineal, con retroalimentaciones aún no bien entendidas, sobre todo las que se relacionan con las nubes, los aerosoles y el vapor de agua en las diferentes capas de la atmósfera.

El resultado es una cascada de incertidumbres, que parte de las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero, pasa después por las concentraciones de dichos gases en la atmósfera, y culmina en el efecto de este cambio sobre el aumento de la temperatura global y del nivel del mar que modelan los AOGCM. El siguiente nivel de incertidumbres corresponde a los cambios en el clima regional y en la variabilidad climática a las respuestas biofísicas, así como a los impactos socioeconómicos.

Por lo anterior, es necesario reconocer estas incertidumbres y tomar las medidas oportunas para reducirlas en cada etapa de la valoración económica del cambio climático.

Aunque las proyecciones globales prevén en términos generales los tipos de cambios esperados, persisten fuentes importantes de incertidumbre que limitan la capacidad de proyectar el cambio climático regional. Mientras que las respuestas hidrológicas son relativamente sólidas en

ciertas regiones importantes, subpolares y subtropicales, existen incertidumbres en la ubicación precisa de estos límites de incremento y de la disminución de las precipitaciones. Además, todavía es limitado el conocimiento acerca de procesos climáticos importantes que tienen un efecto significativo en el clima regional, como el ENOS, la Oscilación del Atlántico Norte (NAO, por sus siglas en inglés), el bloqueo atmosférico, la circulación termohalina y los cambios en la distribución de los ciclones tropicales.

### 3. Proyecciones climáticas a escala regional

Los modelos AOGCM son los que se emplean con más frecuencia para generar escenarios de cambio climático y evaluar con ellos los posibles impactos en diferentes sectores y regiones. Sin embargo, la resolución horizontal de estos escenarios es aún muy burda (del orden de 300 km) y, en gran medida, el clima regional es afectado por otros factores que no son captados por los AOGCM. Los métodos utilizados para regionalizar los escenarios de cambio climático han sido los AOGCM de forma directa, los modelos de alta resolución (AGCM, por su siglas en inglés), los modelos regionales o modelos anidados de área limitada (RCM, por su siglas en inglés) y los modelos de reducción de escala estadística (*downscaling*). Estas técnicas son evaluadas básicamente en términos de su actuación al reproducir las características climáticas actuales y al simular los procesos climáticos regionales.

Es importante recordar que los AOGCM aún tienen grandes problemas para simular climas a escalas regionales menores a los  $10^4 \text{ km}^2$ , pues no están contruidos para ellas. Por eso tienen dificultades para reproducir las condiciones climáticas de regiones con sistemas topográficos

complejos o sujetos a condiciones extremas, como los ciclones tropicales, que son muy frecuentes en el Istmo Centroamericano.

En cuanto a las proyecciones que se han efectuado hasta el momento, se ha determinado que los modelos climatológicos a escala global tienen una confiabilidad alta, pero en el nivel regional esa certidumbre decrece, en particular en zonas tropicales donde aún se desconoce con precisión el efecto del cambio climático en fenómenos como ENSO.

Para algunas aplicaciones, la información de los modelos AOGCM es suficiente, sobre todo cuando las evaluaciones que se quieren realizar son de nivel global. En cualquier caso, la ventaja de utilizar directamente la información de dichos modelos es que se asegura que en ésta se mantiene la consistencia física interna.

Los modelos regionales se utilizan cuando se busca capturar forzantes regionales determinantes y que actúan a escalas de las mallas de la región.

La técnica de reducción de escala estadística considera que el clima regional está condicionado por el estado climático de gran escala y por las características fisiográficas locales o regionales (orografía, uso de suelo, y otros factores). Las variables de gran escala (predictores) determinarían entonces a las variables locales o regionales (predictandos). Las simulaciones de los modelos AOGCM se introducen en los modelos regionales estadísticos para proyectar cambios actuales y futuros. Estos modelos son más accesibles en cuanto a su costo y tiempo de desarrollo, pero parten del supuesto de que las relaciones entre las condiciones globales y locales o regionales prevalecerán en el futuro, suposición que no se puede demostrar.





## II. DISPONIBILIDAD DE DATOS Y ESTUDIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA

Todos los países del Istmo Centroamericano han generado un importante acervo de datos útiles para validar los modelos globales y establecer proyecciones del cambio climático en el nivel subregional. De forma similar, se ha llevado a cabo un importante número de estudios sobre mitigación, vulnerabilidad y adaptación.

### 1. Datos hidrometeorológicos

Los servicios meteorológicos de todos los países del Istmo Centroamericano cuentan con estaciones meteorológicas e hidrométricas que generan datos en series de tiempo bastante amplias, aunque algunas veces incompletas. A pesar de que hay cientos de estaciones, un problema común es la discontinuidad en la serie de datos, así como los vacíos y faltantes, debido a diversas circunstancias políticas, financieras y técnicas (por ejemplo, los conflictos armados ocasionaron la pérdida de una gran cantidad de estaciones). De esta forma, algunas evaluaciones tienen un nivel medio de confiabilidad, debido a la insuficiencia de información.<sup>5</sup>

Esta situación se ha visto superada por el acceso a bases de datos públicas y de buena calidad, gracias al esfuerzo del IPCC, y de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), entre otros. En particular, el Sistema de Observación del Clima Global (GCOS) es una fuente de información importante para el

Istmo Centroamericano (Mata y Nobre, 2006) que cuenta con una red de superficie (GCOS Surface Network, GSN) que genera observaciones básicas del clima en superficie, con una red de monitoreo de atmósfera superior (GCOS Upper-Air Network; GUAN), sistemas de posicionamiento global (GPS) y observaciones de satélite.

Los esfuerzos de los servicios meteorológicos estatales se complementan por los que despliegan empresas públicas y privadas que generan datos meteorológicos e hidrológicos. Son los casos de, por ejemplo, el Instituto Costarricense de Electricidad; la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, la Standard Fruit Company y el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), en Honduras, al igual que la Autoridad del Canal de Panamá y la Empresa de Transmisión Eléctrica de ese mismo país. El enfoque de estas empresas e instituciones ha sido en general producir información útil para sus propios fines, situación que ha limitado su cobertura. Por ejemplo, en el caso de la generación de hidroelectricidad, esas instancias miden caudales y precipitación en partes altas de cuencas con potencial hidroeléctrico.

Como afirma Francisco Estrada (2008), “se cuenta en América Central con bases de datos climáticos suficientes para el análisis del clima regional, incluyendo la aplicación de métodos de reducción de escala estadísticos”.

Por otra parte, CRRH está trabajando en la actualidad junto con el BID en el proyecto denominado “Base de datos climáticos de América Central”.

---

<sup>5</sup> Esta red, sin embargo, se está reconstituyendo poco a poco con recursos provenientes de los presupuestos gubernamentales y de la cooperación internacional.

## 2. Estudios nacionales y regionales

Los datos primarios, recolectados en primera instancia por servicios meteorológicos, han sido aprovechados en la elaboración de estudios útiles para establecer las consecuencias del cambio climático. Por ejemplo, en el contexto de planes nacionales de recursos hídricos se han realizado balances hídricos en Costa Rica y Panamá, que depuraron en gran medida los datos con que se contaba y los vertieron en un formato útil. Además, las Comunicaciones Nacionales han permitido desarrollar una gran cantidad de información relacionada con los inventarios de GEI. Todos los países han efectuado su Primera Comunicación Nacional, cuentan por lo menos con un inventario de GEI y están trabajando en su Segunda Comunicación. Esta información será de gran utilidad a la hora de hacer estimaciones vinculadas con la mitigación del cambio climático.

En el tema de mitigación del cambio climático, se documentaron 25 estudios de país y cinco regionales (véase el Anexo I), la mayoría relacionados con el sector forestal, los recursos hídricos, la generación de energía y la agricultura. En cuanto a vulnerabilidad y adaptación, se registraron 48 estudios de país y ocho regionales, la mayoría concernientes a los impactos esperados del cambio climático en la agricultura, los recursos hídricos y la salud, así como a formas para disminuir su impacto. La distribución por país de estudios sobre mitigación es bastante equitativa, y en todos los países ya se han realizado estudios de este tipo; Nicaragua y El Salvador son donde se han producido más estudios de este tipo (siete y ocho, respectivamente). De forma similar, en todos los siete países se han llevado a cabo estudios sobre vulnerabilidad y adaptación, la mayoría de ellos en Guatemala y El Salvador.

El tema forestal se ha investigado sobre todo desde el punto de vista de la capacidad que tienen los bosques de la región para mitigar las emisiones de GEI. Prácticamente todos los países están involucrados de una u otra forma en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y han generado carteras de proyectos sujetos de beneficios por su capacidad de capturar carbono. Así, casi en todos los países se han realizado estudios acerca de la capacidad de las plantaciones de fijar ese elemento. En Nicaragua, se han estudiado además los aspectos institucionales y legales de este sector en relación con el cambio climático, y en los departamentos de Boaco y Chontales, se cuenta con una estrategia local de mitigación integrada que incluye los sectores agrícola, forestal y energético.

En el mismo tema de mitigación, se han implementado proyectos dirigidos al desarrollo de fuentes de energías renovables, la sustitución de los combustibles fósiles y la eficiencia energética. Éstos incluyen la utilización del sol y los residuos agrícolas como fuentes de energía, la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas y el aumento de la eficiencia energética. El Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) financia proyectos de esta naturaleza, como el Programa de Eficiencia Energética Regional (PEER), que está dirigido a eliminar las barreras y aumentar la eficiencia energética de los sectores hotelero, comercial e industrial.

En cuanto a adaptación, destaca el proyecto “Fomento a las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba”, financiado por el GEF, y coordinado por el Centro del Agua del Trópico Húmedo para

América Latina y el Caribe (CATHALAC), el cual ha generado información importante, muchas veces en forma espacial y georreferenciada. De este proyecto se han derivado estudios de caso en todos los países relacionados con los recursos hídricos y con el sector agrícola.

También destacan en estos temas el Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental (PREVDA) y el Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica (PRESANCA). El primero surge como una instancia de cooperación y coordinación entre el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), la CCAD, el CRRH y la Unión Europea, con el propósito de contribuir a la consolidación de la integración regional mediante la creación de una alianza estratégica y operativa entre los organismos del SICA, con mandatos relacionados con la gestión de riesgos, la gestión integral de los recursos hídricos y la gestión ambiental. El objetivo del PREVDA es desarrollar condiciones políticas e institucionales para impulsar en cada uno de los seis países (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) cambios encaminados hacia la gestión integral de los riesgos relacionados con el agua, con una perspectiva ambiental. Por su parte, el PRESANCA busca contribuir a la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones más pobres en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua participando en la disminución de su inseguridad alimentaria y nutricional.

### **3. Bases de datos y estudios de organismos internacionales**

#### **a) Comisión Económica para América Latina y el Caribe**

La Sede Subregional de la CEPAL en México cuenta con una extensa información estadística de los países centroamericanos, producto de más de 50 años de cooperación técnica con esta región. De esta forma, se enumeran cuatro bases de datos, relacionadas con macroeconomía, energía eléctrica, hidrocarburos e industria manufacturera. Lo anterior se complementa con la base de datos CEPALSTAT, de la Sede en Chile, que incluye indicadores económicos, sociales, ambientales, sobre pobreza, desarrollo sustentable y agricultura para todos los países de América Latina. Toda esta información se proporciona en las páginas electrónicas de la CEPAL: [www.eclac.cl](http://www.eclac.cl) y [www.eclac.cl/mexico](http://www.eclac.cl/mexico).

La Sede Subregional ha llevado a cabo por lo menos 14 estudios en el sector energía, entre los que sobresalen “Estrategia energética sustentable Centroamericana” (2020), publicado de manera conjunta con la Secretaría General del SICA y aprobada por los ministros responsables del sector energía y, posteriormente, por los Presidentes de Centroamérica, así como innumerables documentos sobre biocombustibles. En el tema de desastres, se han realizado más de nueve estudios, entre ellos resaltan las evaluaciones de los impactos de desastres particulares en los países, el “Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres” y el “Documento metodológico básico para estudios nacionales de caso”.

En el tema agrícola se registran cinco estudios, de los que sobresale uno dedicado al análisis de la vulnerabilidad del sector agrícola ante el cambio climático. El *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe*, de la Sede en Chile, también representa una publicación relevante.

#### **b) Banco Interamericano y Banco Mundial**

La búsqueda en la página electrónica del BID proporcionó una lista de cuatro estudios realizados para el Istmo Centroamericano en el tema de servicios ambientales e hidrometeorología (véase el Anexo I). Por lo que se refiere al tema de política e institucionalidad, un estudio fue dedicado a un país centroamericano (Nicaragua). Por su parte, el Banco Mundial presenta en su página electrónica más de 20 estudios enfocados al Istmo Centroamericano y/o a nivel internacional, incluidos seis estudios para Centroamérica en adaptación y mitigación (Honduras y Costa Rica) (véase el Anexo I).

#### **c) Organismos del Sistema de Naciones Unidas**

En el Anexo II, se muestra el listado de las publicaciones de la CEPAL, así como del IPCC, PNUMA, y PNUD, sobre el tema del cambio climático. Todos estos documentos se pueden consultar en la página electrónica del proyecto de cambio climático de la CEPAL.

#### **4. Lista de contactos institucionales**

Durante el proceso de recopilación de datos y estudios en los países centroamericanos, se elaboró una relación de las instituciones públicas y privadas relacionadas al tema de cambio climático, contactadas durante el estudio de factibilidad, en la que se incluye el nombre de las personas que representan contactos institucionales y sus coordenadas (véase el Anexo III).

### III. RESULTADOS DE ESTUDIOS PARA CENTROAMÉRICA

Los diferentes estudios sobre los países de Centroamérica, tanto los elaborados por el IPCC como los realizados por iniciativas centroamericanas, han aportado información sobre los probables escenarios climáticos hacia el año 2100, en sus principales variables: temperatura, precipitación y nivel del mar. Además, los estudios de impacto sobre sectores priorizados han permitido cuantificar en términos físicos los efectos del cambio climático en la región.

#### 1. Efectos del cambio climático en Centroamérica

De acuerdo con el IPCC, el Istmo Centroamericano ha presentado en años recientes una alta variabilidad climática así como eventos extremos. De la misma manera, durante la última década se han observado cambios significativos en la precipitación y aumentos en la temperatura (IPCC, 2007b). El ENOS es la causa principal de la variabilidad del clima en América Latina y es el fenómeno natural con los mayores impactos socioeconómicos. Durante las tres últimas décadas, la región ha enfrentado los impactos climáticos relacionados con la intensificación en la ocurrencia del ENOS (Threnberth y Stepaniak, 2001). En este periodo han ocurrido dos eventos extremadamente intensos del fenómeno de El Niño (en 1982-1983 y en 1997-1998) que contribuyeron a aumentar la vulnerabilidad de los sistemas humanos a desastres. Se constata que los sucesos de desastres relacionados con el clima aumentaron 2,4 veces entre los periodos 1970-1999 y 2000-2005.

Las comunidades más pobres son las más vulnerables a los eventos extremos (UNEP, 2003), y algunas de sus vulnerabilidades se deben a su ubicación en la trayectoria de los huracanes, como es el caso de alrededor de 8,4 millones de personas en Centroamérica. Por ejemplo, el huracán Stan afectó a Costa Rica, El Salvador, Guatemala, México y Nicaragua, y ocasionó pérdidas por 3 000 millones de dólares y más de 1500 muertes. Guatemala fue el país más afectado, con 80% del total de los muertos y más de 60% de los daños en infraestructura (Fundación DESC, 2005). Desde los años setenta, junto con sus socios nacionales y regionales, la CEPAL ha realizado aproximadamente 30 evaluaciones económicas, sociales y ambientales de los eventos extremos naturales en Centroamérica, mediante una metodología de valoración ya sistematizada y comprobada (véase el Anexo IV).

Las estimaciones de los impactos en el PIB de países relativamente pequeños en el año en que ocurre el evento se ubican en el rango de 3% (El Niño en Centroamérica) a 7% (el huracán *Mitch*, en Honduras). Estos impactos pueden crear desequilibrios fiscales y déficit en la cuenta corriente externa en muchos países. En el caso de regiones específicas y localidades en el interior de un país, los impactos en la economía local pueden ser significativamente mayores. Según algunas estimaciones, los impactos podrían haber alcanzado hasta 25% de su producto bruto a corto plazo. Estudios recientes sugieren que los impactos en las economías locales pueden ser del orden de 10% en países más grandes, más desarrollados y diversificados y de hasta 50% en países pequeños, menos desarrollados, menos diversificados y más dependientes de los recursos naturales (Zapata Martí, 2004)

En la región centroamericana se ha registrado durante las últimas décadas una tendencia negativa en la precipitación en la parte occidental y aumentos en la temperatura de aproximadamente 1° C. Estudios realizados en Centroamérica y Sudamérica revelan que los patrones de cambio en los eventos extremos son consistentes con un calentamiento general, en particular con la creciente incidencia de noches cálidas y tendencias negativas en noches frías. Sin embargo, se registra una tendencia positiva tanto en eventos de precipitación extrema como en la consecución de días secos.

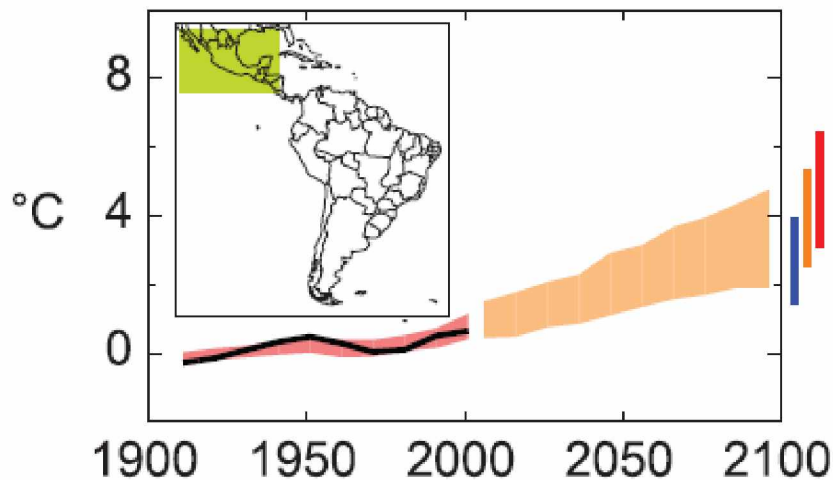
## 2. Generación de escenarios climáticos

El análisis de proyecciones climáticas regionales se realizó en función de los siguientes documentos: i) reportes básicos y sus anexos técnicos del IPCC, 2007a; ii) un

estudio de escenarios de cambio climático para Mesoamérica (Hulme y otros, 2000), y iii) los estudios realizados en el marco del proyecto AIACC LA06 por el CRRH, en cooperación con las instituciones académicas y servicios nacionales meteorológicos e hidrológicos de los países que conforman la región, y iv) los estudios sobre adaptación realizados en Centroamérica, Cuba y México, coordinados por CATHALAC y financiados por GEF.

En sus resultados el grupo de trabajo WGI del IPCC muestra proyecciones por temperatura y precipitación en la región centroamericana para el escenario A1B. De acuerdo con éste, la media anual de temperatura sufrirá un aumento entre 1980 a 1999 y 2080 a 2099, el cual oscilará en la región, de 1,8° C a 5° C (véase el gráfico 2). Este gráfico muestra las anomalías de la temperatura entre 1901 y 2005 con respecto al periodo 1901-1950 para la subregión (línea negra) usando datos de los múltiples modelos (Multi Model Data o MMD,

**Gráfico 2**  
**VARIACIONES DE LA TEMPERATURA EN EL PERÍODO 2001 A 2100 PARA CENTROAMÉRICA RELATIVO A 1901-2005**



Fuente: IPCC, 2007 a (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Chapter 11, contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC, 2007.

por sus siglas en inglés), incorporando forzamientos conocidos (área roja) y las proyecciones de cambios de temperatura entre 2001 y 2100 por los MMD de acuerdo con el escenario A1B (área naranja). Las barras que se ubican a la derecha indican los cambios proyectados para el periodo 2091-2100: la azul representa el resultado según el escenario B1, la naranja según el escenario A1B y la roja de acuerdo con el escenario A2.

El promedio de los modelos regionales sugiere una disminución de las precipitaciones en la mayor parte del Istmo Centroamericano, donde la anomalía de la media anual de precipitación se espera que sea -9% de acuerdo con el escenario A1B a fines del siglo XXI. El promedio del multimodelo señala marcadas variaciones regionales. Tanto en este modelo promedio como en la mayoría de los modelos

aplicados se proyecta el descenso de la precipitación en todas las estaciones de año.

Los resultados de los modelos registran también que es probable que la frecuencia de ocurrencia de extremos meteorológicos y climáticos aumente en el futuro, así como la frecuencia e intensidad de huracanes en la Cuenca del Caribe.

Mediante el uso de siete modelos generales de circulación y los cuatro principales escenarios del SRES, en el AR4 se muestran los rangos correspondientes a los cambios en la temperatura y la precipitación para Centroamérica en dos “estaciones” del año (véase el cuadro 1). El incremento mayor en la estación húmeda sería de 6,6° C, mientras que la precipitación variaría entre una reducción de 30% y un incremento de 5%.

Cuadro 1 CAMBIOS PROYECTADOS EN TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PARA CENTROAMÉRICA 2020, 2050 y 2080			
Estación	Cambios en Temperatura ° C		
	2020	2050	2080
Seca	+0,4 a +1,1	+1,0 a +3,0	+1,0 a +5,0
Húmeda	+0,5 a +1,7	+1,0 a +4,0	+1,3 a +6,6
Estación	Cambios en Precipitación (%)		
	2020	2050	2080
Seca	-7 a +7	-12 a + 5	-20 a +8
Húmeda	-10 a + 4	-15 a + 3	-30 a +5

Fuente: IPCC (2007 b), (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), Climate Change 2007: Impact, Adaptation and Vulnerability, contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC, 2007.

Los primeros esfuerzos para generar proyecciones climáticas regionales en Centroamérica se iniciaron como parte de las Primeras Comunicaciones Nacionales en 1997, utilizando los escenarios de emisiones denominados IS92 del IPCC de 1996. Estos

escenarios fueron elaborados para Costa Rica, Honduras y Nicaragua (MARENA, 2001, SERNA, 2001, IMN-MINAE, 2001; citados por Fernández y otros, 2006) y para El Salvador y Guatemala (Centella y otros, 1998; Centella y

Herrera, 2000; citados por Fernández y otros, 2006).

En conclusión, desde 2001 estos países del Istmo Centroamericano iniciaron reportes formales y fueron capaces de generar escenarios de cambio climático. Estudios posteriores (Mata y Nobre; 2006; Fernández y otros, 2006) hicieron uso de los escenarios propuestos por el Tercer Reporte de Evaluación del IPCC, empleando los escenarios de emisiones SRES y el programa MAGICC /SCENGEN (Hulme y otros, 2000; Hulme y Sheard, 1999). En el gráfico 3 se observan ejemplos de la aplicación de estos escenarios con cambios proyectados en la temperatura anual para 2050 y 2080, en los escenarios A1, B1, A2 y B2, con respecto al período 1961 a 1990. Este análisis sugiere que las elevaciones de la temperatura podrían variar en la subregión entre 0,9° C y 2,8° C para 2050 y 1,2° C y 4,1° C en el año 2080. Lo anterior dependerá de la trayectoria de emisiones. La misma información para el caso de las precipitaciones, se muestra en el gráfico 4, proyectando variaciones dentro de la región para cada escenario, de tal forma que será probable encontrar aumentos de precipitación anual en ciertas zonas, como el sureste del Istmo, entre 2% y 6% para 2050 y 3% y 9% en 2080 según el escenario. Al mismo tiempo, el ejercicio evidenció la probabilidad de que en el resto del Istmo se registren reducciones sustanciales de precipitación anual de entre 8% y 18% en 2050 y entre 8% y 27% en 2080.

Más tarde, en el proyecto Impacts and Adaptation to Climate Change and Extreme Events in Central America (AIACC LA06) (Fernández y otros, 2006), coordinado por CRRH, se realizaron esfuerzos por estudiar las variables socioeconómicas y generar criterios para decidir acerca de los escenarios de

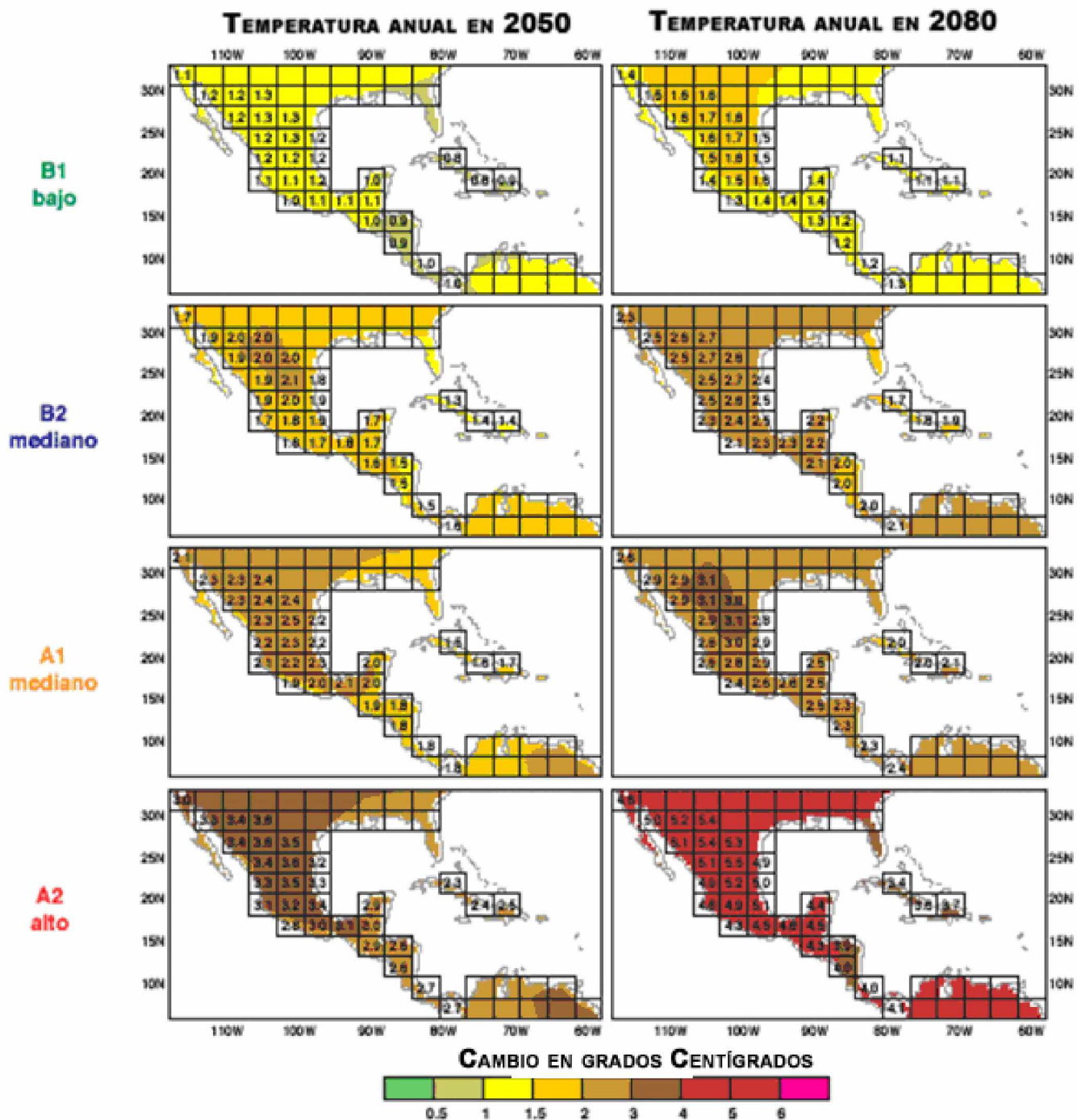
emisiones. Con este fin, se compararon las historias narrativas de los escenarios SRES con aspectos económicos y de población en Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá (Echeverría, 2004).

