

## 10. VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

### 10.1 INTRODUCCIÓN

Los resultados iniciales del estudio “La economía del cambio climático para Centroamérica” indican que este fenómeno podría traer impactos negativos directos y crecientes en el tiempo para los países de la región. Se espera una reducción importante en los rendimientos de los principales cultivos de granos básicos, mientras la presión sobre los recursos hídricos, las pérdidas de biodiversidad y los costos asociados a eventos extremos crecerán. El impacto de estos efectos sobre el ingreso, el desempleo, la migración y la seguridad humana se agravaría si se mantiene la tendencia ascendente de las emisiones y la temperatura media del planeta, y aun es difícil de evaluar y cuantificar a mediano y largo plazo.

La complejidad de la valuación de los costos del cambio climático requiere combinar modelos científicos y económicos en forma consistente, generar escenarios económicos en un horizonte de tiempo muy amplio y reconocer un margen de incertidumbre importante en los resultados que se obtengan. La irreversibilidad de la pérdida de ecosistemas o la posible ocurrencia de eventos catastróficos son particularmente difíciles de evaluar. Además, es necesario considerar variables cuyo valor no puede ser cuantificado en términos de mercado, como la pérdida de biodiversidad, acervo clave para las generaciones presentes y futuras.

Una vertiente de la investigación sobre los impactos del cambio climático se ha orientado a la valorización económica de sus costos, pero el tema es objeto de intenso debate (Tol, 2003; Tol y G. W. Yohe, 2009c; Kuik, Brander y Tol, 2009; Weitzman, 2007a; Stern, 2007; W. Nordhaus, 2007a; 2007b). La evidencia muestra gran diversidad de resultados, debido principalmente al uso de distintas metodologías y proyecciones climáticas, por adoptar distintos supuestos sobre la trayectoria de crecimiento económico y por enfocar distintos sectores, regiones o países. No obstante, hay consenso sobre la tendencia ascendente de los costos esperados, ya sea que se definan como pérdidas de bienestar o como proporción del PIB. También hay consenso en que cuando el cambio tecnológico es incorporado explícitamente, los costos estimados resultan menores que cuando se le considera exógeno o no es considerado. Además, la evaluación económica depende en gran medida de los escenarios de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), que influyen en las condiciones climáticas esperadas.

Por otra parte, las economías de Centroamérica han experimentado cambios estructurales importantes y una significativa inestabilidad macroeconómica en las últimas dos décadas. Las características y condiciones de este patrón de crecimiento responden a factores de origen e índole diversos con especificidades nacionales. Además, existe un alto nivel de incertidumbre sobre variables clave como cambios tecnológicos, precios relativos de la energía y consumo de agua y biodiversidad.

Al mismo tiempo, para las políticas públicas y la sociedad en general resulta útil cuantificar los costos para identificar consecuencias y diseñar estrategias de desarrollo eficientes para enfrentar estos desafíos. Así, el presente capítulo tiene por objetivo presentar los estimados iniciales de la valorización económica de los impactos del cambio climático en Centroamérica.

## 10.2 ESTUDIOS A NIVEL INTERNACIONAL

La evidencia internacional sobre costos y beneficios del cambio climático es diversa y abarca una variedad de sectores o aspectos económicos. Los principales son agricultura, agua, bosques, biodiversidad, energía, salud, migración, elevación del nivel de mar y eventos extremos como huracanes. Las metodologías son diversas, desde modelos de valorización integrada, como el PAGE 2002, modelos de equilibrio general computable y los de enfoque sectorial, como el estudio “La economía del cambio climático en Centroamérica”. Cada modelo tiene diversas características, es utilizado para distintos propósitos y conduce a distintos resultados. Por ejemplo, los modelos de equilibrio general computable son comúnmente aplicados para identificar los cambios en el bienestar o la curva de costos ante diversos procesos de mitigación. Sin embargo, cada modelo arroja diferentes estimaciones de costos. Así por ejemplo, para implementar un escenario de estabilización de emisiones de CO<sub>2</sub> a un nivel objetivo de 550 partes por millón (ppm), los costos acumulados al 2100 en términos de PIB varían en un rango de 4,7% (Sassi, Crassous y Hourca, 2005) a casi cero por ciento (Rao, Keppo y Riahi, 2006).

Los cuadros 10.1 y 10.2 sintetizan algunos de estos estudios, donde los costos globales del cambio climático oscilan entre el 1% y el 2,5% del PIB para los Estados Unidos y entre el 0,7% y el 4,7% del PIB en las principales economías del mundo. Jorgenson y otros (2004) estiman costos para Estados Unidos de alrededor del 0,6% al 1,9% de su PIB, considerando aumentos de temperatura de 0,6 °C a 1,7 °C. Otros resultados estiman costos de hasta el 1,4% del PIB mundial anual, mientras que los costos de mitigación podrían estar en un rango del 1% al 3% del PIB en el presente siglo. Cline (1993, en Fankhauser, 1995) estima que una reducción del 50% de las emisiones entre 2025 y 2050 representa alrededor del 1% a 3% del PIB de Estados Unidos. Es importante señalar que la mayoría de estos estudios fueron realizados en la década de los noventa bajo el supuesto de que un incremento de hasta el doble de emisiones de GEI resultaría en un aumento de entre 2 °C y 3 °C de temperatura media global. Los nuevos escenarios de emisiones (IPCC, 2007c) han modificado este supuesto y asumen que, de mantenerse las tendencias actuales del nivel global de emisiones, la temperatura media del planeta podría incrementarse entre 3 °C y 4 °C, lo cual aumentaría de manera importante los costos asociados.

**CUADRO 10.1**  
**ESTADOS UNIDOS: IMPACTO ESTIMADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
*(En miles de millones de dólares de 1990)*

Sector	Cline (1992) (2,5 C°)	Fankhauser (1995) (2,5 C°)	Nordhaus (1991) (3,0 C°)	Titus (1992) (4,0 C°)	Tol (1995) (2,5 C°)
Agricultura	17,5	3,4	1,1	1,2	10,0
Pérdida forestal	3,3	0,7	(a)	43,6	(a)
Pérdida de especies	4,0	1,4	(a)	(a)	5,0
Aumento del nivel del mar	7,0	9,0	12,2	5,7	8,5
Electricidad	11,2	7,9	1,1	5,6	(a)
Calefacción no eléctrica	-1,3	(a)	(a)	(a)	(a)
Aire acondicionado móvil	(a)	(a)	(a)	2,5	(a)
Bienestar humano	(a)	(a)	0,75 del PIB	(a)	12,0
Mortalidad y morbilidad humana	5,8	11,4		9,4	37,4
Migración	0,5	0,6		(a)	1,0
Huracanes	0,8	0,2		(a)	0,3
Actividades de recreación	1,7	(a)		(a)	(a)
Oferta de agua					
Disponibilidad	7,0	15,6		11,4	(a)
Contaminación	(a)	(a)		32,6	(a)
Infraestructura urbana	0,1	(a)		(a)	(a)
Contaminación del aire	3,5	7,3		27,2	(a)
<b>Total</b>					
Miles de millones	61,1	69,5	55,5	139,2	74,2
% del PIB	1,1	1,3	1,0	2,5	1,5

Nota: (a) Sectores no cuantificados o muy pequeños.

Fuente: W. D. Nordhaus y Boyer, 2003 con base en IPCC, 1996.