Este análisis sugirió entonces utilizar los escenarios de emisiones A2 y B2 y se construyeron los posibles escenarios de temperatura y aumento de nivel del mar, para dos horizontes temporales cada uno (véase el cuadro 2), usando cinco modelos climáticos de circulación general. El análisis de las proyecciones de la anomalía de temperatura tanto anual como estacional marca diferencias significativas a partir de mediados del siglo XXI, y prevé un incremento de entre 2,6 a 3,6° C para finales de este mismo siglo, lo que coincide con los resultados de los modelos regionales y promedio del multimodelo del AR4 WGI (2007). De acuerdo con los estudios del CRRH, el incremento del nivel medio del mar en la subregión centroamericana es lento a principios del siglo y más acelerado a mediados de éste, entre 37 y 44 cm para 2065 en comparación con lo que proyectan los modelos regionales del WGI ( $3,1 \pm 0,7 \text{ mm} / \text{año}^{-1}$ ).

El proyecto AIACC LA06, también produjo distribuciones espaciales de los cambios esperados en la precipitación utilizando varias metodologías, incluyendo técnicas de reducción de escala. Algunos resultados de este proyecto, se presentan en el gráfico 5, comparando la precipitación media anual observada entre 1961 y 1990, con tres horizontes futuros, para el escenario A2-ASF (usando el modelo Atmospheric Stabilization Framework). Nótese que mientras las lluvias tienden a disminuir con el tiempo al norte de Honduras, aumentan en el Caribe sur occidental, incluyendo partes de Costa Rica y Panamá.

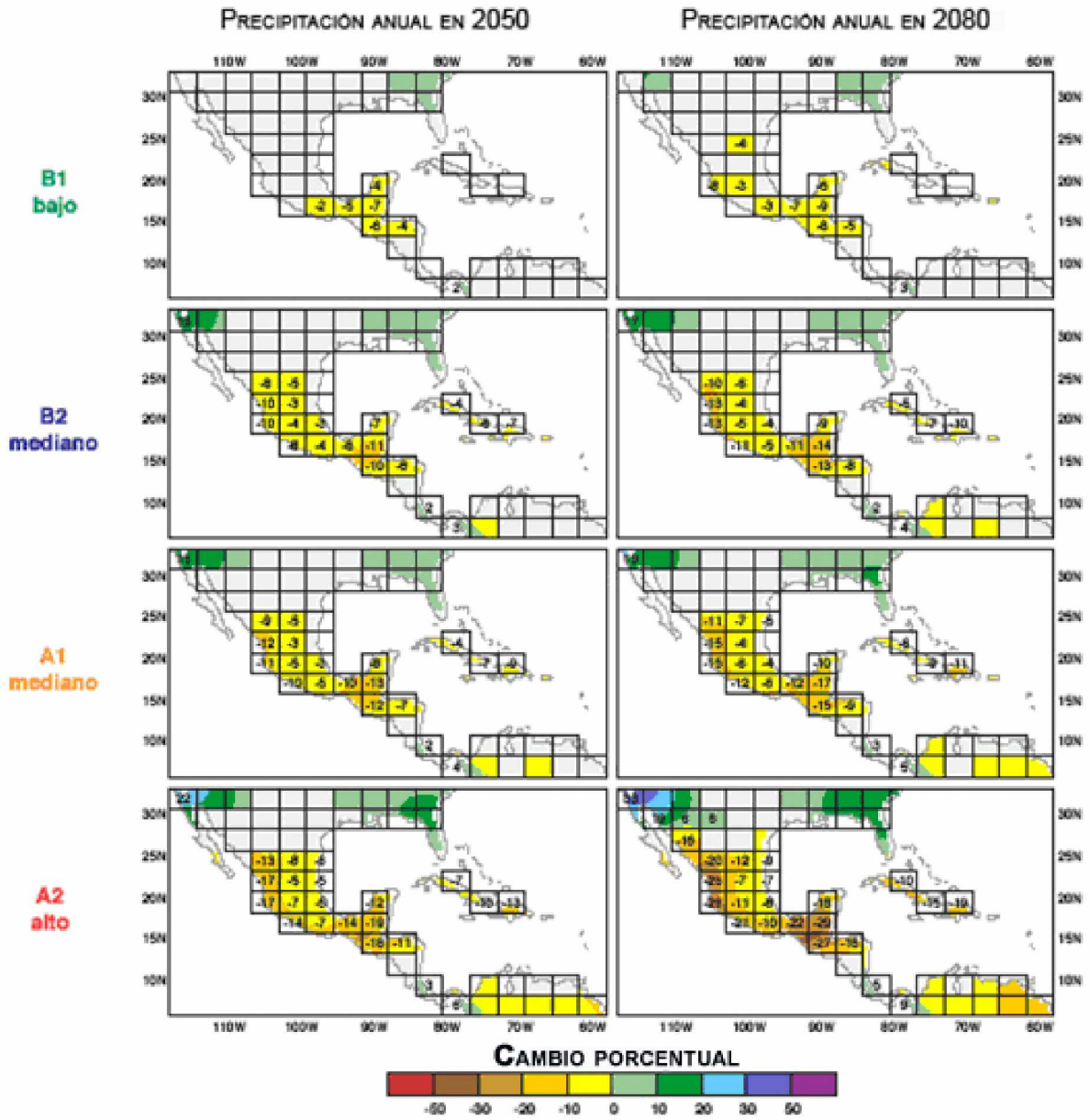


**Gráfico 3**  
**ESCENARIOS PARA MESOAMÉRICA, TEMPERATURA, 2050 Y 2080**



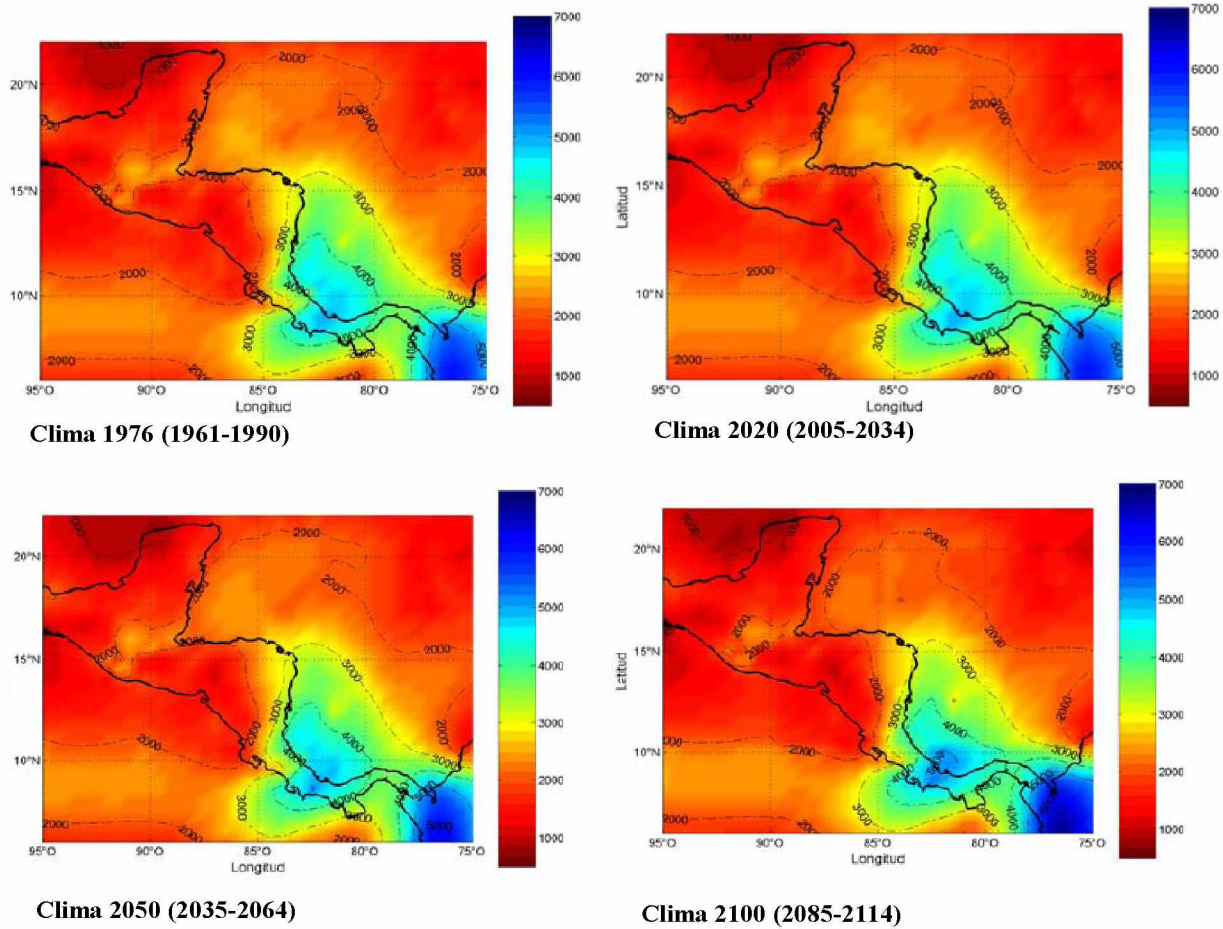
Fuente: M. Hulme y N. Sheard, 1999. *Escenarios de cambio climático para Mesoamérica*, folleto, Reino Unido, WWF, UEA

**Gráfico 4  
ESCENARIOS PARA MESOAMÉRICA, PRECIPITACIÓN 2050 y 2080**



Fuente: M. Hulme y N. Sheard, 1999. *Escenarios de cambio climático para Mesoamérica*, folleto, Reino Unido, WWF, UEA.

**Gráfico 5**  
**PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL HISTÓRICO Y HORIZONTES 2020, 2050, 2100**  
**ESCENARIO A2**



Fuente: AIACC-LA06, *Impacts and Adaptation to Climate Change and Extremes Events in Central America*, SICA, CRRH, UCR y Geophysical Research Center, 2006.

**Cuadro 2**  
**CAMBIOS EN TEMPERATURA Y EL NIVEL DEL MAR, ESCENARIOS A2 Y B2,**  
**2050, 2065 Y 2100**

Horizonte de tiempo	2050		2065		2100	
	A2	B2	A2	B2	A2	B2
Escenario de emisiones	A2	B2	A2	B2	A2	B2
Aumento de temperatura (°C)	1,5	1,5	–	–	3,6	2,6
Aumento en el nivel del mar (cm)	18	18	37	44	–	–

Fuente: Jaime Echeverría, 2006. *Selección de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero para desarrollar escenarios de cambio climático en Centroamérica*, San José, Costa Rica, CRRH/UCR/CIGEFI/AIACC-LA06, 2004; AIACC-LA06, *Impacts and Adaptation to Climate Change and Extremes Events in Central America*, SICA, CRRH, UCR y Geophysical Research Center.

Otra contribución importante es el trabajo realizado en el marco del proyecto Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba, coordinado por CATHALAC y con el apoyo del GEF. Utilizaron la combinación de resultados de varios modelos globales con la técnica de reducción de escala, conocida como Statistical Downscaling System Model (SDSM);<sup>6</sup> para crear escenarios puntuales referidos a las áreas piloto del estudio, en varios casos correspondientes a cuencas prioritarias. Completaron el ejercicio con un análisis de los cambios proyectados mediante el uso del modelo dinámico PRECIS<sup>7</sup> forzado lateralmente con las salidas del modelo Hadley CM3 bajo condiciones del SRES A2 para 2070–2099 (CATHALAC/PNUD/GEF, 2007).

En dicho estudio se encontró que: *a*) a nivel regional, la tendencia es que los totales anuales de precipitación disminuyan para ambos escenarios (A2 y B2), a excepción de México y Panamá que reportan ascensos o incluso pueden presentar muy poca variación; *b*) la temperatura máxima absoluta podría elevarse en ambos escenarios (A2, B2) entre 1 y 3° C en abril y mayo; *c*) los eventos de las temperaturas máximas absolutas superiores a 38° C, serían superados significativamente en la mayoría de los países; *d*) la amenaza del clima tiene un comportamiento progresivo creciente; *e*) el incremento de la población de la región podría originar desequilibrios en la oferta de agua potable, y más grave aún al asociar este aumento de población con los cambios de

clima, y su repercusión en los grupos más vulnerables; *f*) el uso inadecuado de los recursos naturales, además de impactar negativamente sobre los ecosistemas, amplía la vulnerabilidad de la población al presentar un alto riesgo de contraer enfermedades mediante el consumo de agua contaminada; *g*) en algunos países, se estima que es probable que la producción de maíz en el escenario pesimista pueda disminuir significativamente; *h*) en el sector forestal, es probable que las condiciones climáticas tiendan a empeorar la sequedad de épocas de verano, y con ello se tengan más condiciones potenciales para incendios para el 2015 y de manera más drástica para el 2050; *e i*) la mayor amenaza para la agricultura de la región sería la disminución de la humedad de los suelos.

En resumen, los diferentes estudios realizados hasta la fecha coinciden en que la temperatura al final del siglo XXI aumentará, dentro de un rango de 1°C a 6,6°C. En el caso de las precipitaciones, todos los estudios apuntan a una reducción en su nivel medio anual en la zona norte del Istmo, y poca variación o un posible incremento en la zona sur.

### 3. Impactos observados y esperados en Centroamérica

#### a) Resultados del IPCC

Mediante los estudios del IPCC se espera que los rendimientos de numerosos cultivos de diversas partes de la región disminuyan aún con los efectos de fertilización del CO<sub>2</sub> y la implementación de medidas moderadas de adaptación a nivel productor. La agricultura en el Istmo Centroamericano es una actividad económica importante que representa alrededor del 10% del producto interno bruto de la región.

<sup>6</sup> Véase

<http://www.cics.uvic.ca/scenarios/>

<sup>7</sup> El Instituto de Meteorología de Cuba ha dado acceso a los países en Mesoamérica a las salidas del modelo de alta resolución PRECIS (<http://precis.insmet.cu/Precis-Caribe.htm>).

De acuerdo con un estudio global (Parry y otros, 2004), si los efectos de fertilización del CO<sub>2</sub> no se consideran, los rendimientos de producción de granos podrían disminuir hasta un 30% para el 2080 bajo el escenario A1FI, y el número adicional de personas en riesgo de hambre bajo el escenario A2 es probable que alcance 5, 26 y 85 millones en 2020, 2050 y 2080, respectivamente (Warren y otros, 2006).

En términos de seguridad alimentaria, un número significativo de productores de subsistencia y de pequeña escala serían particularmente vulnerables al cambio climático en el corto plazo y sus opciones de adaptación serían muy limitadas. Los productores del Istmo Centroamericano, serían especialmente vulnerables donde se han reportado tendencias a la aridez.

Los impactos proyectados afectan también al sector hídrico. Por una parte, se incrementaría el número de personas que habitan áreas con estrés hídrico, como el valle de Motagua, el Pacífico de Costa Rica y la península de Azuero en Panamá, pero también se reduciría la capacidad de generación hidroeléctrica, que es una fuente de energía muy importante para la subregión. En particular el Istmo Centroamericano podría experimentar una declinación de entre 10% y 20% de la escorrentía.

Otros impactos proyectados a futuro incluyen el aumento en el nivel del mar y su consecuente impacto sobre las zonas costeras. En el futuro, se observarán consecuencias adversas en las zonas costeras bajas de El Salvador y en la disponibilidad de agua potable en la costa del Pacífico de Costa Rica. En cuanto al turismo costero, los países con mayores impactos serán aquellos en los que el PIB de este sector contribuya significativamente a la balanza de pagos y al empleo.

Finalmente, se encuentran los impactos sobre la biodiversidad y los bosques, así como sobre la salud humana, que se espera sean significativos. En este sentido, hay que destacar la riqueza de los bosques de la región, que son considerados por la ONG Conservación Internacional como el tercer *hotspot* de biodiversidad más grande del mundo. Incluye especies espectaculares, como monos aulladores y quetzales, así como más de 17000 especies de plantas. Es además un corredor de aves neotropicales migratorias.

Los cambios de temperatura en los bosques de niebla podrían tener efectos sustanciales en la diversidad y la composición de las especies. Por ejemplo, en el bosque de niebla de Monteverde, Costa Rica, estos cambios ya están ocurriendo. La disminución de días con niebla se ha asociado fuertemente con una disminución en las poblaciones de anfibios (20 de 50 especies) y probablemente también suceda en las poblaciones de pájaros y reptiles (Pounds y otros, 1999). Estudios de modelación han revelado que los rangos ocupados por especies se convertirán en no aptos para ellas según vaya cambiando el clima (IUCN, 2004).

Las evaluaciones regionales de los impactos de cambio climático en la salud en el Istmo Centroamericano indican que las preocupaciones preponderantes se concentran en el estrés de calor, la malaria, el dengue, el cólera, entre otras. La malaria continúa siendo un riesgo serio para la salud en América Latina, en donde 262 millones de personas (31% de la población) vive en regiones tropicales y subtropicales con riesgo potencial de transmisión, de 9% en Argentina hasta 100% en El Salvador (PAHO, 2003). Algunas proyecciones, resultado de escenarios de emisiones del SRES y de escenarios económicos, señalan probables disminuciones en la temporada de

transmisión de la malaria en áreas en las que se proyecta un descenso en la precipitación, como en el Amazonas y en el Istmo Centroamericano, mientras que en Bolivia y Nicaragua se ha proyectado un incremento en la incidencia de la malaria para el 2010. Los mayores riesgos para la salud en el 2030 para Centro y Sudamérica serán muertes por inundaciones costeras, diarrea, malaria y dengue.

### **b) Estudios específicos nacionales**

Los eventuales efectos del cambio climático sobre la agricultura, los recursos hídricos, la salud y los bosques han sido estimados en el Istmo Centroamericano valorando diferentes escenarios. En Guatemala se estimó, mediante varios escenarios, que podrían darse aumentos o reducciones en la producción agrícola. En el escenario con un ascenso de temperatura de 3,5° C, y un declive de lluvia de 30% se dieron disminuciones significativas en el caso del maíz de hasta un 34%, en el frijol de hasta 66% y en arroz hasta del 27%. En Costa Rica, mediante los modelos del Centro Hadley, usando los programas MAGICC y SCENGEN y tres escenarios (optimista, moderado y pesimista) se determinó que en el caso del arroz, la papa y el frijol ocurrían bajas en el rendimiento conforme se incrementaba la temperatura. En el caso del café en Costa Rica los rendimientos tendían al aumento con la elevación de la temperatura. En Panamá, se utilizó un modelo Hadley para determinar que los rendimientos del maíz aumentarían casi 10% en el 2010, para luego disminuir 34% en el 2050 y finalmente caer a 21% en el 2100, todo con respecto a la productividad actual. En el caso hondureño, un estudio determinó que se reducirán los rendimientos en el caso del maíz en un 22% en el año 2070.

En la subregión hay algunos casos donde se han estimado también los impactos de los cambios esperados en temperatura y precipitación sobre la escorrentía. En Guatemala se utilizó un modelo conocido como MOD-BAL, desarrollado por la UNESCO, combinado con otro llamado CLIRUN (*climate runoff model*, en inglés), que modela y simula el comportamiento de la escorrentía de acuerdo con el clima para predecir la escorrentía futura al año 2030. Los resultados indican que bajo un escenario pesimista, la escorrentía en ciudades como Guatemala, Quetzaltenango y Mazatenango podría disminuir hasta en un 50%. Los escenarios optimistas, por el contrario, predicen un aumento en escorrentía de hasta un 15%, mientras que escenarios normales indican una disminución del 10%. Estos resultados coinciden con los encontrados en Costa Rica donde aplicaciones del CLIRUN arrojaron conclusiones variadas, tanto en aumentos como en disminuciones de la escorrentía. Finalmente, en Nicaragua, se vincularon los cambios en escorrentía con los cambios en generación de hidroelectricidad del proyecto el Carmen, para los años 2010, 2030, 2050, 2070 y 2100. Los resultados pronostican reducciones en la generación de electricidad que van desde 12%, en los escenarios optimista y moderados en el 2010, hasta disminuciones de 60% en el escenario pesimista para 2100.

En Guatemala fueron estudiados los impactos sobre la salud, mediante el índice Bultó, desarrollado en Cuba. Así, se estimó el comportamiento futuro de enfermedades por medio de variables climáticas. El periodo que va de 1961 a 1990 fue considerado como la línea base, mientras que el clima registrado entre 1990 y 1999 fue denominado clima actual. Los cambios en estas variables se calcularon mediante escenarios de clima y se investigó el impacto potencial sobre las infecciones respiratorias agudas (IRA), las enfermedades diarreicas

agudas (EDA) y la malaria. Un resultado notable es que, al ocurrir un cambio en el clima, estas enfermedades no siguen sus respectivos patrones estacionales. Por ejemplo, las IRA mostraron una tendencia a aumentar su frecuencia al inicio de la época lluviosa.

En el sector forestal, los resultados cambian de acuerdo con los supuestos utilizados y los escenarios estimados. En un escenario optimista, en Guatemala se registraría una disminución de las zonas semiáridas; en un escenario pesimista, se ampliarían esas zonas, sobre todo en el altiplano y el suroeste del país. En Costa Rica se estudió el impacto que tendría el cambio climático en la distribución de zonas de vida, de acuerdo con el sistema de

clasificación de Holdridge y con los mismos modelos y escenarios que para el caso de la agricultura. Éstos mostraron que las zonas de vida <sup>8</sup> de los pisos altitudinales tropicales y montanos disminuirían, mientras que los pisos premontanos aumentarían.

Los esfuerzos para realizar ejercicios de modelaje climático regional de los impactos físicos en el Istmo Centroamericano, en cuanto a temperatura, precipitación y nivel del mar, han dado sus primeros frutos con rangos de resultados y mayor incertidumbre por la precipitación. De forma similar, hay estimaciones iniciales sobre los impactos en sectores sensibles al cambio climático, como la producción agrícola, la disponibilidad de agua, la salud y los bosques.

---

<sup>8</sup> Las zonas de vida son áreas donde las condiciones ambientales son similares de acuerdo a parámetros de precipitación, evapotranspiración y temperatura.





## IV. UTILIZACIÓN DE MODELOS DE EVALUACIÓN INTEGRADA

La elaboración de un estudio sobre los costos y beneficios de emprender acciones encaminadas a adaptar y mitigar el cambio climático en Centroamérica requerirá la utilización de algún modelo que incorpore todos los aspectos de este fenómeno, como son los impactos en los sectores y los costos, entre otros. En razón de las características especiales de Centroamérica, la selección de dicho modelo o modelos exige la realización de un análisis particular.

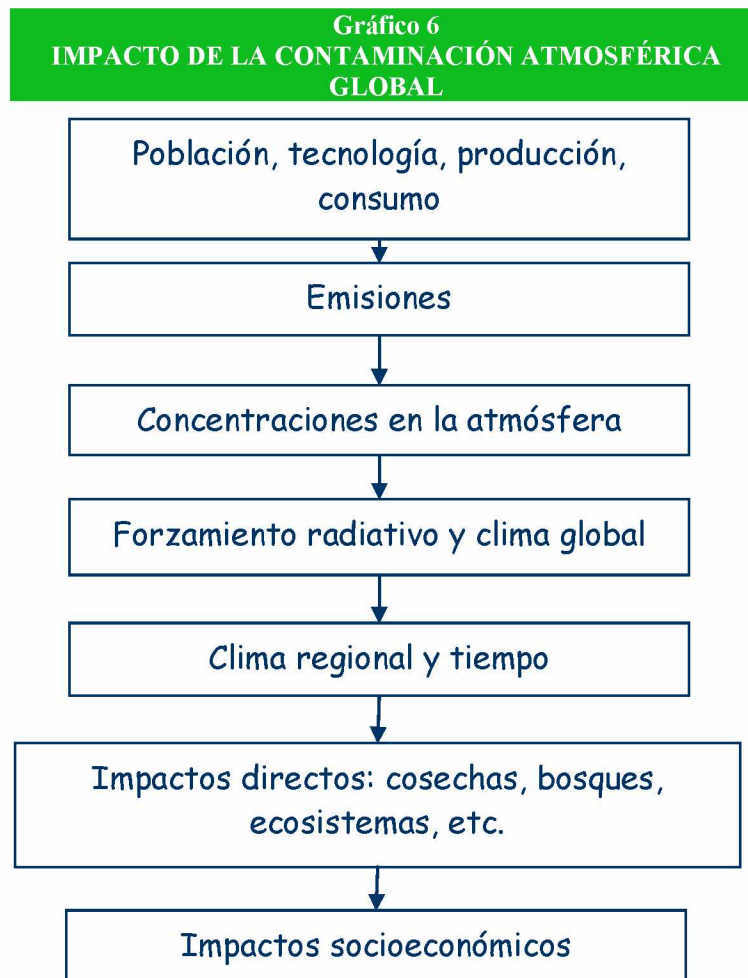
En el marco de este estudio de factibilidad, se analizó la opción de utilizar modelos de evaluación integrada. Al iniciarse la fase II, se prevé considerar otras opciones de análisis macroeconómico.

### 1. Generalidades

Los Modelos de Evaluación Integrada (MEI O IAM, por sus siglas en inglés) son de carácter matemático y su objetivo es representar interacciones complejas entre escalas temporales y espaciales, procesos y actividades (IPCC, 2007b). Estos modelos consideran los factores socioeconómicos, demográficos, tecnológicos y de producción y consumo que causan los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, y que junto con los ciclos biogeoquímicos y la química atmosférica determinan las concentraciones atmosféricas de dichos gases, el forzamiento radiactivo y sus implicaciones para el clima global y regional, así como los impactos en los sistemas biofísicos y en la economía mundial y regional (Parson y Fisher–Vanden, 1995; Hope, 2005).

Usando el enfoque de la metodología de vías de impacto, se puede construir un esquema para el caso de evaluar los impactos de gases de efecto invernadero (véase el gráfico 6). Los MEI que se incluyen en esta evaluación de viabilidad para su posible aplicación en el Istmo Centroamericano son DICE/RICE 99, FUND 2.9, PAGE 2002, y MERGE, ya que éstos fueron los modelos examinados y revisados por el Tyndall Centre como parte de los estudios previos para la realización del Stern Review.

Estos modelos son simplificaciones muy grandes de los sistemas naturales y sociales, por lo que es importante conocer sus limitaciones. Parson y Fisher–Vanden (1995) recomiendan tener en cuenta que hasta el MEI más ambicioso está basado en submodelos con grandes simplificaciones de los sistemas naturales y sociales. Las principales limitaciones se relacionan, por una parte, con el hecho de que los sistemas naturales y económicos son grandes, complejos y caóticos; por otra, el conocimiento científico no es completo y aspectos como la vida humana o la biodiversidad son difíciles de cuantificar; además, en materia de cambio climático, las consecuencias de las políticas adoptadas no se conocerán en su totalidad hasta dentro de décadas o siglos.



Fuente: J. B. Smith y otros, 2001. "Vulnerability to climate change and reasons for concern: a synthesis", *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press.

Los MEI constituyen una herramienta para apoyar la toma de decisiones en cuanto a los impactos de cambio climático a nivel regional y global considerando distintos sectores (con mercado y sin mercado), políticas de reducción de emisiones y su costo/efectividad y costo/beneficio, el costo social del carbón, así como, en algunos casos, posibles políticas de adaptación. Los MEI no son modelos predictivos, más bien crean escenarios probables de lo que podría ocurrir bajo condiciones de cambio climático, y proveen información de difícil

construcción con otras herramientas de análisis (Parson y Fisher-Vanden, 1995).

Por su enfoque integrador, el nivel de detalle y resolución es necesariamente burdo, y no están pensados originalmente para responder preguntas a nivel país (si se exceptúan las grandes potencias), sino para arrojar evaluaciones de grandes regiones asumiendo como marco el contexto global, lo cual les da una característica estratégica. Estos modelos proveen una manera relativamente sencilla de abordar el

problema multidimensional que el cambio climático representa, generando escenarios posibles que ayuden a la toma de decisiones y a la evaluación de impactos y políticas.

Es necesario tener en cuenta que todos los MEI disponibles se han formulado desde la perspectiva de los países desarrollados cuyos intereses y preocupaciones sobre cambio climático no coinciden necesariamente con los de los países en desarrollo.

De manera adicional a la estimación de impactos, el mayor esfuerzo se ha concentrado en la evaluación de políticas de control de emisiones y búsqueda de políticas óptimas para alcanzar objetivos tanto en emisiones como en temperaturas, así como para la evaluación de impuestos eficientes al carbono y hasta estimar precios futuros de los bonos de carbono. Sin embargo, como se comenta más adelante, la mayoría de los MEI no abordan de forma explícita la adaptación ni su evaluación económica, y en los casos que sí lo hacen, el enfoque ha sido criticado. Asimismo, ninguno de los MEI modela eventos extremos ni abarca de manera explícita sus impactos.<sup>9</sup> Ninguno de los MEI disponibles modela precipitación ni incluye impactos por cambios en esta variable o eventos asociados como sequías o precipitaciones extremas e inundaciones. Tampoco se refieren a los impactos asociados con el fenómeno de ENOS, ni permiten experimentar cuáles serían los efectos de posibles modificaciones en su frecuencia bajo condiciones de cambio climático. Como ya se mencionó, los eventos extremos y el ENOS son factores fundamentales para Centroamérica y se

---

<sup>9</sup> Aquí se distingue eventos extremos de discontinuidades o sorpresas climáticas que algunos de los MEI (DICE/RICE y PAGE2002) consideran parcialmente.

espera que muchos de los impactos del cambio climático se expresen por conducto de estos fenómenos.

Además, en algunos casos, aunque se aborde un sector de interés para la región, los elementos incluidos para la estimación de las consecuencias del cambio climático pueden ser muy distintas a las que se esperaría en una región en desarrollo.

## 2. Tratamiento de la incertidumbre

Con excepción del modelo PAGE 2002, cuyo enfoque es probabilístico, el resto de los MEI son determinísticos (Warren y otros, 2006a).<sup>10</sup> Esto representa importantes limitaciones. Primero, la incertidumbre es inherente tanto a los escenarios de cambio climático como a las proyecciones de variables socioeconómicas. No existe un escenario de cambio climático “verdadero” o más probable (al menos de manera objetiva). Al no considerar la incertidumbre, las estimaciones que se realicen sobre el riesgo que una región o sector enfrentaría bajo condiciones de cambio climático serán necesariamente limitadas y potencialmente sesgadas, ya que se basan en una sola realización de un proceso con componentes fundamentalmente estocásticos (véase Gay y Estrada, 2007).<sup>11</sup> En este caso se está dejando de comunicar información potencialmente relevante al tomador de decisiones y se está cambiando incertidumbre por ignorancia (Schneider, 2003).

---

<sup>10</sup> Aunque el FUND tiene la posibilidad de realizar análisis de incertidumbre por el método Monte Carlos, habilitando esta opción directamente en el código fuente (Turtós, 2008).

<sup>11</sup> Los argumentos que aquí se expresan están tomados de dicho artículo.

Por otra parte, cuando se producen estimaciones probabilísticas, la cantidad de información y las medidas de riesgo que se obtienen son muy variadas y se pueden acoplar más a las necesidades de información para la toma de decisiones. La estimación de riesgo necesariamente involucra la estimación de probabilidades, operación que no es factible bajo un enfoque determinístico.

Finalmente, el enfoque probabilístico es conveniente cuando se tiene información limitada sobre variables de entrada, parámetros y calibraciones, como ocurre en el caso de las funciones de impacto para distintas regiones o sectores y en la representación de fenómenos complejos como los que integran los modelos de clima. Como se muestra en el caso del MERGE, las estimaciones de impacto resultan altamente sensibles a las suposiciones que se realicen sobre los parámetros. En el caso de Centroamérica, en donde se supone que la información es relativamente escasa, éste es un factor muy importante para la elección del tipo de modelo que resultaría conveniente aplicar. Se menciona en Hope (2006) que los resultados basados en un solo valor o un *best guess* pueden ser peligrosamente engañosos y por lo tanto se debería presentar al tomador de decisiones un rango de resultados probables. El modelo PAGE2002 explota de forma muy interesante esta característica y es el MEI que menor cantidad de información precisa requiere.

Por otra parte, el enfoque probabilístico genera escenarios de cambio climático que reflejan de mejor manera el rango de los posibles aumentos en la temperatura global mostrados en el Cuarto Reporte de evaluación del IPCC.

### 3. Escenarios de clima y funciones de impacto en los MEI

De acuerdo con el Cuarto Reporte de evaluación del IPCC (2007), dependiendo del escenario de emisiones que se escoja, para el 2100 la temperatura global se elevaría en un rango de 1,8° C a 4° C, aunque no se descartan aumentos de hasta 6,4° C. Ninguno de los modelos determinísticos (RICE, FUND Y MERGE) cubre el rango descrito por el IPCC y las temperaturas más altas que alcanzan son ligeramente superiores a los 3° C en el 2100, inclusive bajo los escenarios con mayores emisiones<sup>12</sup> considerados por el IPCC en el reporte SRES. Los escenarios producidos con estos modelos resultan optimistas y, por lo tanto, podrían llevar a subestimaciones en los resultados. Esto se debe en parte a que los modelos se hicieron con información anterior al año 2000 y están calibrados para una sensibilidad media (2,5° C de incremento en la temperatura global al equilibrio ante una duplicación de las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>). Los modelos RICE Y FUND consideran el escenario *marker* como representativo para cada familia, mientras que el MERGE no utiliza los escenarios de emisiones del SRES. El modelo PAGE2002 por *default* contempla únicamente el escenario de emisiones A2 (aunque se podría correr para cualquier otro). Sin embargo, gracias a su enfoque probabilístico, PAGE2002 captura mejor el rango de valores mostrados por el IPCC y un incremento en la media superior a los anteriores (ligeramente menor que 4° C). Aun así, es importante notar que los extremos resultan ser menos probables que los centrales.

---

<sup>12</sup> Familias de escenarios de emisiones del IPCC (SRES) A1 y A2.

De acuerdo con la revisión de las funciones de impacto realizada por Warren y otros (2006a), estas funciones de la mayoría de los MEI se calibraron con base en estudios realizados para Estados Unidos y después se escalaron para las restantes regiones del mundo, y ello determina que las estimaciones de impacto para regiones distintas sean cuestionables. Los efectos en los sectores de mercado y no-mercado en el DICE/RICE y MERGE están calibrados utilizando un estudio de impacto para Estados Unidos solamente, y es el que se usa para inferir los impactos en otras regiones. El PAGE2002 está calibrado usando las estimaciones contenidas en el Tercer Informe de evaluación del IPCC que a su vez se deriva de extrapolaciones de los estudios para Estados Unidos. El FUND es el único que cuenta con calibraciones para sectores y regiones específicos, pero también, en general, se basan o reciben una fuerte influencia de estimaciones para un solo país o región.

Haciendo comparaciones con el estudio “Understanding the Regional Aspects of Climate Change” realizado por Warren y otros (2006b), se observa que las estimaciones que generan los MEI podrían representar visiones optimistas de los impactos documentados en la literatura. En particular, los modelos DICE/RICE y FUND serían los más optimistas (Warren y otros, 2006a). Esto ocurre porque en general las funciones y parametrizaciones de los MEI se apoyan en literatura del año 2000 o anterior, no abarcan todos los impactos (por ejemplo, sólo el RICE y PAGE 2002 contemplan discontinuidades climáticas) y los impactos se ven como transitorios, y por lo tanto, sólo tienen efecto en el período en el que ocurren sin calcular el costo permanente de la pérdida. En el caso de evaluaciones de biodiversidad esto es muy importante porque no refleja los costos de pérdidas permanentes de especies.

En el mismo estudio mencionado se argumenta que los resultados de los modelos también están directamente afectados por la forma funcional que se escoja para las funciones de impactos. Esta forma funcional, en el mejor de los casos, se ha escogido con base en conceptos teóricos y en otros de manera totalmente arbitraria: las funciones de daño en el MERGE y DICE/RICE son cuadráticas, mientras que en el FUND toman una variedad de formas teóricas y en el PAGE2002 varían de forma probabilística entre lineales y cúbicas.

En el artículo que describe el modelo MERGE, Manne y Richels (2004) enfatizan la existencia de un componente significativo de arbitrariedad en las funciones de impacto y las parametrizaciones, pero este tipo de modelos constituyen una importante herramienta de apoyo en la toma de decisiones, la evaluación de impactos de cambio climático y el análisis de políticas.

#### **4. Adaptación**

Pese a que la adaptación es esencial para disminuir los impactos de cambio climático—tanto de los que ya se están presentando, como de los que resultan inevitables dadas las concentraciones atmosféricas y emisiones actuales— y de que los beneficios de adaptación se experimentan de manera mucho más pronta que los que se obtendrían al mitigar, los MEI actuales han ignorado casi totalmente la modelación de la adaptación (Burton y otros, 2008; Berkhout, 2005). El único modelo que tiene un módulo específico (opcional) para simular adaptación es el PAGE2002.

La adaptación, particularmente en los países en desarrollo, debe tener una importancia por lo menos igual a la de la mitigación, tanto en los estudios sobre

cambio climático, como en la toma de decisiones y la creación de políticas públicas. El retraso en crear agendas enfocadas a la adaptación, provocará un aumento en los costos de los impactos de cambio climático e incrementará el riesgo para la humanidad (Dickinson, 2007).

Los MEI, en general, asumen que los agentes utilizan sus propios recursos y capacidades para adaptarse sin intervención externa (gobierno), de tal forma que la adaptación se modela de forma implícita. En general, los MEI son optimistas en cuanto a las adaptaciones autónomas, y ésta es una de las razones por las que la evaluación de costos en estos modelos podría estar subestimada. La manera en que se aborda adaptación en los MEI ha sido severamente criticada, ya que no toma en cuenta que la adaptación debe ser considerada en su contexto específico, no distingue entre adaptación anticipada y reactiva —así como las diferencias en costos implicadas en cada caso— y asume que las medidas de adaptación que se instrumentan son “eficientes”, lo que implica que no hay costos por errores en la elección de medidas o su implementación (Lorenzoni, 2006; Adger, 2006).

## 5. Regiones y sectores

Los MEI disponibles asumen independencia entre las regiones en el sentido de que, por ejemplo, los impactos en la economía en una región no afectan a las demás, o de que la reducción/aumento en el crecimiento de una región no tiene efecto sobre las otras, aunque en los modelos de “optimización”, como el DICE/RICE y el MERGE, se supone que hay cooperación entre las regiones para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En el caso del MERGE, existe cierta interacción entre regiones ya que modela el comercio entre éstas bajo el

paradigma de bienes uniformes de Heckscher–Ohlin.<sup>13</sup>

Por otra parte, los MEI tienen en cuenta distintas regionalizaciones para la evaluación de impactos potenciales de cambio climático. Las razones empleadas en los MEI para definir regiones son geográficas (FUND, PAGE2002 o por grado de desarrollo económico (RICE, MERGE). La cantidad de regiones incluidas en los modelos es: 16 regiones en el FUND (geográfica), ocho en el RICE (económico), ocho en el PAGE2002) (geográfica), y cinco en el MERGE (económico).

Las principales interrogantes a las que debe responder la regionalización se resumen así: ¿en qué medida la información disponible permite incluir más regiones?, ¿cuánto se gana en interpretación y comparabilidad con las distintas regionalizaciones que incluyen los MEI disponibles?

Por una parte, un enfoque económico, como el del RICE o el MERGE, posee ventajas en el sentido de que los grupos de países tienen un nivel de desarrollo parecido y, presumiblemente, una similar capacidad para enfrentar al cambio climático. Además, los resultados en términos de reducción del PIB por cambio climático serían más fáciles de interpretar y de “reducción de escala” a los países que componen la región, ya que se suponen economías con un alto nivel de homogeneidad. En cambio, esto no queda tan claro desde el punto de vista de las vulnerabilidades por factores físicos y la agrupación no tiene justificación en términos climatológicos.

Por ejemplo, las características físicas y biofísicas de México y Turquía son muy

---

<sup>13</sup> En el RICE el único intercambio que existe entre regiones es el de bonos de carbono.

distintas y por lo tanto también los sectores de interés, su grado de vulnerabilidad y capacidad de adaptación. Todos los modelos con regionalización económica asumen que los impactos de cambio climático serán función de la temperatura global. Esto es cuestionable ya que se sabe que el calentamiento será diferenciado, inclusive con regiones geográficas con posibilidades de enfriamiento, y por lo tanto el tipo y magnitud de los impactos también será diferenciado. Difícilmente se podría argumentar que los países de la extinta Unión Soviética y el África subsahariana, por ejemplo, comparten similitudes en clima presente y futuro, y en el tipo y magnitud de impactos que se presentarían bajo cambio climático o en condiciones actuales.<sup>14</sup> Asimismo, la mayoría de los impactos por discontinuidades climáticas, como los que se presentarían si se detuviera la Corriente del Golfo, tienen una diferenciación geográfica importante.

Aun cuando al utilizar una regionalización geográfica se pierde en gran medida la homogeneidad en condiciones económicas, existe la ventaja de que las características biofísicas y climáticas serían más similares. A su vez, la agregación utilizada es similar a la que se emplea en análisis económicos regionales realizados por instituciones como las de Naciones Unidas, y por lo tanto los resultados serían fácilmente comparables. Claramente, para obtener estimaciones para subregiones de interés sería necesario utilizar algún método para reducir la escala de resultados obtenidos.

---

<sup>14</sup> Es importante recordar que todos los modelos, excepto el PAGE2002, utilizan únicamente la temperatura global en las estimaciones para cada región. Las agrupaciones regionales que se mencionan son las del modelo RICE.

La división en regiones geográficas del modelo PAGE2002 permite una estimación de los cambios regionales en temperatura y, por tanto, es posible hacer que los impactos varíen de acuerdo con la tasa de cambio y magnitud del calentamiento regional.

Es conveniente analizar si la relación entre el aumento en complejidad debido al incremento de regiones en los modelos disponibles proporciona algún beneficio adicional. De hecho, con base en la regionalización del FUND, la región definida para Centroamérica (que además incluye México) es diversa en términos económicos, climáticos y de vulnerabilidad, por lo que habría que utilizar algún método de desagregación para obtener estimaciones válidas, de modo que, en principio, los beneficios no son muy claros.

Es importante tomar en cuenta que, salvo que se realizara un esfuerzo particular para mejorar las calibraciones para una subregión, a través de generación de conocimiento sobre los sectores y sus sensibilidades frente a cambio climático, aun la división más fina de las regiones no contribuiría a mejorar los resultados o su interpretación y resultaría, en gran medida, artificial.

Con respecto a los sectores que abarcan los modelos, hay dos estrategias para incluir los impactos en los MEI analizados (véase el cuadro 3). La primera (PAGE2002 y MERGE) consiste en renunciar al detalle y dirigir los esfuerzos en obtener una estimación agregada con bajos requerimientos de información. En la segunda (DICE/RICE, FUND), se busca obtener estimaciones particulares para sectores de interés, por lo que el requerimiento de información necesario para que las estimaciones sean creíbles aumenta de manera considerable.

Cuadro 3 SECTORES INCLUIDOS EN LOS MODELOS MEI CONSIDERADOS	
Modelo	Sectores
PAGE2002	Económico y no económico
MERGE	Económico y no económico
FUND	Agrícola, forestal, agua, energía (consumo), zonas costeras, ecosistemas, salud humana (diarrea, enfermedades por vector, cardiovasculares y respiratorias)
DICE/RICE	Agrícola, forestal, energía, agua, construcción, pesquerías, recreación al aire libre, zonas costeras, ecosistemas y mortalidad por enfermedades relacionadas con el clima y contaminación.

Fuente: Francisco Estrada Porrúa, 2008, "Análisis de factibilidad para la elaboración de un estudio de costos de cambio climático en América Central", *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica, Fase I*, Ciudad de México, Convenio CEPAL/DFID.

Es importante analizar no sólo los sectores que los MEI cubren, sino también los supuestos formulados sobre el sector y los probables impactos en el interior de este último. Por ejemplo, en los modelos FUND y RICE los impactos en el sector energía dependen únicamente del incremento en la demanda por clima controlado, es decir, de los costos que implicaría una mayor necesidad de enfriamiento y calentamiento de espacios para provecho humano. Es evidente que estas estimaciones dejan fuera los impactos por la potencial reducción en la precipitación y disponibilidad de agua para la generación hidroeléctrica, que resultarían potencialmente muy costosos para la subregión.

También es necesario revisar algunas de las suposiciones clave sobre las estimaciones de impactos en cada sector y si éstas son razonables para la subregión. Por ejemplo, en agricultura los modelos FUND y el RICE asumen una alta fertilización por el aumento en CO<sub>2</sub>, lo que podría subestimar los daños en el sector. En el caso del FUND en el sector agua plantea que en todas las regiones se da un progreso tecnológico que lleva a una disminución en la sensibilidad del sector al cambio climático a tasas de 0,5% anual (25% en 50 años).

Además, ninguno de los MEI permite interacción explícita entre los sectores. En el caso del PAGE2002 se asume que, al utilizar estimaciones de daños altamente agregadas, se capturan los efectos de interacción entre (y en el interior) de los sectores económicos y no económicos.

Finalmente, es importante tomar en cuenta que cualquier aumento en el nivel de detalle, tanto en el número de regiones como en el de sectores, necesariamente debe estar sustentado por la disponibilidad de mayor información, ya que en caso contrario no habría un beneficio claro en cuanto al significado de las estimaciones y reducción de incertidumbre. Es conveniente recordar que, como se mencionó en la parte de funciones de impacto, las calibraciones de todos los MEI disponibles se apoyan básicamente en los mismos estudios, con información muy limitada para regiones distintas a Estados Unidos. Por lo tanto, se debe analizar si realmente se gana mayor información al utilizar modelos de mayor complejidad, dada la cantidad de fuentes de incertidumbre, sus magnitudes y la cantidad y calidad de la información disponible. Es probable que el hecho de incluir un mayor nivel de detalle genere una falsa impresión de que las estimaciones son más precisas o



completas. De la misma manera, aumentar el nivel de complejidad incrementa la dificultad para conducir análisis de incertidumbre. En el modelo MERGE, que se basa en la optimización dinámica no lineal con 20.000 restricciones, resulta simplemente imposible hacer este tipo de análisis.

## 6. Conclusiones

Con base en los análisis presentados, en este capítulo se concluye que es factible la aplicación de los MEI para el Istmo Centroamericano, siempre y cuando los objetivos y requerimientos de información que los tomadores de decisión de la región y expertos en el tema establezcan para el proyecto, sean congruentes con la disponibilidad de información y capacidad actual de modelación, tiempo de ejecución y recursos económicos y humanos destinados. Las posibilidades de adecuación de los modelos dependerán de estos mismos factores.

### a) Resultados posibles con los MEI “como están”

Es necesario tener en cuenta que los resultados logrados mediante los MEI sólo son complementarios del análisis que un reporte de beneficios y costos (tipo Stern) debe abarcar, sin que ello signifique remplazar otros estudios de los riesgos del cambio climático a nivel más desagregado para la región. Como se menciona en el anexo técnico del capítulo 6 del Stern Review, “en el Reporte se dio un mayor énfasis a la evaluación desagregada de los impactos, junto con los juicios sobre los riesgos generales de incrementos muy grandes en las temperaturas y del territorio desconocido en el que las concentraciones de gases de efecto invernadero y los daños

ambientales son muy difíciles de revertir”<sup>15</sup>. En el texto se menciona que el análisis obtenido con los MEI ilustra estos riesgos, pero los resultados de estos modelos no deben tomarse como el argumento principal para formar un juicio general sobre la importancia de la reducción de emisiones ni del impacto del cambio climático.

Los cuatro MEI analizados, tal y como están, serían aptos para generar estimaciones agregadas para grandes regiones que, de manera burda, den una primera idea sobre el valor económico de los impactos por cambio climático para Centroamérica y del contexto internacional que resulta indispensable para ayudar en la definición de políticas que la subregión podría asumir en las negociaciones internacionales. Mediante opinión de expertos con técnicas para reducir la escala y estudios desagregados complementarios sobre el Istmo Centroamericano, se lograría una mejor estimación general. Como ya se mencionó, es indispensable recordar que las estimaciones obtenidas mediante MEI tienen un carácter complementario de los estudios que se realicen, y/o que se encuentran publicados en la literatura, ya que sólo así se conformará una mejor visión de lo que el cambio climático significa para Centroamérica.

Sin embargo, para generar los resultados que presumiblemente se esperaría de un estudio de beneficios y costos para el Istmo Centroamericano, se deberían considerar los siguientes puntos:

- Los MEI disponibles están hechos desde la perspectiva de los países desarrollados, cuyos intereses y preocupaciones

---

<sup>15</sup> [http://www.hm-treasury.gov.uk/d/Technical\\_annex\\_to\\_the\\_postscript\\_P1-6.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/d/Technical_annex_to_the_postscript_P1-6.pdf)

sobre cambio climático no coinciden necesariamente con los de los países en desarrollo.

- Deben incorporar factores importantes de riesgo que no se incluyen actualmente.
- Deben reflejar las características, visión y necesidades de información de la subregión centroamericana.

#### **b) Posibles adecuaciones de los MEI disponibles**

Existen distintos niveles de adecuación factibles de realizar para aproximar los modelos disponibles a las necesidades y características de los países centroamericanos. A continuación se muestran, por nivel de complejidad, algunas de esas modificaciones juzgadas importantes para el caso que aquí nos ocupa:

- Utilizar la información existente y que se genere dentro del estudio beneficio y costo para mejorar las calibraciones de los impactos para la región de interés.
- Adecuar/crear funciones de impacto para sectores que resulten apropiadas para la subregión.
- Re-regionalización del modelo. Esta modificación podría incluir desde únicamente crear una región de Centroamérica, hasta redefinir las restantes regiones de acuerdo con su relación e importancia para los países estudiados. El objetivo sería generar una visión del mundo y cambio climático desde la perspectiva centroamericana.
- Modificar los modelos para que contemplen aspectos tales como: eventos extremos, precipitación, el ENOS, entre otros.

- Mejorar la modelación del proceso y costos de adaptación.

Cabe señalar que de manera reciente está disponible la versión del DICE-2007 de William Nordhaus, que utiliza parte del sistema G-Econ. G-Econ consiste en una base de datos geofísica sobre la actividad económica del mundo con gran resolución. Asimismo, el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) está trabajando en el desarrollo de un modelo MEI estocástico (basado en el modelo PAGE2002) que integra distintos enfoques de modelación, y que sería capaz de producir estimaciones globales y regionales con una resolución específica para México. Este modelo incluirá también impactos por eventos extremos y el fenómeno del ENOS, y no se basará sólo en la variable temperatura. Un tipo de estrategia de modelación similar podría aplicarse a Centroamérica.

También es necesario analizar la forma en que se organizan y componen tanto las diferentes regiones consideradas, como los sectores económicos valorados por cada uno de los modelos estudiados. Por ejemplo, mientras que el modelo FUND incluye a todos los países de la región centroamericana, el modelo RICE los agrupa con base en sus ingresos y el modelo PAGE incorpora a todos los países latinoamericanos en una misma región.

## V. ASPECTOS INSTITUCIONALES DE LA GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA

Los estudios sobre el cambio climático tienen un carácter multidisciplinario e incluyen aspectos técnicos y económicos, así como el impacto sectorial y las repercusiones en los pasivos contingentes que deben tomar en cuenta los futuros presupuestos nacionales. Por tanto, el marco institucional de un estudio de beneficios y costos para adaptarse a y mitigar el cambio climático en Centroamérica es de amplia y suma importancia.

### 1. Nivel nacional

Algunos aspectos institucionales de las estrategias adoptadas para afrontar el cambio climático son similares en todos los países del Istmo Centroamericano. En primer lugar, el tema lo han abordado sobre todo los ministerios de ambiente —o sus equivalentes— y los servicios meteorológicos (véase el cuadro 4). La participación de instituciones como los bancos centrales y los ministerios de economía y finanzas ha sido escasa hasta la realización de este estudio.

Casi todos los países del Istmo Centroamericano cuentan con estrategias ambientales que incluyen, entre otros temas, el cambio climático; otros, como Nicaragua y Costa Rica, tienen planes más específicos: el Plan de Acción Nacional ante el Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, respectivamente. En el aspecto operativo, todos los países han instalado oficinas o unidades de cambio climático, la mayoría con apoyo financiero del GEF. Al trabajo de estas Instituciones oficiales, se agrega la actividad de centros de investigación,

universidades y organizaciones no gubernamentales.

En países como Guatemala y El Salvador se trabaja en la conformación de comités de “alto nivel” que incluyen ministerios cuya actividad se relaciona con el cambio climático: energía, relaciones exteriores, agricultura, hacienda y salud. En algunos casos, también participan representantes de la iniciativa privada, instituciones académicas y organizaciones de la sociedad civil. Otros países cuentan con instancias de esta naturaleza que se conformaron hace varios años, pero que no han sido muy activas hasta el momento de realización de este estudio.

En general, los recursos asignados por los gobiernos nacionales a las oficinas de cambio climático son limitados, hecho que se manifiesta en el número de personas que las integran, además de que en la mayoría de los casos una parte importante de su financiamiento proviene de la cooperación internacional. En todos los países —con excepción de Panamá, que tiene 18 personas en su oficina de cambio climático, el total de funcionarios oscila entre dos y cuatro. Esta situación es crítica, pues significa que los ministerios de ambiente, que son los que concentran los esfuerzos relacionados con el tema, obtienen una pequeña fracción del presupuesto nacional. Por ejemplo, en Costa Rica, el Ministerio de Ambiente y Energía recibe menos de 1% de dicho presupuesto.

**Cuadro 4**  
**MARCO INSTITUCIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

<i>País</i>	<i>Ministerio responsable</i>	<i>Centro focal de cambio climático</i>	<i>Comisión interinstitucional</i>	<i>Instituto de Meteorología</i>
Belice	Ministry of Natural Resources and the Environment (MNREI)	Caribbean Community Climate Change Centre (CCCC)	Ausente	En el Ministerio hay un Departamento de Meteorología
Costa Rica	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET)	Programa de Cambio Climático adscrito al Instituto Meteorológico Nacional y Equipo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, pertenecientes al MINAET	Comité Interministerial de Cambio Climático	Instituto Meteorológico Nacional (IMN) e Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
El Salvador	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN)	Unidad de Cambio Climático, perteneciente al MARN	Grupo Consultivo de Cambio Climático (GCCC)	Servicio Nacional de Estudios Territoriales Climáticos (SNET)
Guatemala	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (MARN)	Unidad de Cambio Climático, perteneciente al MARN	Consejo Técnico de Variabilidad y Cambio Climático	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH)
Honduras	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)	Unidad de Cambio Climático, Coordinación Nacional del Programa Nacional de Cambio Climático, perteneciente a la SERNA	Comité Técnico de Cambio Climático (académico)	Dirección de Recursos Hídricos, perteneciente a la SERNA, y Empresa Nacional de Energía Eléctrica / Unidad de Redes Hidrológicas
Nicaragua	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)	Oficina Nacional de Desarrollo Limpio y Cambio Climático (ONDL), dentro del MARENA	Comisión Nacional de Cambio Climático	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
Panamá	Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)	Unidad de Cambio Climático y Desertificación, perteneciente a la ANAM	Comité Interinstitucional de Cambio Climático	Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA)/Unidad de Hidrometeorología y Autoridad del Canal de Panamá (ACP) / Unidad de Meteorología e Hidrología

Por fortuna, gracias al interés surgido en los últimos años en el tema, la capacidad de estas instituciones y sus presupuestos tienden a incrementarse. Esto se debe al gran apoyo que han recibido de la cooperación internacional para la elaboración de las comunicaciones nacionales, proyectos como el de adaptación y vulnerabilidad en Centroamérica ya mencionado y estudios de autoevaluación de capacidades nacionales, entre otros. Algunos países, como Costa Rica y Panamá, están sumando recursos nacionales en este esfuerzo.