**CUADRO 10.2**  
**PAÍSES SELECCIONADOS Y MUNDO: COSTOS TOTALES DEBIDOS A UN INCREMENTO DOBLE DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**  
*(En miles de millones de dólares)*

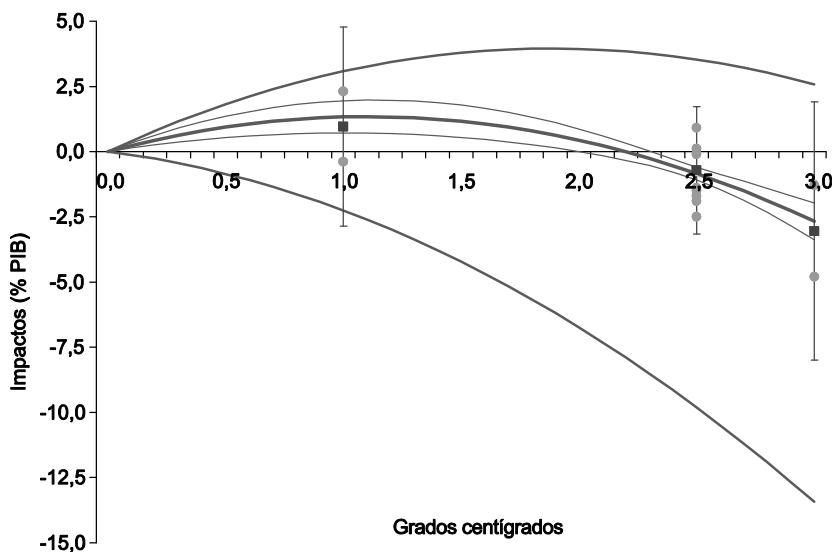
Sector	UE	EU	Ex URSS	China	OECD	Mundo
Defensa de costas	0,1	0,2	0,0	0,0	0,4	0,9
Uso de suelo	0,3	2,1	1,2	0,0	8,1	14,0
Pérdida de humedales	4,9	5,6	1,2	0,6	16,9	31,6
Pérdida de ecosistemas	9,8	7,4	2,3	2,2	25,5	40,5
Agricultura	9,7	7,4	6,2	7,8	23,1	39,1
Forestal	0,1	0,6	0,4	0,0	1,8	2,0
Energía	7,0	6,9	-0,7	0,7	20,5	23,1
Agua	14,0	13,7	3,0	1,6	34,8	46,7
Mortalidad	13,2	10,0	2,3	2,9	34,4	49,2
Contaminación del aire	3,5	6,4	2,1	0,2	11,9	15,4
Migración	1,0	0,5	0,2	0,6	2,0	4,3
Riesgos naturales	0,0	0,2	0,0	0,1	1,0	2,7
Miles de millones	63,6	61,0	18,2	16,7	180,4	269,5
% del PIB	1,4	1,3	0,7	4,7	1,3	1,4

Notas: Los años base del PIB pueden diferir en los estudios; las pesquerías están incluidas en pérdida de humedales; los riesgos naturales sólo incluyen huracanes.

Fuente: Fankhauser, 1995.

En un análisis de diversas mediciones de impactos del cambio climático en distintas regiones del mundo, Yohe y Schlesinger (2002) observan que América del Norte, Rusia y China podrían beneficiarse de cierto nivel de calentamiento global, mientras que la India, Brasil y Japón sufrirían daño. Sin embargo, sus estimaciones hacen interpolaciones y usan distintos escenarios de emisiones globales. Tol (2009) realiza un meta-análisis de investigaciones a nivel internacional sobre los costos del cambio climático, principalmente en Europa, Asia y la ex URSS, y estima la pérdida de bienestar o costos como puntos porcentuales del PIB mundial ante variaciones de la temperatura media del planeta. El gráfico 10.1 muestra estos estimados del impacto del cambio climático sobre la economía global (media de 14 estudios), medidos como puntos porcentuales del PIB mundial, en función de aumentos de temperatura media sobre la temperatura media actual. La línea más oscura al centro muestra los valores medios; las líneas tenues exteriores muestran los intervalos con el 95% de confianza bajo distintas especificaciones (Tol, 2009). Los resultados muestran que podría haber beneficios a nivel global si la temperatura media del planeta aumenta hasta 1,1 °C. Más allá de este límite el bienestar global disminuiría. Los impactos más graves podrían presentarse a partir de un aumento de 2,5 °C de temperatura, que repercutiría en disminuciones del 2,5% al 5% del PIB mundial. En algunos casos la pérdida de bienestar sería de hasta el 7,5%.

**GRÁFICO 10.1**  
**MUNDO: ESTIMACIÓN DE LOS IMPACTOS A NIVEL GLOBAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
 (En porcentajes del PIB y grados centígrados)



Fuente: Tol, 2009.

## INFORME STERN SOBRE LA ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Informe Stern presenta un análisis de los potenciales impactos globales del cambio climático en un horizonte temporal amplio, que incluye un análisis costo-beneficio de las políticas de mitigación muy relevante para la toma de decisiones (Stern, 2007; Weitzman, 2007a). Para obtener sus estimaciones aplica diferentes técnicas y modelos en su análisis de diversos sectores a nivel global, y hace una diferenciación entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo.

Una conclusión importante de este informe es que un aumento de 2,5 ppm de las concentraciones anuales de CO<sub>2</sub>e en las próximas cuatro décadas aumentaría la concentración en 112,5 ppm., lo que, sumado a los niveles actuales, implicaría concentraciones de 542,5 ppm para el

año 2050. Este nivel sería una duplicación de las emisiones preindustriales, y pudiera implicar un aumento de la temperatura global media entre 2 °C y 5 °C. Algunos modelos estiman que esta misma duplicación aumentaría la temperatura hasta 9 °C si se incluyen algunos procesos de retroalimentación. Por ejemplo, solamente los cambios en los patrones de lluvia asociados a aumentos de temperatura reducirán la capacidad de los depósitos de captura de carbono, lo que podría contribuir con un aumento de 1 °C a 2 °C para el 2100.

Si se mantiene el ritmo de crecimiento actual de las emisiones, las concentraciones se triplicarán hasta alcanzar los 650 ppm o más al final del siglo. Como resultado, diversos estudios estiman que la temperatura podría aumentar entre 1,5 °C y 11 °C relativo al nivel preindustrial, como se reporta en el cuadro 10.3. Ahora bien, estas proyecciones van acompañadas de un nivel de incertidumbre importante. Así, con este nivel de concentraciones, los aumentos de temperatura media más probables en el siglo XXI oscilan entre 1,5 °C y 6 °C.

**CUADRO 10.3**  
**MUNDO: CONCENTRACIONES DE GEI Y TEMPERATURA MEDIA AL FINAL DEL SIGLO XXI RESPECTO A LOS NIVELES PREVIOS A LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL**  
*(En grados centígrados)*

Nivel de estabilización (ppm CO <sub>2</sub> equivalente)	Incremento de temperatura al equilibrio relativo		
	IPCC (2001) Wigley y Raper (2005)	Hadley Centre Ensemble	Once estudios
400	0,8 – 2,4	1,3 – 2,8	0,6 – 4,9
450	1,0 – 3,1	1,7 – 3,7	0,8 – 4,9
500	1,3 – 3,8	2,0 – 4,5	1,0 – 7,9
550	1,5 – 4,4	2,4 – 5,3	1,2 – 9,1
650	1,8 – 5,5	2,9 – 6,6	1,5 – 11,4
750	2,2 – 6,4	3,4 – 7,7	1,7 – 13,3
1 000	2,8 – 8,3	4,4 – 9,9	2,2 – 17,1

Fuente: Stern, 2007 con base en Murphy y otros, 2004.