## 2. Nivel centroamericano

En este nivel, hay un gran avance en la definición de una estrategia común en el tema ambiental, en general, y en el del cambio climático en particular. Estos esfuerzos se derivan del proceso de integración impulsado por el Sistema de Integración Centroamericana (SICA). En este contexto, resalta la dinámica mostrada por la CCAD que ha sido impulsado por los ministros de ambiente de los países centroamericanos que la dirigen. Esta comisión tiene el objetivo principal de contribuir al desarrollo sustentable de los países del sistema de integración mediante el fortalecimiento de la cooperación y el régimen de integración para la gestión ambiental.

Por otra parte, el CRRH —organismo técnico intergubernamental perteneciente al SICA que se especializa en los campos de la meteorología y el clima, la hidrología y los recursos hídricos e hidráulicos— ha desarrollado una red de capacidades institucionales en la región. Este comité promueve el desarrollo y la conservación de los recursos derivados del clima, en especial de los hídricos, y su utilización sostenible.

De gran relevancia para el desarrollo del estudio son los otros consejos sectoriales de ministros que funcionan como parte del

SICA, entre ellos, el Consejo de Ministros de Finanzas y Hacienda, el Consejo de Ministros de la Integración Económica (COMIECO), el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), y el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA).

El Consejo de Ministros de la CCAD ha trabajado con los ministros de los sectores de agricultura y salud, CAC y COMISCA, para desarrollar la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS), aprobada de manera conjunta por los consejos arriba mencionados. Además, la CCAD ha efectuado varias reuniones con los ministros responsables de energía, sector de vital importancia para responder al reto que implica el cambio climático y la transición a una economía baja en carbono.

El Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC) es una instancia especializada del SICA que tiene el mandato de promover la reducción de riesgos ante desastres, fomentar y coordinar la cooperación internacional y el intercambio de experiencias y de asesoría técnica y científica, así como sistematizar y registrar información relevante sobre el tema. La Sede Subregional de la CEPAL en México ha trabajado de manera coordinada con este centro, al igual que con las instancias nacionales que atienden los desastres, para evaluar el impacto de eventos extremos naturales y divulgar la metodología desarrollada para tales fines.

En el sector de energía, hay dos instancias técnicas importantes: el Comité de Cooperación de Hidrocarburos de América Central (CCHAC), integrado por los responsables del subsector de hidrocarburos de los seis países centroamericanos, que tiene la finalidad de mejorar la gestión de abastecimiento de hidrocarburos; y el Consejo de Electrificación de América Central (CEAC), conformado por las

principales empresas eléctricas públicas de los países centroamericanos con la finalidad de mejorar el aprovechamiento de los recursos energéticos en los procesos de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. La Sede Subregional de la CEPAL en México también ha trabajado con los ministros y directores generales del sector energía para desarrollar diversos estudios técnicos y proporcionar asesorías. En los últimos años, este trabajo se ha enfocado en los biocombustibles, en el estudio de factibilidad de una refinería para la región y en la preparación de la Estrategia Energética Sustentable de América Central 2020. En noviembre de 2007 esta estrategia fue aprobada por los ministros responsables del sector y, más tarde, por los presidentes centroamericanos. Plantea diferentes escenarios para el desarrollo del sector energético centroamericano, incluyendo proyecciones de emisiones de GEI.

Asimismo, hay diversos planes y estudios para el sector forestal centroamericano, como el Plan Ambiental de la Región Centroamericana (PACA) y el estudio GEO Centroamérica. Por su parte, el Plan Centroamericano del Agua (PACADIRH) promueve el desarrollo de los recursos hídricos sobre la base de su uso racional y sostenido.

También ha sido relevante el gran apoyo brindado por El Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) a diversas instancias de los países, con una perspectiva regional, y que ha redundado muchas veces en el desarrollo de capacidades institucionales en el nivel local.

Un acontecimiento de gran importancia fue la Cumbre Presidencial sobre cambio climático realizada en San Pedro Sula, Honduras, el 28 de mayo de 2008. En ella, los jefes de Estado y de gobierno de los países miembros del SICA, conscientes de los

graves efectos del cambio climático, firmaron la Declaración de San Pedro Sula, con lo cual se comprometieron a iniciar un proceso de construcción de una estrategia común para enfrentar dichos efectos, con amplia participación de todos los sectores de la sociedad, y a incorporarla en sus respectivos planes nacionales de desarrollo. Se expresó la urgente necesidad de contar con líneas de base para supervisar la evolución del cambio climático. De la misma forma, se dio la aprobación a los Lineamientos para construir la Estrategia Regional de Cambio Climático (véase el recuadro 1).

La Declaración acoge con beneplácito el estudio de factibilidad coordinado por la CEPAL, con financiamiento del gobierno británico. En la reunión ministerial de la CCAD en la Cumbre, la CEPAL confirmó la factibilidad del estudio, los ministros dieron su aprobación para continuar el proyecto y se anunció el financiamiento del gobierno británico para la segunda fase. En los Lineamientos, se hace referencia a la carencia de estudios relacionados con los costos del cambio climático y a la pertinencia del estudio de factibilidad realizado por la CEPAL y la CCAD con el apoyo británico. Se instruye a la CCAD y a las autoridades nacionales ambientales para que den seguimiento a los esfuerzos emprendidos para iniciar el estudio económico, gestionen los recursos necesarios para su realización y coordinen su implementación con la SIECA y los ministerios de economía y finanzas. También instruyen a los ministros encargados de las finanzas públicas para que, con las entidades nacionales y regionales pertinentes, evalúen las inversiones necesarias para la adaptación al cambio climático y tomen las medidas que garanticen esas inversiones, procurando que se orienten en beneficio de los sectores más pobres y vulnerables de la población.

**Recuadro 1**  
**LINEAMIENTOS DE LA ESTRATEGIA REGIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO**

La Estrategia Regional de Cambio Climático se basará en los siguientes principios:

- Responsabilidad compartida, pero diferenciada, tanto en el ámbito nacional como en el internacional
- Justicia ambiental y compensación por deuda ecológica
- Satisfacción de los derechos naturales de los habitantes de la región
- Incidencia regional y nacional
- Contribución al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio
- Transversalidad e intersectorialidad
- Coherencia de políticas y gobernabilidad
- Solidaridad, equidad y justicia social

Sobre estas bases, la Estrategia Regional debe contemplar acciones por parte de autoridades gubernamentales, el sector privado y la sociedad civil, en las siguientes áreas programáticas:

- Área 1. Vulnerabilidad y adaptación
- Área 2. Mitigación
- Área 3. Desarrollo institucional y de capacidades
- Área 4. Educación, concienciación y sensibilidad pública
- Área 5. Gestión internacional

Fuente: Declaración de San Pedro Sula, 2008, Anexo.





## VI. POBREZA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA

Los expertos del IPCC han resaltado que tanto las causas como las soluciones a los problemas derivados del cambio climático se relacionan de manera recurrente con la equidad: los países y las poblaciones que han contribuido en menor medida a la emisión de GEI son los más vulnerables, los que cuentan con menores capacidades efectivas de adaptación y, por tanto, los que sufrirán los mayores impactos del fenómeno.

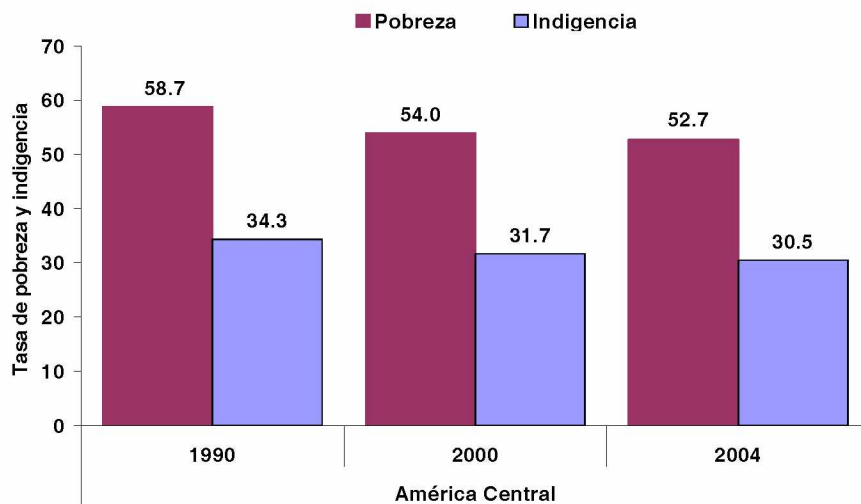
La capacidad de los seres humanos para adaptarse al cambio climático depende de su acceso a recursos y educación, entre otros elementos. En general, las poblaciones con menos recursos tienen también menos capacidad de adaptación y son los más vulnerables. Como se afirma en el reporte Stern, “el cambio climático supone una dura amenaza para los países en vías de desarrollo y un obstáculo grande para una continua reducción de la pobreza en sus múltiples dimensiones”. Diversas instituciones internacionales de desarrollo, entre ellas el PNUD, el PNUMA, el DFID y la misma CEPAL han advertido que el cambio climático representa un riesgo serio que amenaza con destruir los esfuerzos realizados durante décadas para reducir la pobreza. Por tanto, dichas instituciones plantean la necesidad de integrar las estrategias para adaptarse y enfrentar el cambio climático con las acciones emprendidas para reducir la pobreza (IPCC, 2007b; PNUD, 2007; Stern y otros, 2006; ADB y otros, 2007).

Las vulnerabilidades socioeconómicas preexistentes, que ya de por sí se concentran en poblaciones pobres, exponen a estas últimas a más impactos negativos frente a las amenazas geoclimáticas. Este estado de alta

vulnerabilidad es resultado de una combinación de desigualdades históricas y exposiciones acumuladas a amenazas climáticas, entre ellas huracanes y sequías. La integración de vulnerabilidades acumuladas con la baja “resiliencia” y capacidad de adaptación efectiva ha sido retomada por Sir Nicholas Stern y otros expertos, quienes plantean que el cálculo del esfuerzo y del costo necesarios para adaptarse al cambio climático no se puede ni se debe separar de esa deuda de vulnerabilidad acumulada (Stern, 2008).

En el Istmo Centroamericano se registran altos niveles de vulnerabilidad socioeconómica y geoclimática, ya que cerca de la mitad de la población vive en la pobreza y alrededor de una tercera parte, en la pobreza extrema (véase el gráfico 7). En 2006, el PIB per cápita en los países de la subregión no sobrepasó los 5.000 dólares (a precios constantes de 2000) y cuatro países registraron menos de la mitad de esa cifra, si bien se detecta cierta diversidad en las situaciones nacionales. En ese mismo año, las tasas de pobreza desagregadas por país variaron entre el 19% registrado en Costa Rica y el 71% en Honduras, mientras el promedio para América Latina fue de 36% (véase el gráfico 8). Persiste un alto nivel de desigualdad socioeconómica, de etnia y de género que se manifiesta en varios indicadores, como las tasas diferenciadas de mortalidad y morbilidad infantil y materna, los niveles de desnutrición y el acceso a alimentos, agua potable, servicios de salud, educación y seguridad social, así como a capital y crédito productivo.

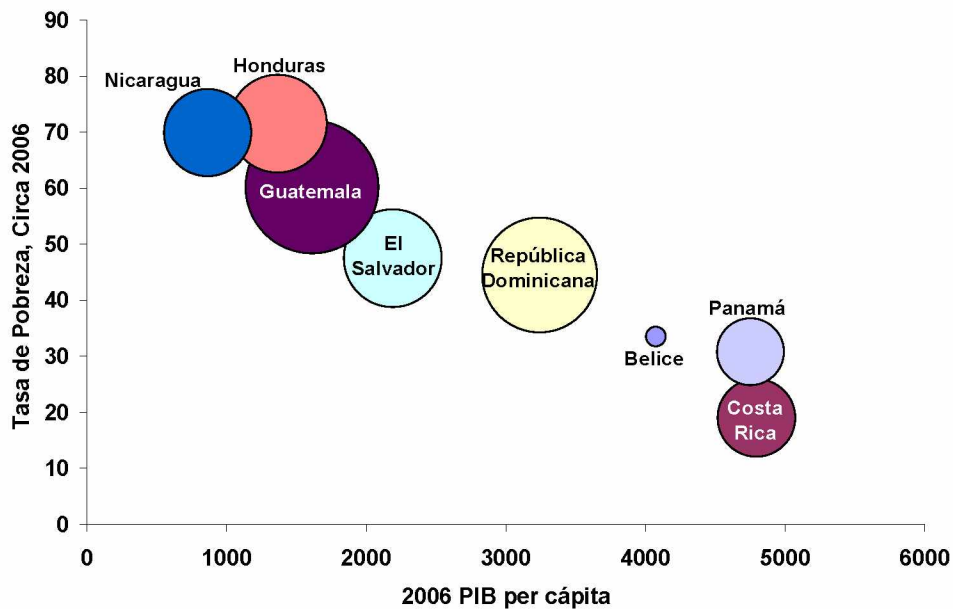
**Gráfico 7**  
**POBREZA EN CENTROAMÉRICA, 1990–2004 <sup>a</sup>**



Fuente: CEPALSTAT

a/ Se consideran seis países de América Central: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

**Gráfico 8**  
**POBREZA, PIB PER CÁPITA Y TAMAÑO DE POBLACIÓN, 2006 <sup>a</sup>**  
**(Dólares a precios constantes de 2000)**



Fuente: CEPALSTAT

a/ Pobreza por ingreso per cápita del hogar en 2006 o año más cercano. El tamaño de las burbujas corresponde a la población.

Durante la realización de este estudio, no se detectaron estudios sobre Centroamérica que relacionen los impactos del cambio climático con los niveles de pobreza o con los ingresos de sectores pobres. Los análisis hechos hasta el momento se han dedicado a estimar, en primer lugar, los impactos en temperatura, precipitación y nivel de las aguas marinas, y después, las implicaciones físicas de esos cambios en los diversos sectores, por ejemplo, en los rendimientos agropecuarios, el estrés hídrico, los patrones de enfermedades (como malaria, dengue, IRA y EDA), al igual que en los bosques y la biodiversidad. Estos resultados evidencian algunos canales de impacto del cambio climático en los medios y la calidad de vida de las poblaciones pobres, a la vez que conforman una base de análisis importante y necesaria para contar con estimaciones sobre su impacto en la pobreza.

Una parte importante de la población pobre depende en forma directa del medio ambiente para acceder a bienes básicos, como agua, alimentos, medicinas y energía, entre otros. En muchos casos, la falta de capital y alternativas de medios de subsistencia provoca que ese sector de la población sobreexplota su medio ambiente. Esta presión sobre el ambiente se agravará con el crecimiento de la población la cual pasará de 45 millones en 2005 a 85 millones en 2050, según la CELADE, para siete países de Centroamérica y República Dominicana. El patrón generalizado de desarrollo y las debilidades en la gestión de riesgo, han generado un círculo vicioso de empobrecimiento humano y debilitamiento del medio ambiente en Centroamérica. Este escenario se complicará aun más con el avance del cambio climático.

Otra parte de la población en situación de pobreza —como la que vive en zonas urbanas marginales y/o depende de la

economía informal— enfrentará con serias desventajas las inestabilidades que podrían generarse en las economías nacionales por el impacto del cambio climático. Como esta población accede a la mayor parte de sus necesidades por medio de sus ingresos, sufrirán una serie de impactos, por ejemplo, al registrarse una reducción del suministro y/o un alza en los precios de los alimentos de la canasta básica. Además, es probable que los impactos del cambio climático en las zonas rurales aumenten el flujo migratorio de la población pobre hacia las zonas urbanas.

Un canal importante de impacto directo en la población pobre son los eventos extremos naturales, cuya intensidad, frecuencia y efecto acumulativo han obstaculizado el desarrollo de los países, en particular de dichas poblaciones pobres afectadas, las cuales ven disminuidos sus ingresos y patrimonios que adquirieron y mantuvieron con muchos esfuerzos. Los estudios sobre impacto socioeconómico y ambiental de eventos extremos naturales realizados en los países de la región y apoyados por la CEPAL evidencian también el impacto diferenciado, en términos de género, de esos eventos.

En la actualidad, los habitantes pobres de los países del Istmo Centroamericano tienen un acceso limitado a la seguridad social y a seguros productivos los cuales podrían amortiguar las discontinuidades económicas. El reducido gasto social por habitante —relativamente más alto en Panamá y Costa Rica— limita la resiliencia y las capacidades de adaptación.

Un ejemplo del impacto en la población pobre es la reducción en la producción futura de granos básicos —como arroz, maíz y frijol— que pronostican algunos de los estudios realizados sobre el tema. En mayor o menor medida, según el país de que

se trate, una parte importante de la producción de esos alimentos básicos es llevada a cabo por pequeños productores, quienes en general no tienen acceso a sistemas de riego y, en las últimas décadas, tampoco a apoyo técnico, crédito ni sistemas de almacenamiento y comercialización. Los efectos del cambio climático en la producción de granos básicos hacen prever que la seguridad alimentaria y los ingresos de ese sector de la población sufrirán una reducción significativa, lo cual es probable que ocasione un aumento de la migración del campo a la ciudad y más problemas para abastecer de alimentos básicos a la población urbana pobre.

De forma similar, algunos estudios prevén aumentos y cambios en la distribución temporal y territorial de la incidencia de enfermedades como el dengue, la malaria, las IRA y las EDA. Las limitaciones en la cobertura y la calidad de los servicios de salud para la población pobre, así como la reducción del acceso a agua, alimentos e ingresos, provocarán un debilitamiento muy serio en el estado de salud de poblaciones pobres en regiones afectadas por el cambio climático.

En el campo político, aunque se han establecido sistemas democráticos electorales, aún falta mucho por hacer para asegurar a ciertos sectores —como poblaciones pobres, mujeres, indígenas y afro descendientes— su participación efectiva en espacios de consulta y toma de decisiones.

El cambio climático requerirá esfuerzos mayores que los desplegados hasta ahora para lograr muchos de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en Centroamérica

(IPCC, 2007b),<sup>16</sup> entre ellos la reducción del hambre y la pobreza; la disminución de los índices de mortalidad relacionada con epidemias infecciosas y altas temperaturas, un medio ambiente sostenible y el desarrollo de un sistema financiero y comercial abierto y equitativo para todos. A éstos se agregan otros objetivos relacionados con la paz, la migración y el buen gobierno, ya que el cambio climático añade elementos que amenazan la cohesión social, en especial de las democracias más vulnerables. En esta región, como en muchas otras, la población más afectada por el cambio climático será también la que afronte con más desventajas los retos de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Ante tal situación, es urgente tomar en cuenta el fenómeno climático en el esfuerzo para lograr dichos objetivos.

A pesar de su difícil situación, Centroamérica todavía cuenta con una gran biodiversidad, una enorme variedad de especies nativas endógenas y un importante corredor biológico. Además, con frecuencia los pueblos indígenas y las poblaciones campesinas conservan prácticas y conocimientos locales y autóctonos, que contribuyen al desarrollo sostenible y a la conservación de este medio ambiente y su biodiversidad. Considerando los retos de adaptación que podrán enfrentar estas poblaciones, será importante asegurarles los medios necesarios para que protejan esta biodiversidad y fortalezcan sus capacidades de innovación y conservación con el fin de lograr una mejor adaptación. Lo que en ocasiones es visto, como desventaja, por ejemplo, la producción de café de sombra sin insumos modernos, es susceptible de convertirse en ventaja, cuando se opta por establecer la producción orgánica destinada a mercados “verdes”.

---

<sup>16</sup> Al respecto, el IPCC advierte sobre la probabilidad de que el cambio climático provoque que no se alcancen los ODM en los próximos cincuenta años.

## VII. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO “LA ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA”

El proyecto consiste en la elaboración de un análisis económico sobre el impacto del cambio climático en el Istmo Centroamericano que considere opciones de adaptación y mitigación con base en los lineamientos de la metodología del Informe Stern, u otra similar, así como estudios seleccionados de impacto en el nivel nacional. De esta forma, se pretende identificar las opciones estratégicas y definir las políticas públicas pertinentes en el mediano y el largo plazos para los siete países de la subregión.

Como ya se mencionó, el Informe Stern presenta una evaluación global de los costos y beneficios que implica estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera; también identifica los complejos retos políticos para lograr una transición hacia una economía más baja en carbono así como para asegurar una adaptación de las sociedades a cambios inevitables. Dicho informe adopta una perspectiva global, toma en cuenta largos horizontes de tiempo y la incertidumbre asociada a ellos. Compara las consecuencias económicas de un escenario de no respuesta (“*business as usual*”, o BAU) con las de un escenario en que las grandes economías, y el mundo en general, se esfuerzan en estabilizar las concentraciones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera y en adaptarse al cambio del clima. Conviene resaltar que el Informe Stern se realizó desde el punto de vista de los países desarrollados, por lo que su interés principal es la mitigación y reducción de emisiones de carbono en la actividad económica.

Si bien el estudio se basaría en los lineamientos de la metodología del Informe Stern u otra similar, deberá adaptarse a aspectos distintivos de la región centroamericana, tales como su nivel de pobreza, su alto grado de vulnerabilidad y la ocurrencia de eventos extremos naturales, entre otros.

El proyecto pretende evaluar las principales consecuencias socioeconómicas y ambientales del cambio climático en los países de la región, así como los costos asociados para diferentes sectores. También comprende un estudio de los impactos y las acciones viables de adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad en comparación con un escenario de inacción. En cuanto a la mitigación, se deberá adoptar un enfoque novedoso a partir de algunas características particulares de la región: su aportación a las emisiones globales es reducida, la transición hacia economías con bajo consumo de carbono enfrenta retos significativos y se presentan oportunidades de generar beneficios financieros, por ejemplo, mediante la captura de carbono con la regeneración natural del bosque, la reforestación y medidas para evitar la deforestación. De esta forma, los costos de adaptación, reducción de la vulnerabilidad y de mitigación serán explorados.

Es importante mencionar que si bien el estudio tendrá un carácter económico, también se basará en la ciencia del cambio climático e incluirá aspectos sociales y ambientales. Por esta razón, en primera instancia presentará la evidencia científica relacionada con el cambio climático, en especial con los impactos esperados en el Istmo Centroamericano.

Un elemento central del estudio será la creación de líneas base para las variables económicas, sociales y ambientales de los sectores considerados. Esto permitirá identificar las emisiones de GEI en el escenario conocido como tendencial (BAU), la evolución probable de la demanda de bienes y servicios ambientales y, por tanto, los impactos potenciales del cambio climático.<sup>17</sup> Con la finalidad de ampliar la gama de opciones, deben tomarse en cuenta las diversas metodologías que se han elaborado para la estimación de las diferentes líneas base.

El análisis económico generará información útil para la evaluación y administración de los riesgos relacionados con el cambio climático. En esencia, es un análisis de riesgos que se propone responder la pregunta: ¿cuánto hay que invertir de hoy en adelante, sobre todo en adaptación y mitigación, para disminuir la vulnerabilidad futura al cambio climático?

## 1. Objetivo general del proyecto

Alertar a los tomadores de decisiones y actores clave en Centroamérica sobre la urgencia de enfrentar los problemas derivados del cambio climático, proporcionando información sólida sobre la naturaleza de esta amenaza, y propiciar decisiones y acciones nacionales y regionales para reducir la pobreza y las vulnerabilidades, al igual que para la adaptación y la transición hacia economías sostenibles y bajas en carbono.

---

<sup>17</sup> Términos de referencia para la elaboración del estudio *La economía del cambio climático en México*, preparados por el Dr. Luis Miguel Galindo, economista en jefe del proyecto mencionado.

## 2. Objetivos específicos

- a) Hacer una evaluación económica de los impactos del cambio climático en el Istmo Centroamericano con diferentes escenarios de desarrollo socioeconómico y trayectorias de emisiones ante los costos y beneficios de potenciales respuestas de inacción (BAU), reducción de vulnerabilidad, adaptación, y transición hacia una economía sostenible y baja en carbono.
- b) Propiciar un diálogo sobre opciones de políticas y acciones nacionales y regionales para que Centroamérica responda a los retos que implica el cambio climático.

## 3. Actividades propuestas del proyecto

Las actividades propuestas se llevarán a cabo en la Fase II, con estudios sectoriales y globales a nivel de la región centroamericana, y en la Fase III, con estudios nacionales de impacto seleccionados. A solicitud expresa de los ministros de ambiente, se ha agregado la Fase IV, encaminada al fortalecimiento de las capacidades institucionales. Conviene mencionar que en la primera fase se incluyeron todas las acciones relacionadas con la administración, coordinación y planificación del proyecto.

### Fase II

1. Establecimiento de mecanismos de coordinación para la instrumentación del proyecto, que incluyen actividades del Comité Director, el Comité Técnico Regional, los Grupos Temáticos Regionales y la Unidad de Coordinación del Proyecto (UCP).
2. Definición de aspectos metodológicos, que

incluye el análisis de estudios previos sobre Centroamérica, los diferentes enfoques metodológicos disponibles y la determinación de los alcances de los estudios requeridos.

3. Elaboración de escenarios de cambio climático en Centroamérica, lo cual implica la selección y justificación de los escenarios SRES (del IPCC) que se emplearán, posibles trayectorias de emisiones y puntos de estabilización que se utilizarán en el estudio, los modelos globales de clima que se utilizarán, creación de escenarios probabilísticos de cambio climático y manejo de incertidumbre.

4. Análisis de eventos extremos, incluidos los impactos y costos actuales, los cambios proyectados en frecuencia e intensidad, los factores que aumentan la vulnerabilidad, la evaluación de acciones adoptadas y las estrategias alternativas de adaptación y reducción de vulnerabilidad así como sus costos.

5. Elaboración de escenarios macroeconómicos para Centroamérica, que implica el análisis de la situación macroeconómica actual, el establecimiento de líneas base y proyecciones de largo plazo.

6. Análisis del contexto internacional, incluidos los acuerdos y las políticas internacionales para la mitigación de GEI; los mecanismos de comercio de los certificados de reducciones de emisiones; las implicaciones para la región de los cambios provocados por el cambio climático en la economía global; estimaciones de posibles beneficios, costos y riesgos, y posiciones probables en las negociaciones internacionales.

7. Análisis y prospectiva de las relaciones entre el cambio climático, las condiciones sociales y la pobreza, lo que implica la creación de una línea base y la proyección de la pobreza y la desigualdad con y sin el fenómeno climático; el análisis de los impactos de dicho fenómeno en

poblaciones vulnerables, que incluiría información de género en los casos en que hay datos disponibles; evaluación de las acciones tomadas; diseño de estrategias futuras viables en función de los impactos sectoriales y macroeconómicos proyectados y de los escenarios de respuesta, al igual que la estimación de costos y beneficios de tales estrategias.

8. Modificaciones al modelo MEI si se decide utilizarse para el caso centroamericano.

9. Estudio sectorial regional: análisis del sector de recursos hídricos.

10. Estudio sectorial regional: análisis de los sectores agrícola y forestal.

11. Estudio sectorial regional: análisis del sector salud humana.

12. Estudio sectorial regional: análisis del sector energía.

13. Estudio sectorial regional: análisis de ecosistemas y biodiversidad.

14. Estudio sectorial regional: análisis de zonas marino-costeras.

15. Evaluación económica, posiblemente mediante modelo MEI y/u otro análisis macroeconómico, que incluye la selección de los datos económicos que se utilizarán (tasa de descuentos, costos, etc.), análisis de los diferentes escenarios considerados, evaluación de los resultados y comparación de estos resultados con los análisis sectoriales.

16. Desarrollo de las opciones de política pública recomendadas.

17. Elaboración del informe.

18. Realización de la estrategia de divulgación.

### Fase III

19. Un estudio por país sobre impactos en un sector particular seleccionado por:

- Belice
- Costa Rica
- El Salvador
- Guatemala
- Honduras
- Nicaragua
- Panamá

### Fase IV

20. Desarrollo de actividades para fortalecer la capacidad institucional, que incluye la elaboración de un documento metodológico del proyecto y un curso de capacitación sobre los enfoques metodológicos utilizados durante la ejecución de los estudios, así como un informe de los resultados alcanzados destinado a los niveles técnicos de cada país (gubernamental, universidades, cámaras de la iniciativa privada, consultores, etcétera).

Los diversos estudios de la Fase II deberán:

- a) Analizar los estudios anteriores que se han elaborado sobre la región y hacer las investigaciones necesarias con la finalidad de completar la información que se requiere para hacer la evaluación económica prevista.
- b) Analizar las interacciones factibles entre sectores (agua, agricultura, bosques, ecosistemas, biodiversidad y energía) que podrían incrementar o disminuir la vulnerabilidad de la región al cambio climático.
- c) Todos los productos y resultados obtenidos para cada sector prioritario deberán proveer estimaciones de la incertidumbre e incluir propuestas para su manejo en la toma de decisiones.

- d) Proporcionar estimaciones cuantitativas y/o cualitativas de impacto para cada uno de los sectores prioritarios y para el crecimiento económico y desarrollo de la región. Hacer estimaciones de costos/beneficios de adaptación, de los beneficios potenciales de mitigación y del comercio de certificados de reducciones de emisiones en donde esto sea factible.
- e) Documentar las metodologías utilizadas —sean adaptadas o creadas— durante la realización de los diferentes estudios globales y sectoriales.

## 4. Estrategia de divulgación

La divulgación del proyecto durante el desarrollo de las diferentes investigaciones y análisis tendrá la finalidad de mantener informadas a las instancias públicas y privadas sobre sus avances y resultados. Esto se logrará mediante la publicación de los diversos estudios, en cuanto sean aprobados por el Comité Director del proyecto, en la página electrónica del proyecto y en notas de prensa de la CEPAL.

Al concluir el Proyecto, el Comité Director elaborará un programa especial de divulgación de los resultados, con varios posibles componentes. En primer lugar, el Informe final del proyecto podría tener tres versiones, una para los Ministros y Puntos Focales de Cambio Climático, una para los expertos y órganos de la sociedad civil, y otra para el público en general. La primera versión será la más completa, de la cual se prepararán las otras dos.

Por medio de los amplios contactos con los medios de comunicación tanto de los Ministerios y otras instituciones nacionales involucradas como de la CEPAL, se divulgará los resultados de los diversos



estudios, las tres versiones del Informe final y actividades claves mediante conferencias de prensa, entrevistas con medios particulares y la distribución de una serie de Notas de prensa y otro material de divulgación. Se buscará coordinar esta actividad con otras agencias de Naciones Unidas como PNUMA y PNUD.

También se recomienda visitar las ciudades capitales de los siete países incluidos en el estudio, con una estancia de entre uno y dos días en cada una de ellas, con la finalidad de presentar los resultados ante diferentes

audiencias. Los respectivos ministros de ambiente, en coordinación con los de finanzas o hacienda, organizarían el evento en cada país. En los casos donde sea factible, se incluiría en la organización a los ministerios británicos de Relaciones Exteriores y de Desarrollo Internacional.

Por último, el Comité Director del proyecto, con el apoyo de la CEPAL y los donantes del proyecto, identificará eventos prioritarios nacionales, regionales e internacionales en los que sería de utilidad divulgar los resultados del proyecto.



## VIII. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA

La factibilidad de llevar a cabo los estudios incluidos en el proyecto “La economía del Cambio Climático en Centroamérica”, correspondiente a las Fases II y III, se determina por medio del análisis de la viabilidad analítica e institucional, haciendo énfasis en las principales limitaciones que encontraría su ejecución. De igual forma, se abordan los beneficios del proyecto, y sus riesgos.<sup>18</sup>

### 1. Viabilidad analítica e institucional

De acuerdo con la información recopilada, hay disponibilidad de datos técnicos para hacer los análisis del clima regional incluida la aplicación de modelos de reducción de escala, aunque en algunos casos esta información podría ser insuficiente para obtener evaluaciones con alto nivel de confiabilidad. En lo que respecta a los datos económicos la situación es más difícil, pues no se reportan estudios sectoriales que proporcionen información sobre costos, salvo las evaluaciones de impacto de eventos naturales extremos. Además, en la región se han desarrollado ciertas capacidades y habilidades importantes en la mayoría de los temas que abarca el proyecto, aunque se relacionan sobre todo con aspectos ambientales, y no necesariamente económicos.

En los aspectos institucionales, en el nivel de la región centroamericana se cuenta con el apoyo de los ministros de ambiente que conforman la CCAD. La Declaración de San Pedro Sula, firmada por los jefes de Estado del SICA, expresó su acuerdo con la ejecución de las fases siguientes del proyecto. Así, la realización de los estudios mencionados cuenta con el aval político necesario en este nivel. En el nivel nacional, se cuenta con el apoyo de los ministerios de ambiente y su expresa voluntad para involucrar a los ministerios de finanzas o hacienda en las fases siguientes.

En resumen, el estudio de factibilidad de este proyecto evaluó los siguientes elementos de viabilidad:

- Disponibilidad de datos técnicos y económicos
- Capacidad nacional analítica técnica
- Capacidad nacional analítica económica
- Capacidad regional analítica técnica
- Capacidad regional analítica económica
- Evaluaciones económicas sectoriales
- Modelos de evaluación integrada
- Institucionalidad regional
- Institucionalidad nacional

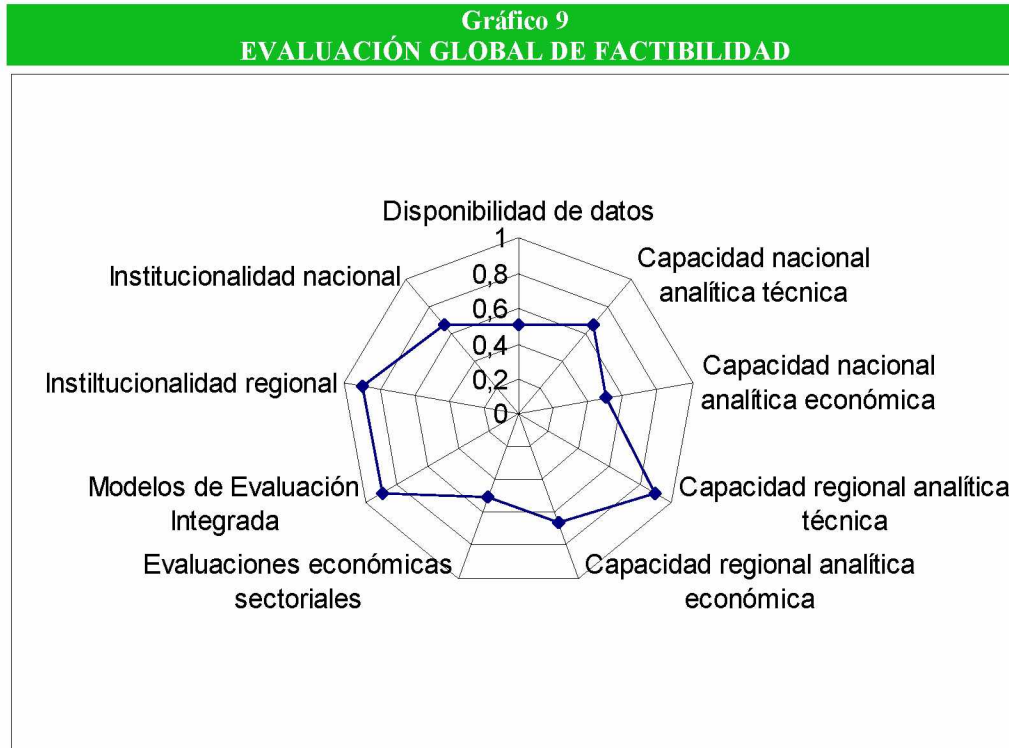
Al integrar las evaluaciones de todos los criterios adoptados, el estudio de factibilidad estima que la probabilidad de obtener los resultados esperados del proyecto es siempre superior a 50%. Aun más, en tres casos es superior a 66%, y en otros tres, superior a 90%.

---

<sup>18</sup> Por razones de espacio, se presenta un resumen de todos los análisis hechos por la CEPAL para demostrar la factibilidad del proyecto.

En consecuencia, se concluye que es viable realizar los estudios incluidos en el proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica”, si bien se debe tener en cuenta

las limitaciones anotadas así como las adecuaciones necesarias (véase el gráfico 9).



## 2. Beneficios esperados del proyecto

El cambio climático representa un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas y las economías nacionales y familiares por generaciones. Este pasivo será en particular alto para los países centroamericanos debido a su ubicación geográfica —en donde se registra un alto índice de ocurrencia de eventos extremos— a sus niveles de pobreza y a su dependencia del sector agrícola, el cual es muy sensible al clima.

A pesar de que se han emprendido esfuerzos para afrontar los impactos del cambio climático en la región, lo mismo para mitigarlos que para adaptarse a ellos, persiste una carencia

de análisis económicos sobre las consecuencias de asumir una actitud de “no respuesta”. Hasta ahora, el tema se ha circunscrito al sector ambiental y, en algunos casos, no ha llegado a los niveles más altos de gobierno, en los que se toman decisiones políticas que afectan el curso de las economías.

Si bien es cierto que los estudios y propuestas sobre la región plantean una gran cantidad de sugerencias y acciones concretas, en muy pocas ocasiones se cuantifican con rigor sus costos y beneficios. Esto ha dificultado captar la atención de los tomadores de decisiones, quienes tienen el poder de asignar fondos de los presupuestos públicos.

Actuar ahora para mitigar el cambio climático y adaptarse a él se asemeja a invertir en una prima de seguros: al destinar recursos en la actualidad, se evita —o al menos se disminuye— el costo esperado como consecuencia de ese fenómeno global. Este principio es reconocido por aquellas instituciones relacionadas con el tema, pero no han logrado transmitirlo a otros actores relevantes: ministerios de agricultura, hacienda, salud, economía y finanzas. Para involucrarlos, es necesario cuantificar el pago de la “prima”, es decir, la inversión en adaptación y mitigación, al igual que la disminución en los costos futuros.

Lo cierto es que, hasta el momento, no se ha llevado a cabo el análisis sobre los costos y beneficios asociados a las dos alternativas de política pública que se presentan a los países centroamericanos ante el cambio climático: actuar o no hacer nada. Dar a conocer un análisis de esa naturaleza aumentaría la disposición de los gobiernos y del sector privado para invertir en acciones de adaptación y mitigación. Para esto es necesario generar información acerca del esfuerzo económico que deberán hacer tanto los Estados como el sector productivo para reducir la vulnerabilidad, adaptarse y contribuir a la mitigación del mencionado fenómeno climático.

Contar con datos aproximados del gasto que debe hacerse —tanto fiscal como por parte del sector productivo— así como de los impactos potenciales en la competitividad de las economías de la región, será una contribución importante para el planteamiento de las políticas públicas relacionadas con el cambio climático. Algunas de esas políticas que se verán condicionadas en gran medida por este cambio tienen que ver con el sector agrícola, la atención a la pobreza, los recursos hídricos y las exportaciones.

Por otra parte, un estudio de esta naturaleza será útil en la definición de estrategias adecuadas para el desarrollo de proyectos de mitigación que generen recursos financieros para la región. Asimismo, se identificará el potencial de beneficios compartidos por la mitigación y las iniciativas de adaptación. Esto incluye actividades que puedan ser transadas en mercados de carbono, como *offsets* y otros instrumentos. La facilidad de carbono de Naciones Unidas o el Mecanismo de Desarrollo Limpio son dos ejemplos del tipo de iniciativas que se promovería en la región al contar con información económica clara sobre los costos y beneficios de mitigar el cambio climático y adaptarse a él. Estos mecanismos podrían ser especialmente relevantes para los medianos y pequeños productores al igual que para la población de bajos ingresos.

De esta forma, los diversos estudios e investigaciones que se lleven a cabo como parte del estudio “La economía del cambio climático en Centroamérica” tendrán impacto en el nivel gubernamental y en la iniciativa privada. También permitirán definir estrategias de largo plazo para la adaptación y la mitigación, reducir el impacto del cambio climático en la población centroamericana y definir las políticas públicas pertinentes. Además, la intensa divulgación prevista alertará a los tomadores de decisiones regionales y a los actores clave sobre el reto inminente del cambio climático y contribuirá al debate, tanto nacional como regional, sobre el tema.

Se debe reconocer la necesidad del estudio para cuantificar en términos económicos las consecuencias de la falta de respuestas al cambio climático. Hay que empezar a tocar las puertas de los tomadores de decisiones que manejan los presupuestos públicos —pues el clima global constituye un bien público— ante la dificultad de que el

mercado asuma las acciones requeridas. Para llegar a esos funcionarios, es necesario proporcionarles información en el lenguaje

que ellos mismos utilizan, es decir, en lenguaje económico.

### **3. Criterios y prioridades establecidos por los países centroamericanos para la elaboración del proyecto**

En el proceso de consulta a los ministros de ambiente de Centroamérica, durante el desarrollo de la Fase I del proyecto, las autoridades nacionales dieron a conocer a la Sede Subregional de la CEPAL los criterios principales que deberían ser considerados para la ejecución de las dos fases subsiguientes. En principio, se estableció que los estudios deben realizarse con la participación de los ministerios de finanzas o hacienda como socios principales desde el inicio de las siguientes fases. El cambio climático se ha visto como un tema exclusivamente ambiental, pero son las instituciones que controlan los presupuestos públicos las que deben autorizar y programar las inversiones públicas o mixtas necesarias en adaptación y mitigación.

Otro aspecto incorporado en el presente estudio de factibilidad se refiere a la importancia que se da a la adaptación y a la reducción de vulnerabilidades al cambio climático, al igual que al fortalecimiento de las capacidades necesarias para lograrlo. Se plantean explorar opciones de mitigación y transición a economías bajas en carbono, representándose ellos la solución definitiva a nivel global, y para Centroamérica como cobeneficios de los esfuerzos de adaptación, así como mecanismos de compensación, como el MDL, o beneficios económicos de mercado.

Basten dos ejemplos de lo anterior: aumentar la eficiencia del transporte reduce las emisiones de GEI, pero también genera importantes beneficios económicos; mantener la cubierta forestal en las partes altas de las cuencas hidrográficas no sólo evitará emisiones a la atmósfera, sino que conservará intacta la infiltración del suelo, con lo que se reducirán los riesgos ante eventos extremos, además de proteger la biodiversidad y la disponibilidad del agua.

De la misma manera, es importante que el proyecto incluya el desarrollo de capacidades. Por eso, además de las actividades iniciales de capacitación contempladas en la Fase IV, se propone establecer una Fase V, que estaría diseñada de manera específica para fortalecer capacidades y emprender estudios adicionales.

### **4. Riesgos en la ejecución del proyecto**

La ejecución de todo proyecto implica riesgos inherentes a su propia naturaleza. Una vez identificados los riesgos más importantes, deben implementarse procedimientos o métodos para reducirlos o eliminarlos.

El riesgo más inmediato es que hubiera una baja o nula participación de algunos gobiernos a causa de su falta de interés en el proyecto, lo cual podría deberse a diferentes factores, como la indiferencia de los ministros de finanzas y hacienda, o la existencia de relaciones conflictivas entre las autoridades de los ministerios de ambiente y hacienda o sus delegados. De forma similar, otro riesgo es la falta de disponibilidad que

podiesen mostrar los especialistas nacionales en los temas incluidos en el proyecto a causa, por ejemplo, de estar trabajando en otras instancias o tener asignadas otras tareas. Ante la limitada capacidad profesional que hay en la región, el tema de la disponibilidad de los especialistas resulta crucial para la ejecución eficiente del estudio.

Otro riesgo consiste en no llevar a cabo el proyecto en el tiempo y la forma propuestos a causa de su complejidad y la necesaria participación de los diferentes ministerios de los países involucrados. También será un reto que los métodos utilizados pasen la prueba del escrutinio académico y de comparabilidad con otros estudios que se estén realizando.

La falta de un aseguramiento de los fondos necesarios para llevar a cabo todos los estudios e investigaciones de las dos fases siguientes en el tiempo adecuado podría provocar retrasos importantes, tanto en la entrega de resultados como en las interacciones previstas entre las diferentes actividades.

Tampoco se debe descartar el riesgo de que algunos gobiernos no reciban de buen grado los resultados y desestimen el análisis. Este riesgo se vería incrementado en caso de que algún gobierno considere que perdería una ventaja competitiva en el tema al ser incluido en un estudio regional, en lugar de hacer uno nacional.

Por último, el impacto ambiental del propio estudio sería menor dado el tipo de actividades programadas. Sin embargo, no se incluye ningún procedimiento para compensar las emisiones de carbono producto de los viajes de trabajo que harían los participantes.

Todos los riesgos arriba mencionados se consideran controlables, de forma que en sí mismos no representan un peligro importante para la ejecución del proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica”.





## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACP	Autoridad del Canal de Panamá
AGCM (siglas en inglés)	Modelos de Circulación Atmosférica General
AIACC (siglas en inglés)	Assessment of Impact and Adaptation to Climate Change in Multiple Regions and Sectors
ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente, Panamá
AR4 (siglas en inglés)	Cuarto reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático
AOGCM (siglas en inglés)	Modelos de Circulación General Océano Atmósfera acoplados
BAU (siglas en inglés)	Business As Usual o escenario de inacción
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CAFTA (siglas en inglés)	El Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Centro América y República Dominicana.
CATHALAC	Centro del Agua del Trópico para América Latina y el Caribe
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCCCC	Caribbean Community Climate Change Centre, Belice
CCHAC	Comité de Cooperación de Hidrocarburos de América Central
CEAC	Consejo de Electrificación de América Central
CELADE	Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPALSTAT	CEPAL, Base de Datos y Publicaciones Estadísticas
CEPREDENAC	Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central
CINPE	Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible
CLIRUN (siglas en inglés)	Climate Runoff Model/Modelo de clima y escorrentía
COMIECO	Consejo de Ministros de la Integración Económica
COMISCA	Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica
COSEFIN	Consejo de Ministros de Finanzas y Hacienda
CRRH	Centro Regional de Recursos Hidráulicos
DFID(siglas en inglés)	Department for International Development /Ministerio para el Desarrollo Internacional
DICE (siglas en inglés)	Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy
EDA	Enfermedad Diarreica Aguda
ENSO (siglas en inglés)	El Niño Southern Oscillation/El Niño Oscilación del Sur
EMIC	Emuladores del Sistema Tierra de Complejidad Intermedia
EESC 2020	Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
FCO (siglas en inglés)	Ministerio de Relaciones Externas Gobierno del Reino Unido
FUND (siglas en inglés)	Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution
GCCC	Grupo Consultivo de Cambio Climático, El Salvador
GCOS (siglas en inglés)	Sistema de Observación del Clima Global

GEF (siglas en inglés)	Global Environment Facility / Fondo Mundial para el Medio Ambiente
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GEO-4	Perspectivas del Medio Ambiente-4
GPS (siglas en inglés)	Global Positioning Systems/Sistemas de Posicionamiento Global
IAM (siglas en inglés)	Modelos de Evaluación Integrada (MEI)
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IDRC (siglas en inglés)	The International Development Research Center, El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo
INCAE	Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala
IPCC (siglas en inglés)	Intergovernmental Panel of Climate Change/Panel Intergubernamental de Cambio Climático
IRA	Infecciones respiratorias agudas
IUCN (siglas en inglés)	International Union for Conservation of Nature/ Unión Mundial Para la Conservación de la Naturaleza
MAGICC (siglas en inglés)	Model for the Assessment of Greenhouse Gas Induced Climate Change/Modelo para la evaluación de cambio climático inducido por GEI
MARENA	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MEI	Modelos de Evaluación Integrada
MERGE (siglas en inglés)	Model for Evaluating the Regional and Global Effects of GHG Reduction Policies
MINAET	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica
MMD (siglas en inglés)	Multi Model Data/ Data de múltiples modelos
MNREI	Ministry of Natural Resources and the Environment of Belize
NAO (siglas en inglés)	North Atlantic Oscillation/Oscilación del Atlántico Norte
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OPS/PAHO	Organización Panamericana de la Salud/Pan American Health Organization
PACA	Plan Ambiental de la Región Centroamericana
PACADIRH	Plan Centroamericano del Agua
PAGE (siglas en inglés)	Policy Analysis of the Greenhouse Effect Model/Modelo para el análisis de políticas relacionados con el efecto invernadero
PEER	Programa de Eficiencia Energética Regional
PNUD	Programa de la Naciones Unidas Para el Desarrollo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRECIS (siglas en inglés)	Providing Regional Climates for Impacts Studies
PRESANCA	Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica
PREVDA	Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental

RCM (siglas en inglés)	Modelos regionales o modelos anidados de área limitada
RICE (siglas en inglés)	Regional Dynamic Integrated Climate and the Economy Model
SANAA	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados, Honduras
SCENGEN (siglas en inglés)	Regional Climate Scenario Generator/Generador de escenarios regionales de clima
SDSM (siglas en inglés)	Statistical Downscaling System Model/Modelo para sistemas de regionalización estadística
SERNA	Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras
SERVIR	Sistema Regional de Visualización y Monitoreo
SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
SNET	Servicio Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador
SRES (siglas en inglés)	Special Report on Emissions Scenarios/ Reporte Especial de Escenarios de Emisiones del IPCC
SICA	Sistema de Integración Centroamericana
UCP	Unidad de Coordinación del Proyecto
UNESCO (siglas en inglés)	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
WG I (siglas en inglés)	Working Group I of IPCC



## BIBLIOGRAFÍA

- Adger, W. Neil (2006), *Global Environmental Change* 16.
- ADB (African Development Bank) y otros (2007), *Poverty and Climate Change, Reducing the Vulnerability of the Poor through Adaptation*, ADB, SFID, OECD, UNDP, PNUMA, Banco Mundial y Ministerio de Cooperación Económica Desarrollo de Alemania.
- AIACC-LA06, *Impacts and Adaptation to Climate Change and Extremes Events in Central America*, SICA, CRRH, UCR y Geophysical Research Center.
- Berkhout, F. (2005), “Rationals for adaptation in EU climate change policies”, *Climate Policy*, N° 5.
- Bernstein, L. y otros (2007), “Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers”, *Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report*, 24 pp.
- Burton, Ian, Thea Dickinson e Ivonne Howard (2008), *Linking impacts and adaptation modeling of climate change to the policy process*.
- CATHALAC (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe), PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) y GEF (Global Environment Facility) (2007), *Síntesis regional. Fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba*, Ciudad de Panamá.
- Centella, A. y L. Herrera (2000), *Escenarios de cambio climático para Guatemala*.
- Centella, A., L. Castillo, y A. Aguilar (1998), “Escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador”, *Reporte Técnico* (PNUD/GEF/ELS/97/32), San Salvador.
- Christensen, J.H. y otros (2007), “Regional Climate Projections”, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I contribution for the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Solomon, S., D. Qin y otros (eds.), Cambridge, Nueva York, Cambridge University Press.
- Conama (Comisión Nacional del Medio Ambiente), PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo), GEF (Global Environmental Facility) (1999), *Estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*, Ciudad de Guatemala, editorial Serviprensa, 7 tomos .
- Conde, C., X. Lu y C. Carter (2008), Presentación: “PCC Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Analysis (TGICA)”, reunión de expertos UNFCCC NWP, Ciudad de México, 4-7 marzo.
- Conde-Alvarez, Cecilia y Sergio O. Saldaña-Zorrilla (2007), “Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos,

- vulnerabilidad y adaptación”, *Revista Ambiente y Desarrollo*, No 23 (2), Santiago de Chile.
- Cubasch, U. y otros (2001), “Projections of future climate changes”, *Climate Change 2001 The Scientific Basis*, contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Houghton, J.T. y otros (eds.), Reino Unido, Nueva York, Cambridge University Press.
- Dickinson, T. (2007). “The compendium of adaptation models for climate change: First edition”, *Environment Canada*, Adaptation and Impacts Research Division, 41 pp.
- Domenech Cots, José Ramón (2008), “Información recopilada sobre cambio climático por país”, documento interno del proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica (Fase I)”, San José, Costa Rica, Convenio CEPAL/DFID.
- Echeverría, B. J. (2004), *Selección de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero para desarrollar escenarios de cambio climático en Centroamérica*, San José, Costa Rica, CRRH/UCR/CIGEFI/AIACCLA06.
- Estrada Porrúa, Francisco (2008), “Análisis de factibilidad para la elaboración de un estudio de costos de cambio climático en América Central”, *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica, Fase I*, Ciudad de México Convenio CEPAL/DFID.
- Fernández, W., J. Amador y M. Campos (2006), “Impacts and Adaptation to Climate Change and Extreme Events in Central America”, *Final Report*. AIACC, TWAS, SICA (Sistema Integrado de Centro América), CRRH (Comité Regional de Recursos Hídricos), Universidad de Costa Rica (UCR), Centro de Investigaciones de Recursos Geofísicos (CIGEFI-UCR).
- Fundación DESC (Fundación Derechos Económicos, Sociales y Culturales para América Latina) (2005), “Análisis de situación: Ahora la prueba de la tormenta STAN”, *Informe Guatemala. No 29*, (<http://www.fundadesc.org/archivo/veintinueve/analisis.htm>)
- Gay, C. y F. Estrada (2007), “Objective probabilities about future climate is a matter of opinion”, *Climatic Change*, Ciudad de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Furrer, R., S.R. Sain, D. Nychka, y G.A. Meehl (2007), *Multivariate Bayesian Analysis of Atmosphere-Ocean General Circulation Models*, Environ, Ecol. Stat, en prensa.
- Giorgi, F. y L.O. Mearns (2003), “Probability of Regional Climate Change based on the Reliability Ensemble Averaging (REA) Method”, *Geophys. Res. Lett.* 30 (12), 1629.
- Giorgi, F. y B. Hewitson (2001), “Regional Climate Information-Evaluation and Projections”, capítulo 10 del IPCC, *WGI, Third Assessment Report*.
- Giorgi, F. y X.Q. Bi (2000), “A study of internal variability of a regional climate model”, *J. Geophys. Res.* 105(D24), 29503–29521.