El aumento de la temperatura media del planeta tendrá efectos importantes en diversos sectores según su magnitud. En el cuadro 10.4 se presenta un esquema de los posibles impactos por sectores o ámbitos. Su representación es una matriz, cuyas columnas corresponden a las distintas áreas como agua, producción de alimentos, salud, suelos, ambiente y eventos extremos; las filas representan los grados de temperatura y su intersección con los sectores muestra los impactos esperados. Así por ejemplo, un aumento de 1 °C tendría efectos negativos o positivos relativamente menores según la región, el sector y el recurso. Pero a partir de 2 °C habría impactos importantes: disminución de la disponibilidad de agua de 20% a 30%; entre 40 y 60 millones de personas quedarían expuestas a la malaria y entre 15% y 40% de las especies árticas estarían en riesgo de extinción. Un aumento de 4 °C pondría en riesgo de extinción al 50% de las especies del planeta; la disponibilidad de agua disminuiría entre 30% y 50%; los rendimientos agrícolas disminuirían entre el 15% y el 35 % en África. Con aumentos superiores a los 4 °C habría sequías severas e inundaciones recurrentes, los rendimientos agrícolas y la disponibilidad de agua disminuirían, mientras el riesgo de enfermedades infecciosas sería mayor.

**CUADRO 10.4**  
**REGIONES DEL MUNDO: IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Aumento temp. (en °C)	Sobre el agua	Sobre los alimentos	Sobre la salud	Sobre el terreno	Sobre el medio ambiente	Efectos bruscos y a gran escala
1 °C	Desaparecen por completo los pequeños glaciares de los Andes, lo que amenaza el suministro de agua de 50 millones de personas	Incremento moderados de la productividad cerealista en regiones templadas	Al menos 300 000 personas fallecen cada año por culpa de enfermedades relacionadas con el clima (sobre todo, por diarrea, malaria y malnutrición). Reducción de la mortalidad invernal en latitudes más próximas a los polos (Europa septentrional, Estados Unidos).	El deshielo del permafrost daña edificios y carreteras en diversas zonas de Canadá y Rusia	Al menos un 10% de las especies terrestres se enfrentan a la extinción (según una estimación). « Blanqueamiento » del 80% de los arrecifes de coral, incluida la Gran Barrera de Coral.	Empieza a debilitarse la circulación termohalina atlántica.
2 °C	Descenso potencial del 20-30% de la disponibilidad del agua en algunas regiones vulnerables, como el sur de África y el Mediterráneo.	Descensos pronunciados de la productividad de los cultivos en las regiones tropicales (5-10% en África).	Entre 40 y 60 millones más de personas expuestas a la malaria en África	Hasta 10 millones de personas adicionales afectadas por inundaciones costeras cada año	Entre el 15 y el 40% de especies corren riesgo de extinción de las especies árticas, incluidos el oso polar y el caribú	Posibilidad de que el hielo continental de Groenlandia empiece a derretirse irreversiblemente, lo que acelerará la elevación del nivel del mar hasta alcanzar un aumento final (y global) de 7 metros por encima de su nivel actual. Riesgo en ascenso de variaciones bruscas de las circulaciones atmosféricas, como las que gobiernan los monzones. Riesgo en ascenso de desaparición de la placa de hielo continental de la Antártida occidental. Riesgo en ascenso de desaparición de la circulación termohalina atlántica.
3 °C	En el Sur de Europa, sequías intensas cada diez años. Entre 1 000 y 4 000 millones de personas adicionales padecen episodios de escasez de agua, mientras que entre 1 000 y 5 000 millones reciben más agua que antes, lo que puede aumentar el riesgo de que padezcan inundaciones	Entre 150 y 550 millones de personas adicionales en situación de riesgo de hambruna (si el efecto fertilizante del dióxido de carbono es débil). También es probable que los rendimientos agrícolas en latitudes más elevadas alcancen niveles máximos.	Entre 1 y 3 millones más de personas mueren de mal nutrición (si el efecto fertilizante del dióxido del carbono es débil).	Entre 1 y 170 millones de personas adicionales afectadas por inundaciones costeras cada año.	Del 20 al 50% de especies corren riesgo de extinción (según una estimación), incluidas el 25-60% de las de mamíferos, el 30-40% de las de aves y el 15-70% de las de mariposas en Sudáfrica. Inicio de la desaparición definitiva de la selva amazónica (sólo en algunos modelos).	
4 °C	Descenso potencial del 30-50% en la disponibilidad de agua en el sur de África y el Mediterráneo.	Descenso del rendimiento agrícola en un 15-35% en África, y abandono de la producción en regiones enteras (como por ejemplo, en diversas zonas de Australia)	Hasta 80 millones más de personas expuestas a la malaria en África.	Entre 7 y 300 millones de personas adicionales afectadas por inundaciones costeras cada año	Pérdida de, aproximadamente, la mitad de la tundra ártica. Aproximadamente, la mitad de las reservas naturales del mundo no pueden cumplir sus objetivos.	
5 °C	Posible desaparición de grandes glaciares del Himalaya, lo que afectará a una cuarta parte de la población china y a centenares de millones de habitantes en la India	Incremento continuo de la acidez del agua que alterará seriamente los ecosistemas marinos y, posiblemente, las reservas pesqueras		El ascenso del nivel del mar amenaza la existencia de pequeñas islas, de llanuras costeras (Florida) y de grandes ciudades de todo el mundo como Nueva York, Londres y Tokio		
Más de 5 °C	Los análisis científicos más recientes sugieren que la temperatura media aumentará incluso más de 5 o 6 °C si las emisiones continúan creciendo y las retroacciones de signos positivos amplifican el efecto calentador de los gases invernadero (por ejemplo, a través de la liberación de mayores cantidades de dióxido de carbono del terreno o de metano del permafrost). Este nivel de aumento de la temperatura global sería equivalente a la magnitud del calentamiento experimentado desde la última glaciación hasta la actualidad y es probable que produzca graves trastornos y movimientos poblacionales a gran escala. Estos efectos « supeditados a factores sociales » podrían ser catastróficos, pero son muy difíciles de aprender actualmente con los modelos de los que disponemos, ya que las temperaturas estarían demasiado alejadas de la experiencia humana conocida.					

Nota: Esta tabla muestra efectos ilustrativos a diferentes grados de calentamiento. Parte de la incertidumbre de las previsiones queda reflejada en los intervalos que se muestran, pero también hay incertidumbres adicionales acerca de la magnitud exacta de los efectos. Las temperaturas representan incrementos con respecto a los niveles medios de la era preindustrial. Cada temperatura representa el punto central de un intervalo de 1 °C, es decir, que la fila de « 1 °C » representa los efectos del intervalo de aumento de temperaturas entre 0,5 y 1,5 °C, y así sucesivamente. El número de personas afectadas según el aumento de temperatura resulta de las estimaciones de población y del PIB para la década 2080-2089 extraídas del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). En general, las cifras asumen la existencia de algún tipo de adaptación en el ámbito de las personas o las empresas individuales, pero no asume adaptaciones nacionales o de toda una economía como resultado de la intervención política.

Fuente: Stern, 2007.

Otro aporte del Informe Stern es su análisis que concluye que los países en desarrollo serán los más afectados, en especial las personas más pobres. Estima que el cambio climático podrá dejar entre 145 y 220 millones de personas con un ingreso inferior a dos dólares en 2100 y podrían morir entre 165 mil y 250 mil niños cada año en esas regiones, particularmente África y el sur de Asia. En algunas regiones tropicales, los efectos combinados de la pérdida de polinizadores nativos, el aumento de plagas, la disminución del abastecimiento de agua y una mayor incidencia de las olas de calor se traducirán en disminución de la producción de alimentos.

Este informe postula que los costos del cambio climático son no-lineales, crecientes en el tiempo y muy dependientes de las proyecciones climáticas. En este sentido, los impactos económicos del fenómeno dependerán crucialmente de los esfuerzos globales de mitigación, particularmente de los grandes países emisores. El informe original sugiere que el escenario de estabilización de emisiones más eficiente y más factible económicamente se ubica en 500 ppm de CO<sub>2e</sub>, lo cual implica, con probabilidad del 96%, que la temperatura excederá los 2 °C.

Más recientemente, Stern (2008a) ha propuesto que el mejor balance entre riesgos y costos proyectados sería limitar la concentración de las emisiones de GEI entre 450 y 500 ppm de CO<sub>2e</sub>. Para ello propone estabilizar emisiones en los próximos 15 años y haberlas reducido en 50% en 2050 en relación al nivel de 1990. Esto implicaría reducir las emisiones anuales de aproximadamente las 45 a 49 gigatoneladas (GT) actuales a 20 GT en 2050. En términos per cápita, ello supone una media global de 2 T per cápita en este año. Propone incluso que sería necesario bajar las emisiones totales hasta 10 GT o menos a más largo plazo. Estas metas contrastan con la tendencia actual de alza de emisiones, la cual podría implicar llegar a 80 GT para 2050. De no alcanzarse un acuerdo internacional y una reducción substantiva de las emisiones en el futuro inmediato, el escenario de 650 ppm sería el más probable. Este nivel de concentración es peligrosamente elevado porque podría desencadenar procesos y costos no-lineales y convexos que deben ser evitados a toda costa.

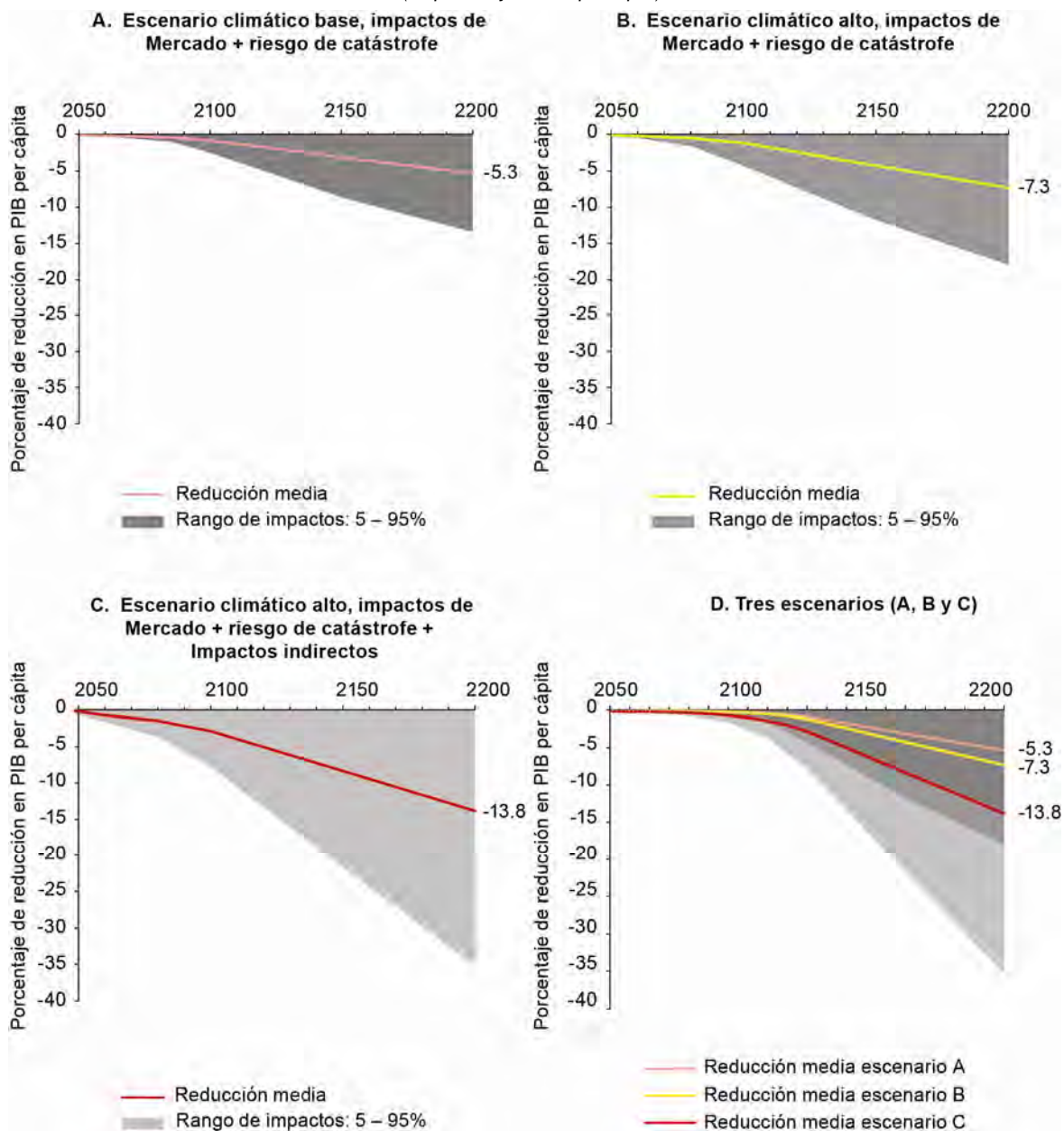
Frente a este reto, es útil contar con estimados de los costos de las consecuencias del cambio climático en un escenario de inacción frente a los costos de reducir emisiones. Stern (2007) estima que los costos de la inacción implican perder entre el 5% y el 20% del PIB mundial contra costos de mitigación de entre el -2% y el 5% del PIB y un promedio de 1%. Según este informe, los procesos de estabilización de las concentraciones de GEI son factibles con las tecnologías disponibles. Debe considerarse, sin embargo, que estas estimaciones dependen de decisiones y acciones de gobiernos y agentes económicos, donde un acuerdo internacional para reducir las emisiones de GEI sería clave.

Stern (2007) estima las pérdidas derivadas del cambio climático en PIB per cápita global hasta el año 2200, utilizando el modelo de valorización integral PAGE2002 con varios escenarios. Los resultados se muestran en el gráfico 10.2. El escenario base de cambio climático se hizo en función de los escenarios del tercer reporte del IPCC estimando un aumento promedio global de 3,9 °C a 2100 sobre el nivel preindustrial e incluyendo impactos de mercado y el riesgo de catástrofe. Este escenario genera pérdidas en el PIB global per cápita, alrededor del 0,2% en 2060, el 0,9% en 2100, y 5,3% al año 2200, un notable incremento en el segundo siglo (véase el gráfico 10.2 A). El segundo escenario contempla mayores cambios climáticos con retroalimentaciones adicionales que debilitan los sumideros de carbono e incrementan las emisiones naturales de metano. Este escenario genera un rango de aumento de temperatura de 2,6 a 6,5 °C a 2100. Las pérdidas al año 2200 alcanzarían el 7,3% del PIB global per cápita (véase el gráfico 10.2 B). Finalmente, incluyendo los impactos indirectos en salud y ambiente no reflejados en el mercado, las pérdidas en este indicador al año 2200 podrían



alcanzar el 13,8% como promedio con un rango del 95% de confianza entre 2,9 y 35,2% (véase el gráfico 10.2 C). El último gráfico 10.2 D, presenta los tres escenarios conjuntamente.

**GRÁFICO 10.2**  
**MUNDO: COSTOS PRONOSTICADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO AL AÑO 2200**  
 (En porcentaje del PIB per cápita)



Fuente: Stern, 2007.