- Grübler, A. y N. Nakicenovic (2001), "Identifying dangers in an uncertain climate", *Nature* 412.
- Hare, W.L. y M. Meinshausen (2006), "How much warming are we committed to and how much can be avoided?", *Climate Change* 75.
- Harris, G. y otros (2006), "Frequency distributions of transient regional climate change from perturbed physics ensembles of general circulation model simulations", *Clim. Dyn.* 27.
- Hegerl, G.C., F. W. Zwiers y otros (2007), "Understanding and Attributing Climate Change", *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Solomon, S., D. Qin, y otros (eds.), Reino Unido, Nueva York, Cambridge University Press.
- Hope, C. (2006), *The marginal impact of CO<sub>2</sub> from PAGE2002: An integrated assessment model incorporating the IPCC's five reasons for concern*, 6, 1.
- Hope, C. (2005), *The Economics Climate Change. House of Lords Select Committee on Economic Affairs*, vol. II, Londres, The Stationery Office.
- Hulme, M., y N. Sheard (1999), *Escenarios de cambio climático para Mesoamérica*, folleto, Reino Unido, WWF, UEA.
- Hulme, M., T.M.L. Wigley y otros (2000), "Using a Climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessments", *MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook*, Reino Unido, Climatic Research Unit.
- IMN-MINAE (Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio de Ambiente y Energía.) (2001), *Escenarios de cambio climático para Costa Rica*, Primera Comunicación Nacional para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, San José.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) (2007a), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I contribution for the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- \_\_\_\_\_ (2007b), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of the Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge university Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- \_\_\_\_\_ (2007c), "Summary for Policymakers", *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 851 pp.

- \_\_\_\_\_ (2005), Guidance Notes for Lead Authors of the IPCC Fourth Assessment Report on Addressing Uncertainties.
- \_\_\_\_\_ (2004), *Climate Change 2004: Special Report on Emission Scenarios (SRES)*, of Working Group III of Panel of Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2001a), *Climate Change 2001: Volume II Impacts, adaptation and vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- \_\_\_\_\_ (2001b), *Climate Change 2001: Mitigation, Contribution of Working Group III (WGIII) to the IPCC Third Assessment Report*.
- \_\_\_\_\_ (2001c), *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC*, Houghton, J.T., Y. Ding y otros (eds.), Cambridge, Nueva York, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (1997), *Escenarios de emisiones del informe especial del IPCC (IE-EE)*.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2004), Red List of Threatened Species; A Global Species Assessment, J.E.M. Baillie, C. Hilton-Taylor and S.N. Stuart, Eds., Gland and Cambridge.
- Jansen, E., J. Overpeck, K.R. Briffa y otros (2007), "Palaeoclimate", *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, S. Solomon, D. Qin y otros (eds.), Cambridge, Nueva York, Cambridge University Press.
- Jenkins, G. y J. Lowe, J. (2003), *Handling Uncertainties in UKCIP02 Scenarios of Climate Change* [en línea], <http://www.ukcip.org.uk/scenarios/guidance/uncertainty.asp>
- Jones, R. (2002), "Representing Uncertainties & Selecting Scenarios", presentación en curso *Development and Applications of Scenarios in Impacts, Adaptation and Vulnerability Assessments*, AIACC, Norwich, abril 15-26.
- Knutti, R. y otros (2005), "Probabilistic climate change projections for CO<sub>2</sub> stabilization profiles", *Geophys. Res. Lett.*, 32, L20707, doi: 10.1029/2005GL023294.
- Lorenzoni, I. y N. Pidgeon (2006), "Public views on climate change: European and United States of America perspectives", *Climate Change*, vol. 77.
- Manning, M. Petit, M. Easterling y otros (2004), *Workshop Report*, IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk and Options, Irlanda, National University of Ireland, Maynooth, Co. Kildare, 11-13 mayo.
- Magrin, G., C. Gay García y otros (2007), "Latin America", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and*



- Vulnerability*, contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani y otros (eds.), Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.
- Manne, A. and R. Richels (2004), *MERGE: An Integrated Assessment Model for Global Climate Change*, GERAD, Energy and Environment [en línea], [www.stanford.edu/group/MERGE/GERAD1.pdf](http://www.stanford.edu/group/MERGE/GERAD1.pdf)
- Manne, A., R. Mendelsohn y R. Richels (1995), “A model for evaluating regional and global effects of greenhouse policies”, *Energy Policy* 23.
- Marena (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua) (2001), *Nicaragua, 2001: primera comunicación nacional de Nicaragua sobre cambio climático*, marzo.
- Martínez Zatarain, Alejandro (2008), “Análisis de los estudios disponibles (internacionales y regionales) sobre el impacto del cambio climático en Centroamérica”, *La economía del cambio climático en Centroamérica (Fase I)*, Convenio CEPAL/DFID, México, documento interno.
- Mata, L. y C. Nobre (2006), *Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Latin America*, UNFCC.
- Mearns, C.G. Menéndez y otros (2007), “Regional Climate Projections”, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, contribución del Grupo de trabajo I al Cuarto Reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, Solomon, S., D. Qin y otros (eds.), Cambridge, Nueva York.
- Mearns, C.O. y otros (2003), *Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Regional Climate Model Experiments*, DDC del IPCC, TGCIA.
- Mitchell, T.D., M. Hulme (1999), “Predicting regional climate change: living with uncertainty”, *Progress in Physical Geography* 23 (1).
- Moss, R.H. y S.H. Schneider (2000), “Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to Lead Authors for more consistent assessment and reporting”, *Guidance Papers on the Cross-Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC*, Pachauri, R. y otros (eds.), Génova, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Nordhaus, W.D. y M. Boyer (2000), *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- \_\_\_\_\_ (1999), *Roll the DICE Again: Economic Models of Global Warming*, Web 102599.wpd.
- PAHO (Pan American Health Organization) (2003), *Status Report on Malaria Programs in the Americas*, 44<sup>th</sup> Directing Council, 55<sup>th</sup> Session of the Regional Committee, Washington, District of Columbia.
- Parson, E.A. y K. Fisher-Vanden (1995), “Searching for Integrated Assessment: A Preliminary Investigation of Methods, Models, and Projects in the Integrated Assessment of Global Climatic

- Change”, *Consortium for International Earth Science Information Network* (CIESIN), Michigan, University Center, [en línea], <http://sedac.ciesin.columbia.edu/mva/iamcc.tg/mva-questions.html>
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2007), “Human Development Report 2007/2008”, *Fighting Climate Change: Human solidarity in divided world*.
- Randall, D.A., R.A. Wood y otros (2007), “Climate Models and their Evaluation”, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, contribución del Grupo de trabajo I al Cuarto Reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, S. Solomon, D. Qin y otros (eds.), Cambridge, Nueva York, Cambridge University Press.
- Stern, Nicholas. H. (2008), *Key Elements of a Global Deal on Climate Change*, Londres, The London School of Economics and Political Science.
- Stern, N. H., S. Peters y otros (2006), *Stern Review: The Economics of Climate Change*, Cambridge, Nueva York, Cambridge University Press.
- Serna (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente) (2001), *Escenarios de cambio climático para Honduras*, primera comunicación de Honduras a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- Shiogama, H., M. Watanabe, M. Kimoto y T. Nozawa (2005), *Anthropogenic and natural forcing impacts on the Pacific Decadal Oscillation during the second half of the 20th century*, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L21714, doi: 10.1029/2005GL023871.
- Schneider, Stephen H. (2003), *The case for climate change action*, audiencia del Comité del Senado en Comercio, Ciencia y Transporte.
- \_\_\_\_\_ (2001), “What is 'Dangerous' Climate Change?” en *Nature*, N° 411.
- Smith, J.B. y otros (2001), “Vulnerability to climate change and reasons for concern: a synthesis”, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Somerville, R., H. Le Treut y otros (2007), “Historical Overview of Climate Change”, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, contribución del Grupo de trabajo I al Cuarto Reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.
- Scott, P.A. y otros (2006), “Observational constraints on past attributable warming and predictions of future global warming”, *J. Clim.* N° 19.
- Tol, R.S.J. (2006), *The climate framework for uncertainty, negotiation and distribution (FUND), technical description*, version 2.8 [en línea] [www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/models-data/fund/technical.pdf](http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/models-data/fund/technical.pdf)
- \_\_\_\_\_ (2002a), “Estimates of the damage costs of climate change. Part 1: Benchmark estimates”, *Environmental and Resource Economics*, 21(1).

- \_\_\_\_\_ (2002b), “Estimates of the damage costs of climate change. Part 2: Dynamic estimates”, *Environmental and Resource Economics*, 21(1).
- \_\_\_\_\_ (1998), “Socio-Economic Scenarios”, *Handbook on Methods of Climate Change Impacts Assessment and Adaptation Strategies*, Feenstra, J., I. Burton, J.B. Smith y R.S.J. Tol (eds), Nairobi, Amsterdam, United Nations Environment Programme, Institute for Environmental Studies.
- Trenberth, K.E., P.D. Jones y otros (2007), “Observations: Surface and Atmospheric Climate Change”, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, contribución del Grupo de trabajo I al Cuarto Reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, Solomon, S., D. Qin y otros (eds.), Cambridge, Nueva York, Cambridge University Press.
- Trenberth, K.E. and D.P. Stepaniak (2001), *Indices of El Niño Evolution J. Climate*, pp. 14, 167-170.
- Turtós, Leonor (2008), “Una introducción a los modelos integrados de valoración del cambio climático”, *La economía del cambio climático en Centroamérica (Fase I)*, La Habana, Convenio CEPAL/DFID.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2007), *The Fourth Global Environment Outlook (GEO-4)*, Nairobi.
- \_\_\_\_\_ (2003), *Global Environment Outlook 3*, Earthscan, London, pp. 446.
- Warren, R. y otros (2006a), “Spotlighting the impact functions in integrated assessment”, reporte de investigación para *Stern Review on the Economics of Climate Change, Tyndall Working Paper 90* [en línea] [www.tyndall.ac.uk](http://www.tyndall.ac.uk)
- \_\_\_\_\_ y otros (2006b), “Understanding the Regional Impacts of Climate Change”, en *Tyndall Working Paper 90* [en línea] ([www.tyndall.ac.uk](http://www.tyndall.ac.uk)).
- Wang, X.L. y V.R. Swail (2006), “Climate change signal and uncertainty in projections of ocean wave heights”, *Clim. Dyn.*, N° 26.
- Webster, M. y otros (2003), “Uncertainty analysis of climate change and policy response”, *Clim. Change*, N° 61.
- Wigley, T.M.L. y S.C.B. Raper (2001), “Interpretation of high projections for global-mean warming”, *Science* N° 293.
- Zapata Marti, Ricardo (2006), *Los efectos de los desastres en 2004 y 2005: la necesidad de adaptación de largo plazo* (LC/MEX/L.733, Serie estudios y perspectivas N° 54), México, agosto.



## **ANEXO I**

### **LISTADO DE DOCUMENTOS NACIONALES Y REGIONALES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA**

Cuadro I-1

RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS: VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN

PANAMÁ	COSTA RICA	NICARAGUA	HONDURAS
<p>Proyecto regional GEF: P6. Proyecto de Adaptación a la cuenca del Río Santa María</p> <p>P2. Study of Extreme Precipitation over the Panama Canal Watershed</p> <p>P4. Incorporación de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático</p>	<p>Proyecto regional GEF: C11. Informes del proyecto regional GEF en Costa Rica C17. Informe final: Adaptación del sistema hídrico de la zona noroccidental de la gran área metropolitana de Costa Rica al cambio climático</p> <p>C10. El Niño-Southern Oscillation Impact on Costa Rica</p> <p>C12. Resumen ejecutivo: Proyecto centroamericano sobre cambio climático. Sector recursos hídricos. Costa Rica</p> <p>C13. Community-based Risk Screening Tool - Adaptation &amp; Livelihoods (CRISTAL)</p> <p>C16. Escenarios climáticos para Costa Rica</p>	<p>Proyecto regional GEF: N10. Estrategia de adaptación al cambio climático de los sistemas recursos hídricos y agricultura para la cuenca No. 64 N11. Informe final Nicaragua: Proyecto de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica y Cuba N14. Evaluación de la vulnerabilidad actual de los sistemas recursos hídricos y agricultura ante el cambio climático en la cuenca No.64</p> <p>N2. Escenarios climáticos y socioeconómicos de Nicaragua para el siglo 21 N5. Evaluación del daño ambiental y el análisis de necesidades N7. Impacto del huracán Félix en la Región Autónoma del Atlántico Norte y de las lluvias torrenciales en el noroeste de Nicaragua N8. Proyecto de gestión de cuencas y cambio climático. Perfil básico de proyecto N12. Marco de indicadores de vulnerabilidad del sector agrícola de Nicaragua N13. Evaluación de la vulnerabilidad actual ante el cambio climático del sistema caficultura y su vínculo con la seguridad alimentaria en los departamentos de Jinotega y Matagalpa. Síntesis</p>	<p>Proyecto Regional GEF: H1. Adaptación al cambio climático en la cuenca del Río Aguan H2. Vulnerabilidad actual de la Cuenca del Río Aguan H3. La Estrategia de adaptación al cambio climático y plan de acción para la cuenca del Río Aguan</p> <p>H9. Estudio Marino Costero - La Ceiba H11. Evaluación de variables hidroclimatológicas ante vulnerabilidad de desastres naturales</p>

/continúa

Cuadro I-1 (Conclusión)

## RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS: VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN

EL SALVADOR	GUATEMALA	BELICE	REGIONAL
<p>Proyecto regional GEF: S4. Information on Methods and Tools for Impact, Vulnerability and Adaptation Assessment S8. Eventos Máximos Considerados (EMC) y estimación de pérdidas probables para el cálculo del Índice de Déficit por Desastre (IDD) en doce países de las Américas S11 y S12. Integración de índices de clima y tiempo en la toma de decisiones para la adaptación al cambio climático en América Central, México y República Dominicana. Propuesta y plan de implementación del Proyecto 2007-08 S13. MITCH. Informe de coyuntura S14. Alerta amarilla por sequía en zona oriental. Plan de acción S15. Evaluación de daños ocasionados al sector agropecuario, pesquero y acuícola por la tormenta tropical STAN S29. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador S30. Plan de acción de convivencia con la sequía en El Salvador S33. Diagnóstico del estado actual del conocimiento y propuesta de una estrategia para la creación de capacidades sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en El Salvador. Líneas prioritarias de acción para la definición y ejecución de una estrategia de adaptación al cambio climático en El Salvador S34. Evaluación de las políticas para enfrentar la sequía en El Salvador dentro del marco del desarrollo y la transferencia de tecnologías de adaptación ante la variabilidad y el cambio global del clima</p>	<p>Proyecto regional GEF: G4. Año 2005. Estudio de vulnerabilidad actual (versión preliminar). Estudio de caso: Cuenca del Río Naranjo G5. Estudio de vulnerabilidad actual (versión preliminar). Estudio de caso: Subcuenca del Río San José G6. Informe final: Análisis de la vulnerabilidad futura de los recursos hídricos al cambio climático G7. Informe final: Análisis de la vulnerabilidad futura de la producción de granos básicos al cambio climático G8. Compilación y síntesis de los estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático G12. Efectos en Guatemala de las lluvias torrenciales y la tormenta tropical Stan G13. El Desastre de octubre de 2005 en Guatemala. Estimación preliminar de su impacto socio-económico y ambiental G17. Climate change studies in Guatemala with emphasis in adaptation, octubre de 2005 G19. Cartografía y análisis de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Guatemala G20. Estimación de amenazas inducidas por fenómenos hidrometeorológicos en la República de Guatemala G21. Fortalecimiento de la gobernabilidad ambiental ante el riesgo climático en Guatemala. (Prodoc y resumen) G31. Fortaleciendo las capacidades de preparación ante desastres en asentamientos urbanos del departamento de Guatemala (2007-2008) G33. Estimación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos de Guatemala al cambio climático</p>	<p>B7. Información sobre proyectos GEF B8. Final Report of the Caribbean Planning for Adaptation to Climate Change (CPACC) Project</p>	<p>Proyecto regional GEF: R10. Síntesis regional. Fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba  R7. Marco regional de adaptación al cambio climático para los recursos hídricos en Centroamérica R11. Climate, climate variability and climate change in relation with forest ecosystems in Central America. Review of experiences, actors and needs in tropical forest climate change adaptation in Central America R12. Impactos y efectos del pronóstico climático de mayo a julio de 2007 sobre los sectores agropecuario, pesca, agua, nutrición y salud, y gestión de riesgos a nivel local de Centroamérica R13. Experiencia de los Foros Climáticos en América Central R14. Mejoramiento de la capacidad técnica para mitigar los futuros eventos de la variabilidad climática (El Niño) R15 y R16. Temáticas para la creación de capacidades y la reducción de la vulnerabilidad. Informe y propuesta R17. Impacts and adaptation to climate change and extreme events in Central America R21. Tesis: Propuesta metodológica para evaluar la adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente a la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central</p>

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

Cuadro I-2

RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS: MITIGACIÓN

PANAMÁ	COSTA RICA	NICARAGUA	HONDURAS
<p>P7. Panamá frente al cambio climático. Serie centroamericana de bosques y cambio climático</p> <p>P9. Portafolio de proyectos MDL</p>	<p>C8. Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global</p> <p>C9. Fijación de carbono en plantaciones de melina, teca y pochote en los cantones de Hoijancha y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica</p> <p>C14. MDL en gráficos</p>	<p>N1. Guía fácil de inversión en energía limpia con créditos de carbono</p> <p>N15. Nicaragua frente al cambio climático. Serie centroamericana de bosques y cambio climático</p> <p>N16. Procedimientos para la obtención de la carta de no objeción y aval gubernamental de proyectos de energía que quieran vender certificados de reducción de emisiones en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto</p> <p>N17. Marco legal e institucional del sector forestal con respecto al cambio climático</p> <p>N18. Estudio sobre el potencial de mitigación del sector forestal de Nicaragua para el cambio climático</p> <p>N19. Plan de mitigación de gases de efecto ante el cambio climático para los sectores agricultura, uso de la tierra y cambio de uso de la tierra y silvicultura, y energía en Boaco y Chontales. Resumen ejecutivo</p> <p>N20. Evaluación del potencial de crecimiento de plantaciones y fijación de carbono en Nicaragua</p>	<p>H8. Honduras frente al cambio climático. Serie centroamericana de bosques y cambio climático</p>

/...continúa



Cuadro I-2 (Conclusión)

## RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS: MITIGACIÓN

EL SALVADOR	GUATEMALA	BELICE	REGIONAL
<p>S9. Listado de proyectos de El Salvador en etapa de formulación bajo el protocolo de Kyoto</p> <p>S10. Listado de proyectos de El Salvador registrados y en proceso de validación en el marco del protocolo de Kyoto</p> <p>S17. Electrificación en base de recursos renovables. Concepto de proyecto</p> <p>S23 y S24. Estudio de opciones de mitigación de gases de efecto invernadero en el sistema energético de El Salvador. Parte I y II</p> <p>S25. Definición de bosque para la República de El Salvador para actividades forestales elegibles en el Mecanismo para un Desarrollo Limpio, Protocolo de Kyoto</p> <p>S26. Propuesta de anteproyecto preliminar de ley de incentivos fiscales para la promoción de fuentes renovables de energía</p> <p>S28. El Salvador frente al cambio climático. Serie centroamericana de bosques y cambio climático</p>	<p>G9. Guatemala frente al cambio climático. Serie centroamericana de bosques y cambio climático</p> <p>G10. Oportunidades financieras para los proyectos de energía renovable y ambiente en Centroamérica</p> <p>G22. Cuantificación de carbono capturado por bosques comunales y municipales de cuatro municipios en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango</p>	<p>B4. Belice frente al cambio climático. Serie centroamericana de bosques y cambio climático</p>	<p>R4. Guía centroamericana de financiamiento de carbono</p> <p>R5. Alianza en energía y ambiente con Centroamérica. Estatus de los proyectos</p> <p>R6. Usos productivos de la energía renovable en Latinoamérica</p> <p>R8. Centroamérica frente al cambio climático. Serie centroamericana de bosques y cambio climático</p> <p>R9. Framework document. Energy and environment partnership with Central America. Phase two</p>

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

Cuadro I-3

RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS: INSTITUCIONALIZACIÓN Y OTROS TEMAS

PANAMÁ	COSTA RICA	NICARAGUA	HONDURAS
<p>P1. Balance hídrico superficial de la región occidental de la cuenca del canal de Panamá: Cuencas del Río Indio, Coclé del norte y Caño Sucio</p> <p>P5. Informe nacional de evaluación de la implementación de la Convención de Naciones Unidas de lucha contra la sequía y la desertificación (CNULD)</p> <p>P10. Estrategia nacional del ambiente. Resumen ejecutivo</p>	<p>C7. Estrategia de cambio climático para la Región Huetar Norte</p> <p>C15. Estrategia nacional de cambio climático</p>	<p>N3. Guía para comprender el cambio climático en Nicaragua</p> <p>N4. Versión popular. Nuestra naturaleza</p> <p>N6. Anteproyecto de Ley General de Ordenamiento Territorial</p> <p>N21. El cambio climático en Nicaragua (folleto)</p> <p>N23. Proyección a 2012 de la matriz energética</p> <p>N26. Estado del medio ambiente. III Informe GEO 2003-2006</p> <p>N24. Valoración económica del servicio ambiental hidrológico. Departamento de Chinandega</p> <p>N25. Propuesta. Plan de acción nacional ante el cambio climático</p> <p>N27. Atlas forestal</p>	<p>H4. Evaluación nacional forestal. Resumen de resultados del inventario de bosques y árboles 2005-2006</p> <p>H5. Balance hídrico de Honduras</p> <p>H10. Mapa de Cuencas</p> <p>H15. GEO Honduras 2005</p> <p>H6. Análisis institucional y legal para elaborar una propuesta de estructura para la atención del cambio climático e implementación de Mecanismo de Desarrollo Limpio, dentro de la SERNA</p>

/continúa

Cuadro I-3 (Conclusión)

## RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS: INSTITUCIONALIZACIÓN Y OTROS TEMAS

EL SALVADOR	GUATEMALA	BELICE	REGIONAL
S2 y S3. Análisis ambiental de país. Mejorando la gestión ambiental para abordar la liberalización comercial y la expansión de infraestructura. Resumen y documento completo	G14. Perfil ambiental de Guatemala 2004	B2. Belize. Country Environmental Profile	R1. Política agrícola centroamericana 2008-2017
S5. GEO El Salvador 2004	G15. Perfil ambiental de Guatemala 2006	B3. Belize's National Capacity Self Assessment Report	R2. GEO Centroamérica Perspectivas del medio ambiente 2004
S6. Balance energético nacional	G3. Mejorando la gestión ambiental para abordar la liberación comercial y la expansión de infraestructura. Análisis ambiental del país	B5. Terms of reference for short term consultancy. "Climate change: the cost of inaction"	R3. Estrategia forestal centroamericana
S7. Borrador: anteproyecto de ley de ordenamiento y desarrollo territorial	G16. Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales	B6. Formulation of a National Energy Plan for Belize (Sector diagnostic & policy recommendations) project	R18. Plan ambiental de la región centroamericana. PACA
S18. Propuesta de política nacional de calidad del aire	G18. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala		
S19. Medio ambiente en cifras. El Salvador 2003	G32. Directorio de instituciones ambientales de Guatemala 2005		
S20. Estrategia nacional de medio ambiente	G11. Información sobre el sistema de cuentas ambientales y económicas integradas de Guatemala		
S27. Organigrama MARN			
S35. El ABC del cambio climático en El Salvador			

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

Cuadro I-4

## RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS: COMUNICACIONES NACIONALES E INVENTARIOS GEI

PANAMÁ	COSTA RICA	NICARAGUA	HONDURAS
<p>P8. Primera comunicación nacional. Incluye el Inventario GEI (año base 1994)</p> <p>Status segunda comunicación nacional: en elaboración. Se espera a mediados del 2009.</p>	<p>C1. Primera comunicación nacional. C2. Inventario GEI 1992 C3. Inventario GEI 1996 C4. Inventario GEI 2000 C5. Inventario GEI 2005</p> <p>Status segunda comunicación nacional: en elaboración. Se espera en abril 2008.</p> <p>C18. Documento de proyecto: Costa Rica: Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático</p>	<p>N22. Primera comunicación nacional Inventario GEI (año base 2000): en revisión</p> <p>Status segunda comunicación nacional: finalizando</p>	<p>H7. Primera comunicación nacional H14. Inventario GEI (año base 1995)</p> <p>Status segunda comunicación nacional: en elaboración</p>
EL SALVADOR	GUATEMALA	BELICE	REGIONAL
<p>S1. Primera comunicación nacional (incluye S31 y S32) S21. Inventario GEI (año base 1994) Status segunda comunicación nacional: iniciando S16. Actividades habilitantes para la preparación de la segunda comunicación nacional de El Salvador a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático S22. Acciones estratégicas para la consolidación del sistema nacional para el inventario de gases de efecto invernadero de El Salvador</p>	<p>G1. Primera comunicación nacional G2. Inventario GEI (año base 2000)</p> <p>Status segunda comunicación nacional: iniciando</p>	<p>B1. Primera comunicación nacional Incluye el inventario GEI (año base 1994) Status segunda comunicación nacional: en elaboración</p>	N/A

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

Cuadro I-5

RECOPIACIÓN DE DOCUMENTOS: SERVICIOS METEOROLÓGICOS

PANAMÁ	COSTA RICA	NICARAGUA	HONDURAS
P3. Listado de estaciones hidrológicas y meteorológicas de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.	C6. Listado de estaciones meteorológicas y pluviométricas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN)  Las estaciones hidrológicas del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y los datos recopilados están disponibles mediante una solicitud escrita formal	N9. Catálogo de la red de estaciones meteorológicas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)	H12 y H13. Listado y mapas de estaciones telemétricas de lluvia y nivel y telemétricas meteorológicas de la Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERNA)
EL SALVADOR	GUATEMALA	BELICE	REGIONAL
No se ha facilitado la información por parte del SNET	No se ha facilitado la información por parte del INSIVUMEH	No se ha facilitado la información por parte del Servicio Meteorológico	Proyecto SERVIR. <a href="http://servir.nasa.cathalac.org/">http://servir.nasa.cathalac.org/</a>  Red de monitoreo del clima. R.19 Changes in Precipitation and Temperature Extremes in Central America and Northern South America, 1961–2003

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

Cuadro I-6

## RESUMEN DE ESTUDIOS DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) EN TEMAS RELACIONADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO, CONSIDERADOS DE INTERÉS PARA CENTROAMÉRICA

Región / país	Nombre del proyecto	Tema que se aborda	Objetivo del Estudio	Fecha del estudio
América Latina y el Caribe	Nicaragua análisis ambiental del país	Política e institucionalidad y determinación de sectores clave	El documento pretende ofrecer un análisis temprano de desafíos y oportunidades ambientales en sectores claves de la economía y contribuir a definir una estrategia más efectiva de sostenibilidad de las acciones del Banco Interamericano de Desarrollo	Julio de 2007
América Latina y el Caribe	Taller sobre la comercialización de los servicios meteorológicos	Hidrometeorología y temas afines	Resumen de actividades del taller realizado en abril del 2000. Los objetivos del taller fueron los de identificar y discutir las ventajas, desventajas, necesidades, posibilidades y riesgos de un eventual proceso que conduciría a la comercialización de servicios hidrometeorológicos en América Latina y el Caribe.	Abril 2000
América Latina y el Caribe	Bienes y servicios ambientales: mercados no tradicionales, mecanismos de financiamiento y buenas prácticas en América Latina y el Caribe	Servicios Ambientales	El estudio tiene como propósito enumerar las principales oportunidades que tienen los países de la región de América Latina y el Caribe en relación a la generación sostenible de bienes y servicios ambientales (BSA).	Febrero de 2006
América Latina y el Caribe	Avances en las estrategias de desarrollo institucional y sostenibilidad financiera de la gestión de riesgos y desastres en América Latina y el Caribe	Política e institucionalidad	La investigación analiza la forma en que los países de América Latina y El Caribe han avanzado en el propósito de implementar estrategias y acciones mejoradas de respuesta, prevención y mitigación (reducción de riesgo) y reconstrucción de desastres a través de la creación de estructuras institucionales nacionales y fuentes de financiación sostenibles.	Mayo 2005