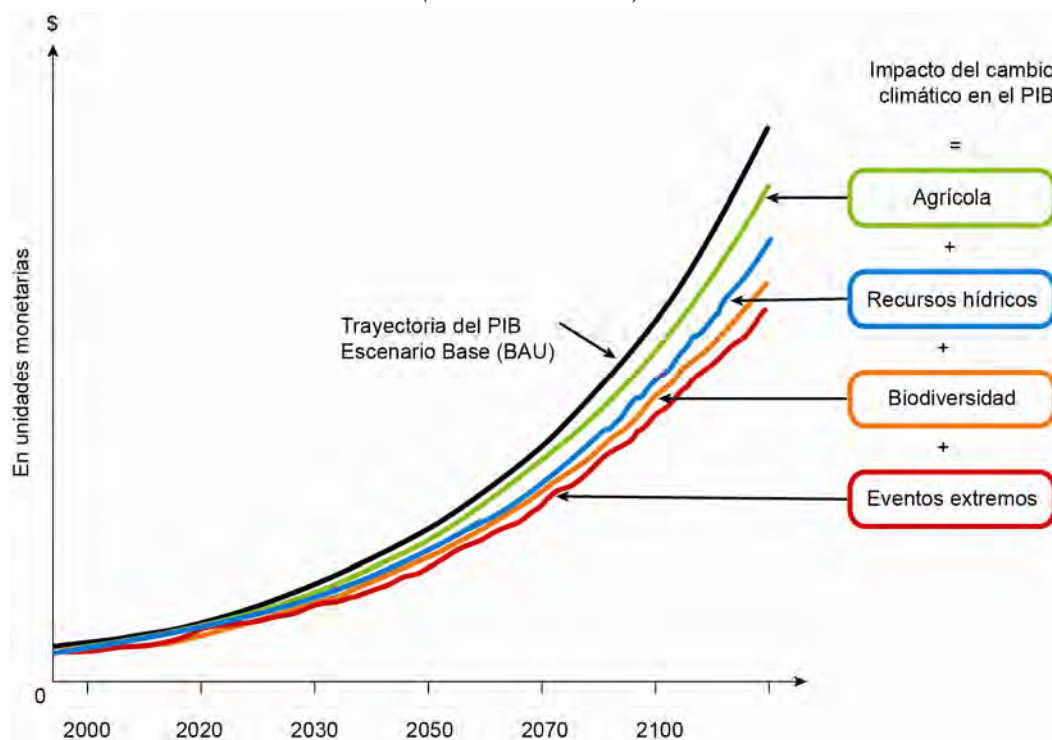
Estos análisis ilustran que aumentos de emisiones y temperaturas generan mayores impactos e incertidumbres, particularmente considerando los impactos sociales y ambientales no reflejados en el mercado y aún difíciles de estimar.



### 10.3 METODOLOGÍA

La metodología del presente estudio se basa en el análisis de sectores y ámbitos prioritarios. Partiendo de los escenarios tendenciales de crecimiento económico, demográfico y cambio de uso de tierra sin cambio climático, se generan líneas base del crecimiento de esos sectores y ámbitos. Una vez definida la trayectoria, se identifican los impactos probables de las variables temperatura y precipitación. En una segunda fase, la diferencia entre ambas trayectorias estiman los costos por sector. En el caso de los impactos en el sector agropecuario, la respuesta se obtiene en términos de producción y rendimientos frente a los cambios de temperatura y precipitación, la cual se traduce en una nueva trayectoria del PIB agropecuario. La suma de los costos derivados de los sectores y ámbitos se puede asociar a la trayectoria del PIB base, obteniendo una nueva trayectoria del PIB total asociado al cambio climático (véase el diagrama 10.1).

**DIAGRAMA 10.1**  
**MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
 (En unidades monetarias)



Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, la diferencia entre la trayectoria del escenario base y la que incorpora los impactos del cambio climático permite obtener un valor monetario de los impactos sobre la actividad económica. Desde el punto de vista temporal, hay dos aspectos a considerar: el momento y la duración de cada impacto. El valor total del impacto se traduce en unidades monetarias. La forma de expresarlo es asumir que la diferencia es un flujo en el tiempo que puede ser medido en unidades monetarias de hoy a Valor Presente Neto (VPN) con una tasa de descuento, y que su proporción respecto al PIB es el costo del cambio climático.

Un aspecto controvertido de este método es el concepto de VPN con una tasa de descuento aplicada al valor total del impacto y expresado en unidades monetarias en términos porcentuales del PIB de un año de referencia. Este porcentaje representa el costo de no actuar ante el riesgo percibido y la tasa de descuento refleja el porcentaje en que una unidad de beneficios presentes es más valiosa que esa misma unidad en un período posterior. En cierto sentido pondera la importancia que asignamos al futuro.

#### RECUADRO 10.1 EL VALOR PRESENTE NETO Y LA TASA DE DESCUENTO

El Análisis de Costo Beneficio (ACB) fue desarrollado para evaluar inversiones y políticas públicas y privadas, considerando todas las ganancias y pérdidas potenciales de una propuesta específica en unidades monetarias. La evaluación se basa en calcular el valor de un activo, que equivale a tomar cada flujo de efectivo que el proyecto generará en el futuro, expresarlo en valor presente y restarle la inversión inicial. Esto permite valorar los flujos de efectivo en un mismo momento para facilitar la comprensión y la toma de decisiones.

En relación con los impactos del cambio climático, la evaluación se orienta a cuantificar el costo inducido por el fenómeno, es decir, calcula el costo de no actuar ante el riesgo percibido. Para aplicar la metodología ACB se requiere conocer al menos dos elementos: el flujo de fondos y la tasa de descuento. El primero muestra los costos que se van generando en el tiempo, y el segundo permite actualizarlos, es decir, estima cuánto valen hoy esos flujos futuros. De esta manera, si denominamos  $a_t$  un flujo de efectivo correspondiente al año  $t$  del proyecto, y si simbolizamos con  $r$  la tasa de descuento, su valor actual (o descontado) es  $a_t(1+r)^{-t}$ . Esto permite obtener el valor financiero equivalente en el momento inicial a la tasa de valoración  $r$  del flujo de efectivo correspondiente al año  $t$ . Por tanto, el VPN vendrá dado por la siguiente ecuación:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{a_t}{(1+r)^t}$$

El valor de la tasa de descuento refleja el porcentaje en que una unidad de beneficios presentes es más valiosa que esa misma unidad en un momento futuro. Una tasa de descuento más elevada supone un mayor descuento del futuro, lo que muestra una mayor indiferencia hacia las generaciones futuras y un mayor apego al consumo actual.

Fuente: Elaboración propia.

El uso de la tasa de descuento de un flujo de gastos es un procedimiento técnico aplicado a un flujo monetario de costos futuros para expresarlo en función de su valor, no en el momento en que los costos se producen, sino hoy, en el momento de la decisión. Esto significa asignar un peso concreto a los impactos que ocurran en un momento diferente al presente. Si el peso asignado a lo que ocurrirá en el futuro es mayor, se empleará una tasa de descuento negativa. Es decir, si se asume que la generación presente concede al bienestar de las generaciones futuras un peso superior al suyo. Si se concede exactamente el mismo peso, será coherente aplicar una tasa de descuento cero, que equivale a no descontar. No obstante, la práctica habitual consiste en emplear una tasa positiva de descuento.

En los estudios sobre cambio climático la tasa de descuento tiene una función diferente a su utilización normal. Cuando el cálculo se basa en la rentabilidad financiera, la tasa de descuento debe ser igual al tipo de interés real. Aplicar este criterio a la evaluación económica de los impactos del cambio climático implicaría que los impactos futuros perderían valor al ser trasladados al presente, es decir, al ser expresados en unidades monetarias corrientes. Como es obvio, este criterio no puede aplicarse a externalidades de largo plazo, como es el cambio climático. En tal caso será necesario emplear una tasa social de descuento que refleje las decisiones éticas de la sociedad sobre sus alternativas de consumo presente y futuro, así como su responsabilidad con las generaciones futuras.

Así, la elección de determinada tasa de descuento debe ser acompañada de la justificación económica y adecuada para el análisis. Diversos autores sostienen que una tasa de descuento apropiada para evaluar las condiciones de un desarrollo sustentable a mediano y largo plazos es distinta de la que se utiliza para evaluar proyectos comerciales de corto plazo. La elección de la tasa de descuento no es exclusivamente una decisión técnica, involucra una opción ética. Para evidenciar esta situación, el proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica” presenta los costos como VPN a tasas de descuento de 0,5%, 2%, 4%, y 8%, según la recomendación del Comité Técnico Regional y la red de proyectos de la economía del cambio climático de América Latina y el Caribe y a nivel global, donde participa el equipo del Reporte Stern.