/continúa

Cuadro I-6 (Conclusión)

## RESUMEN DE ESTUDIOS DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) EN TEMAS RELACIONADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO, CONSIDERADOS DE INTERÉS PARA CENTROAMÉRICA

Región / país	Nombre del proyecto	Tema que se aborda	Objetivo del Estudio	Fecha del estudio
América Latina y el Caribe	Comercio y medio ambiente en la producción forestal	Comercialización y transversalización del tema de Mitigación	El trabajo se enfoca en la evaluación del comercio y del manejo sustentable de los recursos naturales renovables en el recurso bosque. La conservación y producción forestal se encuentran, aparentemente, entre los temas más complejos en las políticas del uso de la tierra	Abril 2001
América Latina	Mejores prácticas de manejo para asegurar la provisión de servicios ecológicos en sistemas agrícolas y forestal en América Latina	Servicios Ambientales	El objetivo de este informe es explorar cómo las diferentes prácticas de manejo influyen la prestación de los servicios de los ecosistemas dentro de los sistemas de la agricultura y de los bosques e identificar las mejores prácticas y enfoques de manejo que posiblemente mejorarán la sostenibilidad de esos ecosistemas y sus servicios.	Borrador de 2005
América Latina	Forests and Biodiversity in Latin America: San Jose Solution Paper	Mitigación	Ofrece una visión de los costos de los beneficios de la forestación y la protección de la biodiversidad en América Latina	Septiembre 2007

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

Cuadro I-7

RESUMEN DE PROYECTOS DEL BANCO MUNDIAL EN EL TEMA DE CAMBIO CLIMÁTICO,  
CONSIDERADOS DE INTERÉS PARA CENTROAMÉRICA

Región / País	Nombre del proyecto	Tema que se aborda	Objetivos del proyecto	Status del proyecto
América Latina y el Caribe/ Costa Rica	Carbon Sequestration in Small Farms in the Brunca Region	Mitigación	Proyecto piloto que pretende la disminución de emisiones de carbono evitando deforestación	Activo Inicio junio 2006 Diciembre 2037
América Latina y el Caribe/ Costa Rica	Mainstreaming Market-Based Instruments for Environmental Management	Adaptación	Promover el incremento de servicios ambientales enfocados al tema de biodiversidad	Activo Fecha de aprobación abril 2006, Termina 2012
América Latina y el Caribe/ Costa Rica	Fijación de carbono por medio de la recuperación de pastizales degradados en zona pacífica de Costa Rica	Adaptación y Mitigación	1. Identificar los impactos (positivos y negativos) sociales y ambientales del Proyecto. 2. Profundizar la evaluación social en los Proyectos Dikes I y Dikes II, Los Santos y Península de Nicoya. 3. Proponer un conjunto de medidas de prevención, mitigación y fortalecimiento de impactos negativos y positivos respectivamente, así como recomendaciones que le den mayor viabilidad social al proyecto.	Información no disponible Sólo se cuenta con el informe final (Disclosure Authorized)
América Latina y el Caribe/Honduras	Rural Electrification	Mitigación	Proveer servicios de electrificación rural sustentables y de calidad	Activo Inicio diciembre 2005 Termina junio 2010
América Latina y el Caribe/Honduras	La Esperanza Hydro	Mitigación	Contribuir a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero	Activo Inicio diciembre 2004 Termina no aplica

/continúa



Cuadro I-7 (Continuación)

RESUMEN DE PROYECTOS DEL BANCO MUNDIAL EN EL TEMA DE CAMBIO CLIMÁTICO,  
CONSIDERADOS DE INTERÉS PARA CENTROAMÉRICA

Región / País	Nombre del proyecto	Tema que se aborda	Objetivos del proyecto	Status del proyecto
América Latina y el Caribe/ Colombia	Colombia: Integrated National Adaptation Program	Adaptación	Definir e implementar medidas tipo piloto, así como opciones políticas para la adaptación ante el cambio climático	Activo Inicio noviembre 2005 Termina diciembre 2011
América Latina y el Caribe/ México	Mexico Environmental Services	Mitigación	1) Estudios de líneas base para servicios ambientales hidrológicos por conservación de biodiversidad y captura de carbón 2 ) Determinación de áreas críticas para la conservación de biodiversidad	Activo Inicio marzo 2006 Termina junio 2011
América Latina y el Caribe/ Perú	Perú CDM Project Portfolio Consolidation Project - CF Assist	Mitigación (MDL)	No disponibles en página Web del Banco Mundial	Activo 22 de enero 2008 Termina diciembre 2009
América Latina y el Caribe	Latin America and the Caribbean - Implementation of Pilot Adaptation Investments in Dominica, St. Lucia and St. Vincent and the Grenadines (GEF) Project <sup>al</sup>	Adaptation	Apoyar medidas piloto para las Islas para contrarrestar el cambio climático	Activo Inicio septiembre 2006 Termina 30 junio 2011

/continúa

Cuadro I-7 (Conclusión)

RESUMEN DE PROYECTOS DEL BANCO MUNDIAL EN EL TEMA DE CAMBIO CLIMÁTICO,  
CONSIDERADOS DE INTERÉS PARA CENTROAMÉRICA

Región / País	Nombre del proyecto	Tema que se aborda	Objetivos del proyecto	Status del proyecto
América Latina y el Caribe	Carbon Finance Assist (Central America)	Mitigación	No disponible	Activo Inicio mayo 2007 Termina septiembre 2008
América Latina y el Caribe	GEF Southern Cone Development Marketplace <sup>a/</sup>	Mitigación	No disponible	Activo Inicio 14 junio 2005 Termina no aplica
Asia /China	Irrigated Agriculture Intensification Loan III	Adaptación	1) Desarrollar, seleccionar e implementar medidas de adaptación al cambio climático. 2) Incorporar y mantener las medidas de adaptación demostrables en programa nacional de CAD	Activo Inicio abril 2008 Termina no aplica

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

a/ Los Proyectos que menciona el GEF, son cofinanciados con el Banco Mundial.

Cuadro I-8

## RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: GUATEMALA

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática y modelos de análisis	Variables climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de impacto	Resultados del análisis de impacto climático
Forestal	<p>1) Central (ECCG_C)</p> <p>2) Optimista ECCG_HA (Húmedo Alto).</p> <p>3) Pesimista (ECCG_SA Seco Alto).</p>	<p>El índice de aridez considerando:</p> <p>1) Comportamiento de la precipitación pluvial.</p> <p>2) La evapotranspiración potencial.</p> <p>Se analizaron los escenarios centrados en 2050 y los efectos que producirían las variaciones de temperatura y precipitación según el escenario analizado.</p>	<p>Modificaciones en su cobertura, diversidad, desarrollo y productividad. Cambios en la localización, crecimiento óptimo de las especies, composición específica de los bosques (biodiversidad); y tamaño del área de cobertura de los bosques.</p>	<p>1) Escenario optimista (ECCG_HA) se aprecia una disminución de las zonas semiáridas.</p> <p>2) Escenario pesimista (ECCG_SA) podría producirse una ampliación de las zonas semiáridas que abarcarían el altiplano y parte de la región sur oriente del país.</p>
Agricultura	<p>Con la línea base, central, pesimista y optimista se simuló la producción de los granos básicos reales.</p>	<p>El escenario de la línea base del período 1960-1990 considera:</p> <p>1) Variables climáticas de suelo,</p> <p>2) Condiciones de manejo de los cultivos seleccionados,</p> <p>3) Coeficientes genéticos y datos de rendimiento reales.</p>	<p>La construcción de los escenarios de cambio climático se basa en los cambios centrados al año 2030 en los escenarios:</p> <p>1) Central (ECCG_C),</p> <p>2) Optimista (ECCG_HA)</p> <p>3) Pesimista (ECCG_SA)</p> <p>Los impactos analizados son: la cantidad y calidad de los granos cosechados: maíz, frijol, sorgo y trigo.</p>	<p>Producción de Maíz: Z1 Incremento de 15%, Z2 Disminuye 16%; Z3 Disminuye 34%; Z4 Incremento hasta 12%; Z5 Varía entre 4% de disminución y 3% de aumento; Z6 Disminuye 6%; Z7 Varía de 1% de disminución y 3% de aumento.</p> <p>Producción de frijol: Z3 disminución de hasta 66% Z6 aumento de 3%.</p> <p>Producción de arroz: Z2 disminución de hasta de 27%.</p> <p>Los resultados anteriores se dieron a partir de una zonificación del país (Zn) descritas en anexo I Guatemala.</p>

/continúa

Cuadro I-8 (Continuación)

## RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: GUATEMALA

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática y modelos de apoyo	Variables climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de impacto	Resultados del análisis de impacto climático
Salud	<p>El análisis de los impactos del clima en la salud está basada en la línea base, en el clima actual y en el escenario pesimista de cambio climático.</p> <p>Adicionalmente se utilizó el Índice de Bultó que es una metodología desarrollada en Cuba que se basa en modelos empírico-estadísticos para la descripción y estimación del comportamiento futuro de enfermedades usando como variable las condiciones climáticas.</p>	<p>Para estudiar el impacto del clima en la salud humana se consideraron los efectos de la variabilidad climática de acuerdo a los escenarios de cambio climático. Además de considerar la climatología 1961-1990 (línea base), se utilizó información para el período 1991- 1999; a este periodo se le denominó clima actual.</p>	<p>El tipo de impactos analizados son, frecuencia y patrones estacionales, las enfermedades analizadas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Infección respiratoria aguda (IRA)</li> <li>2) Enfermedad diarreica aguda (EDA)</li> <li>3) Malaria (MA)</li> </ol>	<p>Ante anomalías climáticas las enfermedades IRA, EDA y MA no siguen sus respectivos patrones estacionales produciéndose la aparición de episodios epidémicos o reducciones notables en su incidencia fuera de su temporada normal.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Las IRA muestran una tendencia a aumentar su frecuencia al comienzo de la temporada lluviosa. En los últimos años se reporta la aparición de un brote epidémico en los meses de junio y julio, coincidiendo con valores anómalos de los índices de circulación meridional y extensos procesos de sequía.</li> <li>2) Las EDA también sufren el impacto de las variaciones en el régimen lluvioso. La tendencia a la redistribución de totales mensuales de lluvia, que hace más usuales y persistentes los períodos de sequía dentro del año, provoca que el comportamiento estacional de la enfermedad se suavice cuando transita hacia los picos máximos y muestra valores significativos en los meses de junio y julio.</li> <li>3) La MA muestra una sensible disminución de casos en la región sur occidente del país que trae consigo debilitamiento y corrimiento de los patrones estacionales de la enfermedad como consecuencia de los efectos de las variaciones del clima.</li> </ol>

/continúa

Cuadro I-8 (Conclusión)

RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: GUATEMALA

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática y modelos de apoyo	Variables climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de impacto	Resultados del análisis de impacto Climático
<p>Recursos Hídricos</p>	<p>A partir de la elaboración de la línea base de escorrentía se utilizó el modelo MOD-BAL desarrollado por la UNESCO. Para estimar las escorrentías futuras de acuerdo con los parámetros climáticos establecidos en los escenarios climáticos para el año 2030.</p> <p>Para la evaluación de los impactos climáticos en la escorrentía se compararon los resultados de MOD-BAL con los resultados de modelos más detallados a nivel de cuenca y con menores intervalos de tiempo. Para estos efectos se utilizó el modelo CLIRUN (climate-runoff model) que modela y simula el comportamiento clima-escorrentía.</p>	<p>Las variaciones climáticas alteran los componentes del ciclo hidrológico (precipitación, evapotranspiración y transpiración) y los parámetros climáticos como radiación solar, viento, temperatura, humedad y nubosidad.</p>	<p>Variaciones en la evapotranspiración y precipitación cambian la escorrentía superficial y subterránea aumentando o disminuyendo los niveles de los cuerpos de agua (ríos, lagos y mares).</p>	<p>Escenario Central. En este escenario se esperaría una menor escorrentía en todas las cuencas; caudales actuales según la línea base de 10 l/seg (litros/segundo) estarían cambiando a 8.0 l/seg o menos. En general, los resultados del escenario normal (ECCG_C) tienden a ser de menor impacto, con una variación negativa promedio del orden del 10% respecto de la escorrentía base.</p> <p>Escenario Optimista. Se puede esperar un incremento de la escorrentía en el escenario optimista (ECCG_HA); en las ciudades y poblados del sur de Guatemala, de Escuintla, de Jutiapa, y de Chiquimula podrían esperar más agua en sus ríos (15%). Caudales actuales de 10 l/seg estarían cambiando a 11.5 l/seg.</p> <p>Escenario Pesimista. En relación a la línea base se espera una disminución de escorrentía en el escenario pesimista (ECCG_SA). Algunos departamentos y ciudades importantes como Guatemala, Escuintla, Mazatenango y Quetzaltenango podrían resultar afectados al disminuir hasta en un 50% la escorrentía de sus ríos principales. Esto significa que caudales de 10 l/seg estarían bajando a 5 l/seg o menos.</p>

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

## RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: NICARAGUA

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática	Variables climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de impacto	Resultados del análisis de impacto Climático																								
Forestal	<p>Se utilizó el modelo SCENGEN para la generación de escenarios climáticos (creado por la Universidad de East Anglia, Reino Unido).</p> <p>Los escenarios climáticos utilizados se fundamentan en los escenarios de emisiones del IPCC: IS-92<sup>a</sup>, IS-92d e IS-92c del IPCC (pesimista, moderado y optimista, respectivamente).</p> <p>Los horizontes de tiempo seleccionados fueron 2010, 2030, 2050, 2070 y 2100. Las proyecciones se realizaron con respecto a la serie climática 1961—1990.</p>	<p>Los futuros patrones temporales y espaciales del clima fueron obtenidos mediante la utilización de modelos de circulación general tales como HADCM2, vinculados con las salidas del modelo.</p>	<p>Modificaciones en su cobertura, diversidad, desarrollo y productividad de bosques.</p>	<p>1) Escenario Optimista (EECG_HA) se aprecia una disminución de las zonas semiáridas.</p> <p>2) Escenario Pesimista (EECG_SA) podría producirse una ampliación de las zonas semiáridas que abarcarían el altiplano y parte de la región sur oriente del país.</p>																								
Hydroenergético	<p>El efecto del cambio climático en el sector energético se estimó utilizando como patrón el proyecto hidroeléctrico El Carmen ubicado en la cuenca del Río Grande de Matagalpa.</p>	<p>A partir de las proyecciones de series de caudales y de lluvia en El Carmen y demás parámetros climáticos que intervienen en la evapotranspiración potencial, se generaron las series para los diferentes escenarios y horizontes de tiempo. De acuerdo con las variables:</p> <p>1) Precipitación media anual</p> <p>2) Escorrentía media anual</p>	<p>Variación en la producción de energía eléctrica (VP).</p>	<p>VP en % respecto al escenario base 1961-1990 (GWH) del Proyecto El Carmen. Escenario base 412.92 (GWH)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horizonte de tiempo</th> <th>optimista</th> <th>moderado</th> <th>pesimista</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2010</td> <td>-12.0</td> <td>-12</td> <td>-12.9</td> </tr> <tr> <td>2030</td> <td>-19.5</td> <td>-19.7</td> <td>-23.2</td> </tr> <tr> <td>2050</td> <td>-26.2</td> <td>-26.2</td> <td>-34.3</td> </tr> <tr> <td>2070</td> <td>-30.8</td> <td>-30.8</td> <td>-45.5</td> </tr> <tr> <td>2100</td> <td>-34.4</td> <td>-30.4</td> <td>-60.0</td> </tr> </tbody> </table>	Horizonte de tiempo	optimista	moderado	pesimista	2010	-12.0	-12	-12.9	2030	-19.5	-19.7	-23.2	2050	-26.2	-26.2	-34.3	2070	-30.8	-30.8	-45.5	2100	-34.4	-30.4	-60.0
Horizonte de tiempo	optimista	moderado	pesimista																									
2010	-12.0	-12	-12.9																									
2030	-19.5	-19.7	-23.2																									
2050	-26.2	-26.2	-34.3																									
2070	-30.8	-30.8	-45.5																									
2100	-34.4	-30.4	-60.0																									

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

## RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: COSTA RICA

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática	VARIABLES climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de impacto	Resultados del análisis de impacto Climático
Agricultura	<p>Los modelos del Centro Hadley mostraron la mejor concordancia con los datos de medición de los últimos años. Una vez realizada la calibración de éstos, se incorporaron los resultados a los modelos MAGICC y SCENGEN.</p> <p>Se utilizaron los tres escenarios IS-92a, IS-92d e IS-92c del IPCC (pesimista, moderado y optimista, respectivamente).</p>	Temperaturas y precipitación	Variables de impacto: producción y duración del ciclo de los cultivos en diferentes zonas del país: arroz en el Pacífico Norte, frijol en la Zona Norte, papa y café en la Región Central	<p>Arroz de secano. Los resultados demuestran que se producen reducciones en el rendimiento conforme disminuye la precipitación. También disminuye en mayor proporción bajo condiciones de temperaturas altas.</p> <p>Papa y frijol. Los resultados indican que se observa una disminución en sus rendimientos con aumentos en la temperatura y disminuciones en la precipitación. La temperatura es el elemento con mayor peso en este efecto y las disminuciones más importantes se obtienen con los escenarios con un aumento de 2°C.</p> <p>Café. El efecto de incrementar la temperatura ambiental, tiende a elevar los rendimientos, principalmente cuando el aumento es de 2°C. Con relación a la precipitación, se observó que aumentos en los niveles pluviométricos también se traducen en incrementos de los rendimientos.</p>
Forestal	Con los escenarios antes mencionados se definieron mapas de bosques futuros y mediante la comparación de mapas (presente y futuro) fue posible conocer cuáles bosques se podrían ver afectados.	Con los incrementos de temperatura y precipitación para cada escenario se generaron los mapas de tipos de bosques futuros.	Zonas de vida	Bajo los tres escenarios climáticos se da una disminución en las zonas de vida del piso tropical y montano y un aumento en las zonas de vida del piso premontano. Las zonas de vida de bosques pluviales en los cuatro pisos también disminuyen. Concretamente, se observa una disminución de los bosques secos, húmedos y muy húmedos tropicales. Los bosques húmedos y muy húmedos premontanos, así como el bosque muy húmedo montano bajo se incrementan.

/continúa

Cuadro I-10 (Conclusión)

RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: COSTA RICA

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática	VARIABLES climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de impacto	Resultados del análisis de impacto Climático
Recursos Hídricos	El estudio de vulnerabilidad de los recursos hídricos se enfocó en analizar la respuesta de cuencas hidrográficas críticas para el desarrollo económico y social de Costa Rica ante diferentes escenarios climáticos que representen un calentamiento global.	Se realizó el análisis con la información hidrológica básica, calibración y validación del modelo hidrológico CLIRUN3 y un estudio de vulnerabilidad ante cambios en precipitación y temperatura como resultado de un calentamiento global.  El modelo CLIRUN3 es un modelo paramétrico de balance hídrico, el cual puede ser implementado a nivel mensual o anual.	Escorrentía  Los resultados generados a partir de los escenarios de cambio climático muestran variaciones importantes de escorrentía para las cuencas de los Ríos Reventazón, Grande de Tárcoles y Grande de Térraba, dándose las mayores variaciones durante la época de transición entre verano e invierno.	Bajo un escenario pesimista se tienen los siguientes resultados:  Se observan incrementos en escorrentía entre un 23,8 y un 75,5% cuando se consideran incrementos de 10 y 15% de precipitación.  Las reducciones en la escorrentía se cuantifican entre el 5 y el 29%, con reducciones de precipitación del 10 y 15%.  El modelo (CLIRUN3) muestra mayor sensibilidad durante la época lluviosa, estimándose la mayoría de los cambios durante los meses de mayor precipitación.

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.



Cuadro I-11

## RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: PANAMÁ

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática	VARIABLES climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de Impacto	Resultados del análisis de impacto Climático
Agricultura	<p>Escenario ECPDH (Escenario Seco Alta Sensibilidad Climática): definido por las proyecciones del modelo HADCM2 para un escenario alto de emisiones (IS92f) y una sensibilidad climática alta.</p> <p>Escenario ECPDL (Escenario Seco, Baja Sensibilidad Climática): Este escenario queda también definido por la proyección del modelo HADCM2.</p> <p>Escenario ECPWH (Escenario Húmedo, Alta Sensibilidad Climática): Este escenario es contrario al primero para la proyección de las precipitaciones. Fue generado considerando los resultados del modelo UKHI, con alta emisión y sensibilidad climática.</p> <p>Escenario ECPWL (Escenario Húmedo, Baja Sensibilidad Climática): Este escenario es similar al ECPDL, en el sentido que fue generado para el mismo escenario de emisión y sensibilidad climática. Sin embargo, difiere notablemente en la proyección de la precipitación, pues indica un incremento de la misma.</p>	Período 1980 – 1998. Cambios de precipitación y temperaturas	La producción de maíz mecanizado.	<p>Bajo los cuatro escenarios determinados de cambio climático, se tienen los siguientes resultados:</p> <p>2010 los rendimientos aumenten 437 kg./Ha, con respecto al actual (4984.0 kg./Ha), 9% mas.</p> <p>2050 los rendimientos disminuyen 1670.7 kg./Ha, con respecto al actual, es decir 34% menos.</p> <p>2100, disminuirían en 1045.2 kg./Ha respecto al actual, es decir, 21% menos.</p>

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

Cuadro I-12

## RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: HONDURAS

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática	VARIABLES climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de Impacto	Resultados del análisis de impacto Climático
Agricultura (artículo publicado en <a href="http://www.cropscience.org.au">www.cropscience.org.au</a> ) <sup>a/</sup>	Con los modelos de circulación general (GCM) y basados en el escenario IS92a, pesimista	Línea base considerando el periodo 1960-1990 en un horizonte de proyección de 2070-2100	Cambios en la producción de maíz.	Bajo este escenario y periodos considerados hay un decremento del 22% en la producción del maíz.

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.

a/ Global Climate Change and Food Security for Small Farmers in Honduras: Carlos G.H. Díaz-Ambrona, Rubén Gigena Pazos y Carlos O. Mendoza Tovar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

Cuadro I-13

## RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTOS BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO POR SECTOR: REPÚBLICA DOMINICANA

SECTOR	Escenarios de variabilidad climática	VARIABLES climáticas para evaluación del impacto y periodo considerado	Tipo de impacto para los escenarios de impacto	Resultados del análisis de impacto Climático
Agricultura	<p>La línea base climática se hizo con la información original de temperaturas máximas y mínimas, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento medias mensuales.</p> <p>1) Escenario más seco que el actual (modelo HadCM2).</p> <p>2) Escenario con poco cambio en las precipitaciones anuales (modelo ECHAM4).</p> <p>3) Un escenario considerablemente más lluvioso que el actual (modelo CSIRO TR).</p>	<p>Utilizando la información original de temperaturas máximas y mínimas, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento medias mensuales medidas en las Estaciones Meteorológicas de la Oficina Nacional de Meteorología de República Dominicana durante el período 1961 –1990.</p>	<p>Los parámetros de impacto analizados para los cultivos de regadío fueron:</p> <p>1) Los rendimientos potenciales.</p> <p>2) Consumo de agua y la cantidad de nutrientes requeridos para producir tales rendimientos.</p> <p>El tipo de cultivos analizados fueron: papa, arroz y maíz.</p>	<p>Los escenarios de impacto fueron generados a partir de El modelo biofísico WOFOST 4.1 creado en el Centro de Estudios de la Alimentación Mundial en Wageningen, Países Bajos.</p> <p>1) De acuerdo al modelo HadCM2 en la segunda mitad del próximo siglo se hace imposible el cultivo de la papa.</p> <p>2) En el caso del arroz, si se considera el efecto de fertilización el rendimiento de arroz crece en todos los casos, en tanto si no se considera los efectos de fertilización el rendimiento decrece.</p> <p>3) Para el maíz, los rendimientos potenciales de este cultivo bajo régimen de regadío, se mantendrán.</p>
Forestal		<p>Igual que en el sector agricultura con la línea base climática actual y los escenarios climáticos futuros pero considerando una (o varias) funciones para evaluar los impactos.</p> <p>Periodo considerado 1961 –1990.</p>	<p>1) Impacto cualitativo.</p> <p>2) Impacto sobre la Densidad Potencial de Biomasa (DPB).</p> <p>3) El impacto en la productividad.</p>	<p>En el escenario CSIRO para el 2050 las productividades crecen, tomando en cuenta el efecto de fertilización de CO<sub>2</sub>.</p> <p>El escenario con el modelo HadCM2 para el 2050 presenta una disminución drástica en las productividades.</p>

Fuente: Elaboración de CEPAL con estudios recopilados durante el Estudio de factibilidad.



## **ANEXO II**

### **LISTADO DE DOCUMENTOS DE ORGANISMOS DEL SISTEMA DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA**

**CEPAL (<http://www.eclac.org/mexico/>)**

- Documentos de trabajo internos del Estudio de Factibilidad
  - Estudio de factibilidad economía del cambio climático en Centroamérica (Fase I)
  - Documento de proyecto: economía del cambio climático en Centroamérica (Fase II y III)
  - Información y datos relevantes obtenidos en las misiones y reportados por país
  - Una introducción a los modelos integrados de valoración del cambio climático
  - Análisis de los estudios disponibles sobre el impacto del cambio climático en Centroamérica
  - Estudios de impacto bajo escenarios de cambio climático ordenados por país
  - Estudios relacionados con el cambio climático en Centroamérica realizados por el BID
  - Estudios realizados por el BID
  - Estudios relacionados con el cambio climático en Centroamérica realizados por el Banco Mundial
  - Análisis de factibilidad para la elaboración de un estudio de cambio climático en América Central
  
- Documentos sobre Energía y cambio climático
  - La estrategia energética sustentable centroamericana 2020
  - Energía y metas del milenio en Guatemala, Honduras y Nicaragua
  - Perspectivas para el biodiesel en Centroamérica: Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras
  - Diagnóstico preliminar de los aspectos agrícolas para producción local de etanol, a base de caña de azúcar en América Central
  - Los instrumentos económicos en la gestión del agua. El caso de Costa Rica
  - Análisis de los aspectos legales y regulaciones vigentes en la producción de caña de azúcar en América Central
  - Análisis económico de precios del bioetanol para mezclas con gasolinas
  - Evaluación de fraudes en el mercado de hidrocarburos y bioetanol: Guatemala, El Salvador y Honduras
  - Costos y precios para etanol combustible en América Central
  - Propuesta de armonización de las especificaciones de los combustibles para los países del Istmo Centroamericano. Enfoque especial en los factores que inciden en la contaminación del medio ambiente
  - Perspectivas de un programa de biocombustibles en América Central
  - Estrategia para el fomento de las fuentes renovables de energía en América Central
  - Revisión de metodologías utilizadas para la estimación de las externalidades
  - Aspectos complementarios para la definición de un programa de bioetanol en América Central

- Documentos sobre desastres y cambio climático

- Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres
- Impactos de desastres en el desarrollo
- Los efectos de los desastres: la necesidad de adaptación en el largo plazo
- Misión de evaluación de desastres a Nicaragua
- Valuing damage and losses in cultural assets after a disaster: concept paper and research options
- El impacto de los desastres naturales en el desarrollo: Documento metodológico básico para los estudios nacionales de caso
- Efectos en Guatemala de las lluvias torrenciales y tormenta tropical Stan, octubre de 2005 y perfiles de proyecto
- Efectos en El Salvador de las lluvias torrenciales, tormenta tropical Stan y erupción del volcán Llamatepec (Santa Ana), octubre de 2005 y perfiles del proyecto

- Documentos sobre agricultura y cambio climático

- Honduras: tendencias, desafíos y temas estratégicos para el desarrollo agropecuario
- El seguro agropecuario en México: experiencias recientes
- Istmo Centroamericano: crisis global, desafíos y nuevas estrategias, 2008
- Los recursos hídricos y la agricultura en el Istmo Centroamericano
- Impactos del cambio climático sobre agricultura y bosques de la República Dominicana
- Vulnerabilidad agrícola frente al cambio climático: una introducción

**IPCC** (<http://www.ipcc.ch/>)

- IPCC Fourth assessment report
- Summary for policymakers

**PNUMA** (<http://www.unep.org>) (<http://www.pnuma.org/>)

- Cambio climático en América Latina y el Caribe
- GEO 4: Perspectivas del medio ambiente mundial, y otros GEOS (<http://www.unep.org/geo/>)

**PNUD** (<http://www.undp.org/spanish/>)  
(<http://www.undp.org/spanish/latinamerica/index.shtml>)

- IDH 2008 La lucha contra el cambio climático
- Adaptation to climate change in poverty reduction strategies
- Fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba





**ANEXO III**

**LISTADO DE CONTACTOS INSTITUCIONALES EN  
CENTROAMÉRICA**

**BELICE****Ministry of Natural Resources and the Environment/  
Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente (MNREI)**

Persona de contacto: Gaspar Vega, Minister of State

Página Web: <http://www.mnrei.gov.bz>

Datos de contacto: Market Square, Belmopan City. Belize

Teléfono: (501) 822-3286

Persona de contacto: Martín Alegría, Senior Environment Officer

Unidad: Department of Environment

Datos de contacto: 10/12 Ambergris Ave. Belmopan City. Belize

Teléfono: (501) 822-2816/2542

Persona de contacto: Aldo Cansino, Environmental Officer

Unidad: Department of Environment

Datos de contacto: 10/12 Ambergris Ave. Belmopan City. Belize

Teléfono: (501) 822-1104

**National Meteorological Service of Belize/  
Servicio Nacional Meteorológico**

Persona de contacto: Ramon Frutos, Chief Meteorologist and Focal Point for Climate Change

Página Web: <http://www.hydromet.gov.bz>

Datos de contacto: Phillipe Goldson International Airport, Ladyville, Belize

Teléfono: (501) 225-2011

**Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC)**

Persona de contacto: Carlos Fuller, Deputy Director

Página Web: <http://caribbeanclimate.bz/news.php>

Datos de contacto: 2nd floor, Lawrence Nicholas Building, Ring Road, Belmopan city. PO Box 563.