Es importante subrayar que las estimaciones de costos presentadas en este apartado son indicativas y preliminares. La construcción de escenarios a un plazo de 90 años es obviamente una tarea compleja con un alto grado de incertidumbre que, en todo caso, sólo puede sugerir trayectorias posibles. No obstante, es posible identificar varias tendencias importantes.

## 10.4 ESTIMADO INICIAL DEL COSTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

### SECTOR AGROPECUARIO

Sobre la base de las funciones de producción del sector agrícola, se calcula el costo del impacto de un aumento de la temperatura y de cambios de la precipitación, asumiendo que existe un valor máximo de rendimiento/producción asociado a niveles óptimos de las variables climáticas, así que una modificación que se aleja de este nivel óptimo implica una disminución en rendimiento/producción. Con este enfoque se analizan los costos de los índices de producción agrícola con precios del año 2000, con referencia a los escenarios B2 y A2, con el promedio de los modelos ECHAM4/ECHAM5, GFDLR30/GDFLCM2.0 y HADCM3/HADGEM1 (véanse los cuadros 10.5 y 10.6). Si bien esta metodología se utiliza ampliamente en la producción de cultivos, existen reservas sobre su aplicación al caso pecuario, toda vez que no existe evidencia sólida de una asociación medible y directa entre las variables climáticas y la producción pecuaria. En el modelaje utilizado se pudo establecer una significancia estadística con temperatura, no así con precipitación. Por estas razones se ha procedido a utilizar los costos del sector agrícola en el estimado inicial de costos acumulados. No obstante, considerando la importancia del sector pecuario, se presentan más adelante los estimados de los costos en los índices agropecuarios.

**CUADRO 10.5**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO**  
**DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO (ESCENARIO B2)**  
**EN EL SECTOR AGRÍCOLA A 2100**

*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Año	Tasa de descuento			
	0,50%	2,0%	4,0%	8,0%
2020	0,24	0,22	0,19	0,14
2030	1,60	1,31	1,01	0,61
2050	3,00	2,15	1,45	0,74
2070	5,17	3,13	1,79	0,79
2100	7,30	3,80	1,94	0,80

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 10.6**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO**  
**DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO (ESCENARIO A2)**  
**EN EL SECTOR AGRÍCOLA A 2100**

*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Año	Tasa de descuento			
	0,50%	2,0%	4,0%	8,0%
2020	1,28	1,20	1,11	0,97
2030	2,48	2,11	1,75	1,22
2050	3,70	2,86	2,14	1,41
2070	5,18	3,53	2,39	1,45
2100	11,13	5,40	2,80	1,47

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la producción agrícola, los valores son agregados para toda la región, así que pueden resultar diferencias importantes por país y algunos tendrán mayores ventajas que otros. La diferencia entre el nivel actual de producción y el nivel probable con cambios en temperatura y precipitación a lo largo del presente siglo representan los flujos de costos expresados en valor presente a distintas tasas de descuento. El resultado se expresa como proporción del PIB total de Centroamérica en 2008. Los costos del sector agrícola a una tasa de descuento del 0,5% se mantienen relativamente bajos la primera mitad del siglo XXI, con valores menores al 4% promedio del PIB regional en ambos escenarios. No obstante, a partir de 2050 se incrementan de forma acelerada. En el escenario B2 pasarían a un equivalente del 7% del PIB de 2008 en 2100; en A2 podrían llegar al 11% del PIB de 2008, es decir, los costos en la segunda mitad del siglo serían mayores en A2. Considerando la relación con otros sectores, los efectos indirectos en la producción de alimentos, en el sector de manufacturas y en la importación de productos agropecuarios significarían un aumento de costos considerable para la región. Los cuadros 10.7 y 10.8 presentan los costos asociados para el agregado del sector agropecuario a nivel regional, incluyendo el sector pecuario, que representa poco menos de la mitad del valor estimado.

**CUADRO 10.7**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIO B2) EN EL SECTOR AGROPECUARIO A 2100**

*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Año	Tasa de descuento			
	0,50%	2,0%	4,0%	8,0%
2020	0,30	0,26	0,21	0,12
2030	2,16	1,75	1,32	0,76
2050	4,73	3,32	2,15	1,01
2070	8,92	5,21	2,83	1,11
2100	13,70	6,73	3,18	1,13

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 10.8**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIO A2) EN EL SECTOR AGROPECUARIO A 2100**

*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Año	Tasa de descuento			
	0,50%	2,0%	4,0%	8,0%
2020	1,84	1,72	1,59	1,38
2030	3,45	2,94	2,44	1,81
2050	5,36	4,12	3,07	2,00
2070	8,50	5,55	3,58	2,07
2100	18,53	8,70	4,29	2,11

Fuente: Elaboración propia.

## RECURSOS HÍDRICOS

Los costos del sector hídrico miden la cantidad de recursos que deberán invertirse para garantizar el abastecimiento de agua para consumo de los sectores municipal (consumo humano directo) y agropecuario, a consecuencia de un aumento de la temperatura y cambios en la precipitación, que repercuten en una menor disponibilidad renovable. La estimación de los costos considera la diferencia entre las demandas del recurso hídrico en un escenario base y dos escenarios de cambio climático, A2 y B2, además de los cambios en disponibilidad generados por estos dos escenarios. Es importante señalar que no se dispone de información detallada sobre tarifas a nivel país y por sector, así que la estimación de costos asume ciertos supuestos sobre la evolución de esta variable, que es indispensable para aproximar el valor monetario de los impactos. Los cuadros 10.9 y 10.10 presentan los resultados para los escenarios de emisiones globales B2 y A2 con el promedio de los modelos ECHAM4/ECHAM5, GFDLR30/GDFLCM2.0 y HADCM3/HADGEM1 para la región.

El costo acumulado estimado a 2100 para Centroamérica en B2 sería equivalente al 5,4% del PIB de 2008; en A2 sería equivalente al 9,8%, casi el doble, a una tasa de descuento del 0,5%. Los países con mayores costos estimados serían El Salvador y Belice, seguidos por Nicaragua, Honduras y Guatemala en B2, y El Salvador, Nicaragua, Guatemala y Belice en A2. A una tasa de descuento de

0,5%, los costos se mantienen relativamente bajos hasta el 2030 en ambos escenarios y suben sustancialmente a partir de 2070.

El riesgo menor es el de Panamá porque no se espera un impacto grande en la precipitación media anual, de modo que sus costos serán los más bajos. Es importante observar que los costos estimados dependen de los supuestos asumidos en el ejercicio. En el caso de Belice, la gran proporción de agua dedicada al consumo municipal y su tarifa, la más alta de la región, generan costos mayores. Mejoras futuras de estas estimaciones exigirán un análisis más detallado de disponibilidad y de los supuestos sobre las tarifas.

**CUADRO 10.9**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIO B2) EN LOS RECURSOS HÍDRICOS A 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
<b>Belice</b>					
0,5 %	1,03	1,64	3,29	5,43	9,14
2 %	0,94	1,40	2,39	3,36	4,53
4 %	0,84	1,15	1,67	2,01	2,28
<b>Costa Rica</b>					
0,5 %	0,17	0,33	0,64	0,97	2,71
2 %	0,16	0,27	0,46	0,61	1,11
4 %	0,14	0,22	0,32	0,37	0,47
<b>El Salvador</b>					
0,5 %	0,28	0,64	1,90	3,99	9,17
2 %	0,25	0,52	1,29	2,23	3,83
4 %	0,22	0,40	0,80	1,14	1,49
<b>Guatemala</b>					
0,5 %	0,51	0,96	2,05	3,35	6,26
2 %	0,46	0,80	1,47	2,06	2,94
4 %	0,41	0,65	1,00	1,21	1,40
<b>Honduras</b>					
0,5 %	0,66	1,20	2,63	4,19	6,38
2 %	0,60	1,00	1,87	2,59	3,28
4 %	0,53	0,81	1,27	1,53	1,68
<b>Nicaragua</b>					
0,5 %	1,46	2,33	4,12	5,73	7,83
2 %	1,34	1,99	3,08	3,82	4,48
4 %	1,20	1,65	2,23	2,49	2,64
<b>Panamá</b>					
0,5 %	0,32	0,56	1,21	1,95	3,30
2 %	0,29	0,48	0,87	1,20	1,63
4 %	0,26	0,39	0,60	0,71	0,81
<b>Centroamérica</b>					
0,5 %	0,37	0,73	1,67	2,82	5,43
2 %	0,34	0,61	1,19	1,72	2,53
4 %	0,30	0,50	0,81	1,00	1,18

Nota: El costo comprende el costo de nuevas fuentes, costo por déficit o uso (demanda) y costo por merma ecológica, todos con cambio climático, menos costo por déficit o uso (demanda) y costo por merma ecológica, estos últimos sin cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.



**CUADRO 10.10**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIO A2) EN LOS RECURSOS HÍDRICOS A 2100**

*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
<b>Belice</b>					
0,5 %	1,09	1,90	4,22	6,89	12,12
2 %	0,96	1,58	2,99	4,19	5,82
4 %	0,83	1,26	2,00	2,43	2,79
<b>Costa Rica</b>					
0,5 %	0,15	0,27	0,60	1,00	6,31
2 %	0,13	0,22	0,42	0,60	2,15
4 %	0,11	0,18	0,28	0,34	0,66
<b>El Salvador</b>					
0,5 %	0,35	0,74	2,76	5,89	16,22
2 %	0,31	0,60	1,79	3,19	6,37
4 %	0,26	0,46	1,06	1,56	2,25
<b>Guatemala</b>					
0,5 %	0,59	1,06	2,46	4,11	12,95
2 %	0,52	0,88	1,72	2,47	5,12
4 %	0,45	0,69	1,14	1,40	1,96
<b>Honduras</b>					
0,5 %	0,78	1,39	3,09	5,05	9,14
2 %	0,69	1,15	2,18	3,07	4,33
4 %	0,59	0,91	1,45	1,77	2,05
<b>Nicaragua</b>					
0,5 %	1,17	2,14	4,37	6,59	14,28
2 %	1,03	1,77	3,12	4,13	6,46
4 %	0,88	1,40	2,10	2,47	2,97
<b>Panamá</b>					
0,5 %	0,23	0,46	1,10	2,02	3,90
2 %	0,21	0,38	0,76	1,18	1,77
4 %	0,18	0,30	0,50	0,65	0,78
<b>Centroamérica</b>					
0,5 %	0,43	0,81	1,99	3,52	9,80
2 %	0,38	0,67	1,39	2,09	4,02
4 %	0,33	0,54	0,92	1,17	1,59

Nota: El costo comprende el costo de nuevas fuentes, costo por déficit o uso (demanda) y costo por merma ecológica, todos con cambio climático, menos costo por déficit o uso (demanda) y costo por merma ecológica, estos últimos sin cambio climático.

Fuente: Elaboración propia.

## BIODIVERSIDAD

Sobre la base del índice de biodiversidad potencial y la valorización directa e indirecta realizada, se estimaron los costos en función del cambio que el índice presentaría en los escenarios B2 y A2 en relación al escenario base, utilizando los modelos HADCM3 y HADGEM1, respectivamente. Se estimaron los costos acumulados al 2100 a valor presente neto del PIB de 2008 y diferentes tasas de descuento. El índice de biodiversidad potencial se estimó a nivel departamental/provincial con sus variables de superficie total, superficie con ecosistemas diferentes de los urbanos y agropecuarios, latitud, curvas de nivel, temperatura, precipitación y disponibilidad de agua. El escenario base se modeló con el cambio de uso de suelo estimado para el proyecto.

Los resultados se presentan en el cuadro 10.11. La estimación del costo regional promedio acumulado a 2100 sería equivalente al 12% y al 18% del PIB de 2008 en los escenarios B2 y A2, respectivamente, con tasa de descuento del 0,5%. En B2, el país con mayores costos es Nicaragua (41%); el país con menores costos es El Salvador (5%). En A2 las cifras varían entre el 58% de Nicaragua y el 9% de El Salvador. Así, los costos serían mayores en un escenario A2. Cabe señalar que estas diferencias apuntan en la misma dirección para todos los países pero con distinta magnitud debido a los cambios diferenciados de condiciones climáticas que inciden en el índice de biodiversidad potencial. Los estimados de los costos indirectos en la agricultura, comparados con los directos, son significativamente mayores en todos los casos, manteniendo todas las condiciones constantes (incluyendo la deforestación y cambio de uso de suelo). Por ejemplo, para Belice en B2 y tasa de descuento del 0,5% los costos directos serían equivalentes al 3% del PIB de 2008 y los indirectos al 12%, mientras que en A2 los costos indirectos son equivalentes al 8% y los indirectos al 16%.

**CUADRO 10.11**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIOS B2 Y A2) EN LA BIODIVERSIDAD EN 2100, CON COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

País	Tasa de descuento							
	0,5%		2%		4%		8%	
	B2	A2	B2	A2	B2	A2	B2	A2
<b>Costos directos</b>								
Belice	3,14	7,66	1,38	3,41	0,57	1,41	0,17	0,41
Costa Rica	3,14	3,39	0,70	1,43	0,30	0,55	0,10	0,14
El Salvador	0,68	2,10	0,30	0,93	0,12	0,39	0,04	0,12
Guatemala	0,50	2,19	0,22	0,97	0,10	0,41	0,03	0,13
Honduras	0,49	1,43	0,21	0,64	0,09	0,27	0,03	0,08
Nicaragua	4,23	10,73	1,89	4,90	0,82	2,12	0,28	0,68
Panamá	0,57	1,17	0,24	0,47	0,09	0,17	0,03	0,04
Centroamérica	0,95	2,59	0,41	1,14	0,17	0,47	0,06	0,14
<b>Costos indirectos</b>								
Belice	11,94	16,05	4,34	5,74	1,33	1,72	0,23	0,28
Costa Rica	11,94	6,24	1,70	2,21	0,53	0,64	0,09	0,10
El Salvador	4,14	6,77	1,63	2,58	0,58	0,87	0,14	0,19
Guatemala	18,75	28,29	7,24	10,56	2,44	3,40	0,51	0,66
Honduras	10,93	17,82	4,09	6,55	1,32	2,06	0,26	0,38
Nicaragua	36,63	47,29	13,40	17,17	4,17	5,27	0,76	0,92
Panamá	8,38	10,04	3,02	3,54	0,92	1,04	0,16	0,17
Centroamérica	10,76	15,38	4,05	5,64	1,32	1,77	0,26	0,33
<b>Costos totales</b>								
Belice	15,08	23,71	5,72	9,15	1,90	3,13	0,40	0,70
Costa Rica	15,08	9,64	2,40	3,64	0,84	1,19	0,20	0,24
El Salvador	4,82	8,87	1,92	3,51	0,70	1,25	0,18	0,31
Guatemala	19,25	30,48	7,46	11,53	2,54	3,80	0,54	0,78
Honduras	11,41	19,25	4,30	7,19	1,41	2,33	0,29	0,46
Nicaragua	40,86	58,02	15,29	22,07	4,99	7,38	1,04	1,60
Panamá	8,96	11,21	3,26	4,01	1,01	1,21	0,19	0,21
Centroamérica	11,71	17,97	4,46	6,78	1,49	2,23	0,32	0,46

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 10.12, con los cortes temporales para la región, se observa que los costos acumulados a cada corte son crecientes y que se acelerarían de manera significativa a partir del 2070, cuando el cambio climático sería más intenso. De esta forma, el costo del cambio climático en la biodiversidad de la región al 2050 sería equivalente al 1,6% y al 2,3% del PIB de 2008 en B2 y A2, respectivamente, con tasa de descuento del 0,5%. Para el 2100 aumentarían al 11,7 y al 18,0%.