Teléfono: (501) 822-1104 / 1094

**Banco Interamericano de Desarrollo**

Persona de contacto: Caroline Clarke, Representante

Página Web: [http://www.iadb.org/countries/Home.cfm?language=Spanish&id\\_country=BL](http://www.iadb.org/countries/Home.cfm?language=Spanish&id_country=BL)

Datos de contacto: 1024 Newtown Barracks. 101 1st Floor. Marina Towers Building. Belize City, Belize

Teléfono: (501) 223-3900

**COSTA RICA****Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET)**

Persona de contacto: Roberto Dobles Mora, Ministro

Página Web: <http://www.minae.go.cr>

Datos de contacto: Av. 10 y 8, Calle 25, Barrio Francisco Peralta, San José, Costa Rica

Teléfono: (506) 2257-1417

**Instituto Meteorológico Nacional**

Persona de contacto: Ana Rita Chacón, Punto Focal de Cambio Climático

Unidad: Programa de Cambio Climático

Página Web: [http://www.minae.go.cr/dependencias/dept\\_ofic/oficina\\_implementation\\_conjunta.html](http://www.minae.go.cr/dependencias/dept_ofic/oficina_implementation_conjunta.html)

Datos de contacto: Esquina norte del Hospital Calderón Guardia. Apdo 7-3350-1000 San Jose.

Teléfono: (506) 2222-5616 extensión 129

Persona de contacto: William Alpizar. Coordinador Unidad Técnica, (Punto Focal ante la UNFCCC)

Unidad: Oficina Costarricense de Implementación Conjunta

Página Web: [http://www.minae.go.cr/dependencias/dept\\_ofic/oficina\\_implementation\\_conjunta.html](http://www.minae.go.cr/dependencias/dept_ofic/oficina_implementation_conjunta.html)

Datos de contacto: Esquina norte del Hospital Calderón Guardia. Apdo 7-3350-1000 San Jose.

Teléfono: (506) 2222- 4290

**Estrategia Nacional de Cambio Climático**

Persona de contacto: Saddy Ruiz Pérez, Coordinadora

Datos de contacto: Los Yoses, San José

Teléfono: (506) 2221-3641 Fax: 221 3793

**Instituto Costarricense de Electricidad**

Persona de contacto: Sady Laporte, Director

Unidad: Centro de Servicios de Estudios Básicos de Ingeniería

Página Web: <http://www.grupoice.com/>

Datos de contacto: ICE, Sabana Norte.

Teléfono: (506) 2220-7720

**Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riesgo y Avenamiento (SENARA)**

Persona de contacto: Luis Diego Castillo

Página Web: <http://www.infoagro.go.cr/senara/>

Datos de contacto: Apartado Postal: 5262-1000 San José

Teléfono: (506) 2257-9733. Fax: (506) 222-8785

**Universidad de Costa Rica (UCR CIGEFI)**

Personas de contacto: Adriana Bonilla, Jorge Amador

Datos de contacto: En el barrio de Vargas Araya a 400 metros de la biblioteca.

Ciudad de la Investigación. UCR.

Teléfonos: (506) 2207-5096; 2207-5320

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)**

Persona de contacto: Javier Saborio

Página Web: <http://www.catie.ac.cr/>

Datos de contacto: Apartado Postal: CATIE 7170. Cartago, Turrialba 30501

Teléfono: (506) 2558- 2000 Fax: (506) 2558- 2060

**Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH)**

Persona de contacto: Patricia Ramírez

Unidad: Área Meteorología y Clima

Página Web: <http://www.aguayclima.com/>

Datos de contacto: Del boulevard Rohmoser. Del supermercado el boulevard 500 metros al norte 200 metros al oeste y 25 al norte. San José.

**EL SALVADOR****Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)**

Persona de contacto: Carlos José Guerrero, Ministro

Página Web: <http://www.marn.gob.sv> y <http://www.snet.gob.sv>

Datos de contacto: Carretera a Sta Tecla Km. 5 y ½. Calle y colonia Las Mercedes.

Teléfono: (503) 2267-9418 / 9421 / 9420

Persona de contacto: Cecilia Carranza, Punto Focal de Cambio Climático

Unidad: Dirección General de Patrimonio Natural

Teléfono: (503) 2267-9422

Persona de contacto: Violeta Lardé de Rodríguez

Unidad: Dirección General de Cooperación y Asuntos Internacionales

Persona de contacto: Víctor Hugo Jovel

Unidad: Dirección General de Planificación Institucional

**Servicio Nacional de Estudios Territoriales**

Persona de contacto: Alirio Rosa, Técnico en Meteorología

Persona de contacto: Roberto Cerón, Hidrólogo Pronosticador

Persona de contacto: Wilfredo Fuentes, Técnico SIG y sensores remotos

Datos de contacto: Km. 5 y ½ carretera a Nueva San Salvador, Avenida Las Mercedes.

Edificio MARN. San Salvador, El Salvador

Teléfono: (503) 2267-9522

**Ministerio de Agricultura y Ganadería**

Persona de contacto: Juan Santos Fuentes Quintanilla, Jefe de Departamento

Departamento: División de Planificación y Proyectos

Página Web: <http://www.mag.gob.sv/main/index.php>

Datos de contacto: Final 1ª. Av. Norte, edificio MAG. Sta. Tecla, La Libertad.

Teléfono: (503) 2241-1736/1743.

**Universidad Centroamericana**

Persona de contacto: Lilian Vega, Jefa del Departamento de Economía

Página Web: <http://www.uca.edu.sv/>

Datos de contacto: Boulevard Los Próceres, San Salvador

Teléfono: (503) 2210- 6600 ext 343

**Universidad de El Salvador**

Persona de contacto: Erlinda Handal, Directora

Unidad: Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador

Página Web: <http://www.cic.ues.edu.sv/>

Teléfono: (503) 2225-8434

**Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) El Salvador**

Personas de contacto: Carolina Dreikorn, Oficial de Programa Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; y Richard Barathe, Representante Residente Adjunto

Página Web: <http://www.undp.org.sv>

Datos de contacto: 3ª Calle Poniente N 4048. Colonia Escalón. PO BOX 1114, San Salvador.

Teléfono: (503) 2263-0066

**GUATEMALA****Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)**

Persona de contacto: Luis Alberto Ferraté Feliche, Ministro

Página web: <http://www.marn.gob.gt/>

Datos de contacto: 20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN, Guatemala

Teléfono: (502)2248-5000 ext 1208

Persona de contacto: Carlos Mansilla, Coordinador del Programa Nacional de Cambio Climático y Punto Focal para Cambio Climático

Unidad: Programa Nacional de Cambio Climático

Datos de contacto: 20 calle 28-58 zona 10, edificio MARN Torre II, tercer nivel, ciudad Guatemala 01010

Teléfono: (502) 2423-0500 ext 2306

**Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala**

Persona de contacto: José Miguel Duro, Coordinador Unidad

Unidad: Unidad de planificación geográfica y Gestión de Riesgo

Página web: <http://portal.maga.gob.gt/>

Datos de contacto: 7ª Av 12-90 Zona 13. Ciudad de Guatemala. Edificio Laboratorio de Información Geográfica.

Teléfono: (502) 2413-7370

**Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social**

Persona de contacto: Guillermo Duarte, Jefe del Departamento de Salud y Ambiente

Departamento: Salud y Ambiente

Página Web: <http://www.mspas.gob.gt/>

Datos de contacto: 2ª Av 0-61 zona 10.Ciudad de Guatemala.

Teléfono: (502) 2334-8262

**Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología**

Persona de contacto: Eddy H. Sánchez, Director General

Página web: <http://www.insivumeh.gob.gt/>

Datos de contacto: 7ª Av 14-57 zona 10.Ciudad de Guatemala.

Teléfono: (502) 2261-3238

**Universidad del Valle**

Persona de contacto: Edwin Castellanos, Director

Unidad: Centro de Estudios Ambientales. Laboratorio SIG y Sensores Remotos.

Página Web: <http://www.uvg.edu.gt/>

Datos de contacto: 18ª Av 11-95 zona 15.Oficina EC-8. Ciudad de Guatemala.

Teléfono: (502) 2368-8353

**Universidad Rafael Landívar**

Persona de contacto: Juventino Gálvez, Director

Unidad: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, IARNA.

Página Web: [http://www.url.edu.gt/PortalURL/Principal\\_01.aspx?sm=c2&s=51&sm=c20](http://www.url.edu.gt/PortalURL/Principal_01.aspx?sm=c2&s=51&sm=c20)

Datos de contacto: Campus Central, Vista Hermosa III, zona 16. Edificio Q oficina 101. Ciudad de Guatemala.

Teléfono: (502) 2426-2559 ext. 2653

**Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central. CEPREDENAC**

Persona de contacto: Leticia Álvarez, Directora

Unidad: Proyectos y cooperación internacional

Página Web: <http://www.cepredenac.org/>

Datos de contacto: Avda. Hincapié 21-72, Zona 13, Guatemala

Teléfono: (502) 2362-1980 a 83

**Organización de Agricultura y Alimentación (FAO) en Guatemala**

Persona de contacto: Ian Cherret

Página web: [http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm)

Datos de contacto: 7ª Av. 12-90 zona 13.Edificio INFOAGRO, Nivel 1.Ciudad de Guatemala.

Teléfono: (502) 2472-4279

## HONDURAS

### **Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)**

Persona de Contacto: Tomás Vaquero, Secretario

Página Web: <http://www.serna.gob.hn/>

Datos de Contacto: 100 metros al Sur del Estadio Nacional, Tegucigalpa, Honduras, C.A.

Teléfono: (504)235-7853

Persona de contacto: Mirza Castro, Coordinadora de la Unidad de cambio climático y Punto Focal de Cambio Climático

Unidad: Programa Nacional de Cambio Climático

Datos de contacto: 100 metros al Sur del Estadio Nacional, Tegucigalpa, Honduras, C.A.

Teléfonos: (504) 232-1828, Fax (504) 232-6250 Apdo. 1389, 4710

Persona de contacto: Gisella Cabrera (Jefa)

Unidad: Departamento de Cuencas de la Dirección General de Recursos Hídrico

Datos de contacto: Av Lafao, edificio DEFOMIN, Dirección Ejecutiva de Fomento Minero, 1er piso Tegucigalpa.

Teléfonos: (504) 235-4530/4529

### **Instituto Meteorológico/ Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE)**

Persona de contacto: Gina Hernández, Jefe de la Unidad de Redes Hidrológicas

Unidad: Departamento de Estudio de recursos.

Página web: <http://www.enee.hn/>

Datos de contacto: Segunda Avenida de Comayagua. Edificio Banco Atlántida. 5° piso. Comayagua, Honduras, C.A.

Teléfonos: (504) 237-4524

### **Proyecto Gauree2**

Persona de contacto: Glenda Elizabeth, Directora del proyecto

Página Web: <http://www.uegauree2.org/>

Datos de contacto: Edificio Molinari, 2do piso, 1 Ave, entre 9 y 10 calles. Comayagua, Honduras, C.A.

Teléfono: (504) 220-0470. Fax: (504) 237-4285

### **Comité Nacional de Bienes y Servicios Ambientales**

Persona de contacto: Juan Blas Zapata

Ubicación: Instalaciones de la Agenda Nacional Forestal Hondureña.

Datos de contacto: Frente a la Plaza Benito Juárez, Tegucigalpa, Honduras, C.A.

Teléfonos: (504) 238-5530 / 238-1342

**Agenda Forestal Hondureña. Secretaria de la CONABISAH**

Persona de contacto: Juan Blas Zapata, Coordinador Nacional

Página Web: <http://www.agendaforestalhn.org>

Datos de contacto: Frente a la Plaza Benito Juárez, Tegucigalpa, Honduras, C.A.

Teléfonos: (504) 238-5530 / 2381342

**Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y Sequía (representación nacional)**

Persona de contacto: Manuel José Rey Figueroa, Coordinador Nacional

Página Web: <http://www.global-mechanism.org/>

Datos de contacto: Av. Lafao, edificio DEFOMIN, Dirección Ejecutiva de Fomento Minero, 1er piso Tegucigalpa, Honduras, C.A.

Teléfonos: (504) 235-4530/4529

**NICARAGUA****Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)**

Persona de contacto: Juana Argeñal Sandoval, Ministra

Página web: <http://www.marena.gob.ni/>

Datos de contacto: Kilómetro 12,5 carretera norte, Managua. Frente a Zona Franca.

Teléfono (505) 263-1272

Persona de Contacto: Bernardo R. Torrez Guerrero, Punto Focal de Cambio Climático

Unidad: Oficina Nacional de Desarrollo Limpio

Datos de contacto: Kilómetro 12,5 carretera norte, Managua. Frente a Zona Franca.

Teléfono: (505) 233-4455

Persona de contacto: María Fernanda Sánchez, Directora

Unidad: División de Formulación y Evaluación de proyectos.

Persona de contacto: Alejandro Sevilla

Unidad Técnica de Enlace (Prevención, Mitigación y Atención a Desastres)

Dirección del Ministerio de ambos contactos: Kilómetro 12,5 carretera norte, Managua. Frente a Zona Franca

Teléfono: (505) 249-2752.

**Ministerio de Fomento, Industria y Comercio**

Persona de contacto: Meriluz Mendoza (Actualmente responsable de la Unidad)

Unidad de Gestión Ambiental

Página Web: <http://www.mific.gob.ni>

Datos de contacto: Carretera a Masaya Km., 6. Frente a Camino de Oriente, Managua, Nicaragua.

Teléfono: (505) 267-0161 Ext 1172



**Ministerio Agropecuario y Forestal. MAGFOR**

Persona de contacto: Freddy Urroz

Datos de contacto: Kilómetro 8,5 carretera a Masaya, Managua.

Teléfono: (505) 276-0200 Ext. 1113

**Ministerio de Energía y Minas**

Persona de contacto: Luis Molina Barahona, Director

Unidad de Gestión Ambiental

Página Web: <http://www.mem.gob.ni/>

Datos de contacto: Del Hospital Bautista. 1c al oeste, 120vrs al norte.

Teléfonos: (505) 222-5576

**Ministerio de Salud**

Persona de contacto: Maritza Obando, Directora

Unidad de Salud Ambiental

Página Web: <http://www.minsa.gob.ni/>

Datos de contacto: Complejo Nacional de Salud. Doctora Concepción Palacios.

Teléfonos: (505) 289-4514

**Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales**

Persona de contacto: Mauricio Rosales, Director General de Meteorología

Página web: <http://www.ineter.gob.ni/>

Datos de contacto: Frente a Migración.

Teléfonos: (505) 249-2752

**PANAMÁ****Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)**

Persona de contacto: Ligia Castro de Doens, Administradora General

Datos de contacto: Edificio 804 Albrook, Panamá, Apartado C, Zona 0843, Panamá

Página Web: [Página Web: http://www.anam.gob.pa/](http://www.anam.gob.pa/)

Teléfonos: (507) 500-814 y 15

Persona de Contacto: Darysbeth Martínez, Jefa de Unidad y Punto Focal de Cambio Climático

Unidad: Unidad de Cambio Climático y Desertificación

Datos de contacto: Sede Principal Edificio 804 Albrook, Panamá Apartado C-0843-Balboa, Ancón.

Teléfono : (507) 500-0855

Persona de contacto: René López, Coordinación del Grupo de Adaptación

Unidad de Cambio Climático y Desertificación

Persona de contacto: Rosilena Lindo, Analista de cambio climático

Unidad de Cambio Climático y Desertificación

Datos de los contactos: Sede Principal Edificio 804 Albrook, Panamá Apartado C-0843-Balboa, Ancón.

Teléfono: (507) 500-0855

**Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM). Mecanismo Mundial de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y Sequía.**

Persona de contacto: Israel Torres, Coordinador Nacional

Página Web: <http://www.global-mechanism.org/>

Datos de contacto: Sede Principal Edificio 804 Albrook,  
Panamá Apartado C-0843-Balboa, Ancón.

Teléfono: (507) 500-0855

**Ministerio de Salud (MINSa)**

Persona de contacto: Ing. Atala Milord

División de Calidad de Aguas

Página Web: <http://www.minsa.gob.pa/>

Datos de contacto: Ministerio de Salud. Balboa Ancon. Edificio 237.

Teléfono: (507) 512-9273 Fax: (507) 512-9353

**Hidrometeorología de Panamá**

Persona de contacto: Ing. Luz Graciela de Calzadilla, Gerente

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA)

Página Web: <http://www.hidromet.com.pa>

Datos de contacto: Ave. Ricardo J. Alfaro. Edificio Sun Towers Mall, Piso 3. Torre A.

Teléfono: (507) 267-0161 Ext. 1172

**Autoridad del Canal de Panamá / Departamento de Ambiente, Agua y Energía**

Persona de contacto: Jorge Espinosa, Gerente

División Ambiental, Area de Recursos Hídricos

Página Web: <http://www.pancanal.com/>

Datos de contacto: Corozal Oeste, Panamá

Kilómetro 8,5 carretera a Masaya, Managua.

Teléfono: (507) 276-1729, (507) 276-1734

**Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC)**

Persona de contacto: Joel Pérez, Coordinador técnico del proyecto GEF

Institución: Página Web: <http://www.cathalac.org/>

Datos de contacto: Apartado postal: 0843-03102 Panamá, República de Panamá

Teléfono: (507) 317-3200 Fax: (507) 317-3299

**Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)**

Persona de contacto: Oliver Page, Asesor Técnico Regional Cambio Climático

Página web: <http://www.undp.org.pa/>

Datos de contacto: Casa de las Naciones Unidas. Edificio 155, Ciudad del Saber. Apartado 0816-1914. Ciudad de Panamá, Panamá.

Teléfono: (507) 302-4548. Fax: (507) 302-4549

**ANEXO IV**

**EVENTOS EXTREMOS NATURALES EN CENTROAMÉRICA  
EVALUADOS CON LA METODOLOGÍA DE CEPAL, 1972 - 2007**

Cuadro IV-1

## EVENTOS EXTREMOS NATURALES EN CENTROAMÉRICA EVALUADOS CON LA METODOLOGÍA DE CEPAL 1972 - 2007

FECHA	LUGAR	TIPO DE EVENTO	POBLACION AFECTADA		DAÑOS TOTALES (millones de dólares corrientes de cada año)		
			Muertos	Damnificados directos (afectación primaria)	TOTALES	DIRECTOS (Daño en acervo o capital)	INDIRECTOS (Pérdidas en flujos)
1972, diciembre 22-23	Managua, Nicaragua	Terremoto (8.5 escala de Richter)	6,000	300,000	772	620	152
1974, septiembre 18-20	Honduras	Huracán Fifi vientos sostenidos de 95 nudos (165 km./h)	7,000	115,000	208	154	54
1976, febrero 4	Guatemala	Terremoto: 7.5 escala de Richter, con réplicas de hasta 6)	23,000	2,550,000	748	204	544
1979, agosto 3-septiembre 7	República Dominicana	Huracanes David y Federico (vientos sostenidos de 150 nudos (260 km./h) y 115 (200 km./h) respectivamente, con precipitaciones que superaron 700 mm. Y elevación de caudales en ríos a 6 mil m3)	2,000	1,200,000	829	577	252
1982, mayo 20-31	Nicaragua	Inundaciones	80	70,000	357	275	82
1982, junio 19, julio-septiembre 16-20	El Salvador	Varios desastres naturales: sismo (junio 19, 5.6 en la escala de Richter), sequías (julio a septiembre) e inundaciones por depresión tropical (septiembre 16-20)	600	20,000	129	98	30
1982, septiembre 16-20	Guatemala	Fenómenos meteorológicos: precipitaciones fuertes en mayo, sequía entre julio y septiembre y depresión tropical (septiembre 16-20)	610	10,000	81	59	22
1982, mayo y julio	Nicaragua	Inundaciones (mayo) y sequía (a partir de julio)			350	100	250
1986, octubre 10	El Salvador	Terremoto (5.4 en la escala Richter)	1,200	520,000	904	685	219
1988, 13-26 de octubre	Nicaragua	Huracán Joan (vientos de 125 nudos o 217 km./h)	148	550,000	840	745	95

/Continúa

Cuadro IV-1 (Continuación)

## EVENTOS EXTREMOS NATURALES EN CENTROAMÉRICA EVALUADOS CON LA METODOLOGÍA DE CEPAL 1972 - 2007

FECHA	LUGAR	TIPO DE EVENTO	POBLACION AFECTADA		DAÑOS TOTALES (millones de dólares corrientes de cada año)		
			Muertos	Damnificados directos (afectación primaria)	TOTALES	DIRECTOS (Daño en acervo o capital)	INDIRECTOS (Pérdidas en flujos)
1992, abril 9	Nicaragua	Erupción del volcán Cerro Negro (arena y cenizas por 65 horas)	2	12,000	19	10	8
1992, septiembre 1	Nicaragua	Tsunami (maremoto de 7.0 grados en la escala de Richter con oleadas de 8 a 15 metros en la costa del Pacífico en el país)	116	40,500	25	17	7
1996, julio 27-28	Costa Rica	Huracán César (vientos de 70 nudos o 120 km./h)	39	40,260	151	83	68
1996, julio 27-29	Nicaragua	Huracán César (vientos de 70 nudos o 120 km./h)	9	29,500	51	34	16
1997-1998	Costa Rica	Fenómeno de El Niño (Inundaciones y sequía en magnitud, localización y períodos de tiempo anormales)	...	119,279	91	50	42
1998, septiembre 22-23	República Dominicana	Huracán Georges (vientos de 98 nudos o 170 km./h)	235	296,637	2,193	1,337	856
1998, octubre 23-noviembre 4	Centroamérica	Huracán Mitch (vientos sostenidos de hasta 144 nudos o 285 km./h en su momento de mayor intensidad y precipitaciones superiores a los 600 mm.)	9,214	1,191,908	6,008	3,078	2,930
	Costa Rica		4	16,500	91	54	37
	El Salvador		240	84,316	388	169	219
	Guatemala		268	105,000	748	288	460
	Honduras		5,657	617,831	3,794	2,005	1,789
	Nicaragua		3,045	368,261	988	562	425

/Continúa

Cuadro IV-1 (Conclusión)

## EVENTOS EXTREMOS NATURALES EN CENTROAMÉRICA EVALUADOS CON LA METODOLOGÍA DE CEPAL 1972 - 2007

FECHA	LUGAR	TIPO DE EVENTO	POBLACION AFECTADA		DAÑOS TOTALES (millones de dólares corrientes de cada año)		
			Muertos	Damnificados directos (afectación primaria)	TOTALES	DIRECTOS (Daño en acervo o capital)	INDIRECTOS (Pérdidas en flujos)
2000, septiembre 30 octubre 1	Belice	Huracán Keith (Grado 5 en escala Saffir-Sympson)	4	57,403	280	212	68
2001, enero 13 y febrero 13	El Salvador	13 de enero Terremoto tectónico (7.6 escala Richter), 13 de febrero (evento independiente, 6.6 escala Richter)	1,241	2,351,886	4,431	2,759	1,672
2001, 2o. Trimestre	Centroamérica	Sequía climática con efectos en Nicaragua, Honduras, Guatemala y El Salvador principalmente	35	600,000	189	0	189
2001, octubre	Belice	Huracán Iris, categoría 4 m la escala Saffir Simpson (en Quintana Roo, Oaxaca y otras entidades)	23	21,568	210	161	49
2003 - mayo	República Dominicana	Evaluación de los daños ocasionados por las inundaciones en las cuencas Yaque del Norte y Yuna	10	63 520	43	33	10
2004 – septiembre 15-18	República Dominicana	Huracán Jeanne , 15 al 18 de septiembre	23	32,554	296	149	147
2005 octubre	Guatemala	Tormenta Stan, octubre, 2005	669	492,166	984	565	419
2005	El Salvador	Lluvias torrenciales, Tormenta Stan y erupción del volcán Ilamatepec, octubre, 2005	69	72,141	356	160	196
2007	Nicaragua	Huracán Félix	175 72(desap.)	322,000	717	502	215
2007	Nicaragua	Tormenta tropical # 36 (Intensas lluvias con inundaciones)	14 4 (desap.)	31,520	143	114	29

Fuente: Sede Subregional de la CEPAL en México, base de datos de eventos extremos naturales, elaboración propia.

## RESUMEN

Se estima que Centroamérica produce menos del 0,5% del carbono del planeta, pero, en cambio, es una de las regiones más vulnerables ante los embates del cambio climático. El aumento de la temperatura atmosférica y del mar, la reducción y la inestabilidad en el régimen de lluvias y la subida del nivel del mar tienen impactos en la producción, la infraestructura, los medios de vida y la salud de la población. Si las sociedades centroamericanas no toman acciones para responder a este reto, ¿cuál será el impacto en términos económicos para la población?, ¿cómo se verán afectados los presupuestos públicos para atender las consecuencias? ¿Cómo podrá sortear la región las secuelas en materia de salud producidas por el cambio climático? ¿Cuáles son las opciones que tiene Centroamérica para adaptarse y cuánto costarán? La presente publicación concluye que en la subregión hay bases suficientes para emprender un estudio de fondo sobre el impacto que tendrá el cambio climático en el Istmo Centroamericano.