**CUADRO 10.12**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIOS B2 Y A2) EN LA BIODIVERSIDAD CON AÑOS CORTE HASTA 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Año	Tasa de descuento							
	0,5%		2%		4%		8%	
	B2	A2	B2	A2	B2	A2	B2	A2
2020	0,10	0,16	0,08	0,14	0,07	0,11	0,05	0,08
2030	0,38	0,55	0,30	0,43	0,22	0,32	0,12	0,19
2050	1,63	2,33	1,05	1,50	0,61	0,87	0,24	0,34
2070	4,02	5,98	2,12	3,13	0,98	1,45	0,29	0,42
2100	11,71	17,97	4,46	6,78	1,49	2,23	0,32	0,46

Fuente: Elaboración propia.

## EVENTOS EXTREMOS

Los datos disponibles sobre las consecuencias económicas de los desastres se limitan a los impactos físicos directos o pérdidas de capital fijo y de inventario (Baritto, 2009). Los efectos indirectos y secundarios sobre la actividad económica como cambios de política fiscal, consecuencias de la reasignación de recursos a largo plazo y pérdidas de capital humano son omitidos o subestimados.

Aunque resulta complejo aislar los impactos específicos de los desastres sobre el crecimiento económico a largo plazo, existe cierta evidencia al respecto (Noy, 2009; Dore y Etkin, 2000; Hochrainer, 2009; Raddatz, 2009; Loayza, 2009). También la hay de impactos sobre la demanda agregada, la función de producción o el gasto público (Albala-Bertrand, 1993; Toya y Skidmore, 2007; Rasmussen, 2004; Hochrainer, 2009). Sin embargo, los efectos observables pueden ser distintos a corto y largo plazo, y dependen del momento del ciclo económico, de la política económica instrumentada después del desastre y del tipo y magnitud del desastre; además, el impacto neto final del desastre depende del nivel de desarrollo de las instituciones, del ingreso per cápita, del nivel de educación de la población, del grado de apertura de la economía y de los tipos de daño al capital (Noy, 2009; Okuyama y Sahin, 2009; Loayza, 2009; Toya y Skidmore, 2007; Markandya y Pedroso-Galinato, 2009). Los impactos son más intensos en países con poblaciones más vulnerables o donde hay concentración de alguna actividad particularmente afectada por el desastre (Andersen, 2003). La evidencia muestra que los impactos pueden ser más largos (de 3 a 5 años) en países pequeños, donde los desastres afectan a una actividad económica principal (Jaramillo y Christian, 2009) y los sectores más pobres entran en trampas de pobreza (López, 2009).

Los patrones regulares observados en la información disponible indican una tendencia ascendente de los costos asociados a los eventos extremos a nivel mundial. Para los dos continentes de las Américas en el período 1991-2005, los desastres de origen hidrometeorológico han costado cerca de 400.000 millones de dólares (EMDAT). En este sentido resulta válido asumir la hipótesis de

que los costos están positivamente asociados a la intensidad de eventos extremos. Por lo tanto, este estudio asume que una mayor intensidad, derivada de un aumento de la temperatura superficial de los océanos se traduce en aumento de los costos. La mayoría de los estudios del sector delinean escenarios con aumentos del 4% al 12% en la intensidad de huracanes. El presente análisis considera un aumento del 5% como límite inferior y del 10% como límite superior.

Con este parámetro se hizo una aproximación del impacto en pérdidas económicas sobre el producto y de su significancia estadística con modelos econométricos, introduciendo una variable para los costos asociados a los eventos extremos climatológicos en una función de producción. Esta especificación se basa en el trabajo de Baritto (2009) con una variante que utiliza la proporción de la pérdida económica respecto al capital, toda vez que su objetivo es identificar el impacto en la formación de capital de las economías.

La estimación fue hecha con un modelo de datos panel, que considera los registros de costos por inundaciones y tormentas tropicales para los siete países de la región, disponibles en EMDAT, incluyendo las 11 evaluaciones coordinadas por la CEPAL, período 1970-2008. El nivel de producto se aproxima por el PIB, el acervo de capital y el empleo en cada país, con los datos generados por los escenarios macroeconómicos del estudio. Debido a limitaciones de algunas series de empleo de los países, la estimación se hizo solo con capital (ambas estimaciones resultaron muy cercanas, confirmando su robustez, por lo que se procede a utilizar la de capital). Para este ejercicio se supone un aumento proporcional de costos frente a un aumento de una unidad de intensidad. Los estimados de los costos podrían ser significativamente más altos si se llega a determinar una relación entre mayor frecuencia y cambio climático y si se logra incluir estimados de los costos indirectos, que generalmente equivalen al 70% de los costos directos, de acuerdo con información de la CEPAL.

Así es posible hacer un escenario inicial hacia el 2100 sobre los costos de los impactos directos de una mayor intensidad de las tormentas, inundaciones y huracanes en la actividad económica. La estimación del costo acumulado regional sobre un incremento del 5% de la intensidad de estos eventos extremos respecto a la trayectoria de las últimas cuatro décadas sería equivalente al 7,64% del PIB de 2008 con tasa de descuento del 0,5% y al 0,25% del PIB de 2008 con tasa de descuento del 8%. En este caso el incremento fue asignado al escenario B2. Los mayores costos podrían recaer en Belice y Honduras (24% y 21% a tasa de descuento del 0,5%), lo cual tendría consecuencias para sus trayectorias de crecimiento de largo plazo. En un segundo grupo se ubican Costa Rica, Guatemala, Panamá, Nicaragua y El Salvador (véase el cuadro 10.13).

**CUADRO 10.13**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO ANTE UN AUMENTO DE 5% EN LA**  
**INTENSIDAD DE LAS TORMENTAS Y LOS HURACANES A 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	Centroamérica
0,5%	24,12	10,06	3,45	4,66	20,57	2,98	4,96	7,64
2,0%	9,16	4,13	1,39	1,94	7,98	1,43	2,01	3,09
4,0%	2,94	1,43	0,50	0,73	2,71	0,66	0,73	1,09
8,0%	0,58	0,27	0,12	0,19	0,61	0,24	0,19	0,25

Fuente: Elaboración propia.

Con un incremento del 10% en la intensidad de los eventos extremos respecto a la trayectoria observada en las últimas cuatro décadas, los costos acumulados a 2100 se duplicarían sobre el escenario anterior, y tendrían un impacto más significativo sobre las trayectorias de crecimiento de largo plazo. El incremento fue asignado al escenario A2. Para Belice y Honduras implican el equivalente al 47% y al 40% de su PIB de 2008 VPN con tasa de descuento del 0,5%. Estos costos acumulados también se duplicarían para la región centroamericana en conjunto, con valores equivalentes al 15% del PIB de 2008 con tasa de descuento del 0,5% y al 0,5% del PIB de 2008 con tasa de descuento del 8%. Esta medición se refiere al aumento de costos debido al cambio climático, no a los costos totales generados por tales eventos extremos (véase el cuadro 10.14).

**CUADRO 10.14**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO ANTE UN AUMENTO DE 10%**  
**EN LA INTENSIDAD DE LAS TORMENTAS Y LOS HURACANES A 2100**

(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)

Tasa de descuento	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	Centroamérica
0,5%	47,11	19,65	6,73	9,10	40,18	5,81	9,69	14,92
2,0%	17,90	8,06	2,72	3,78	15,59	2,80	9,92	6,03
4,0%	5,75	2,79	0,98	1,42	5,28	1,29	1,44	2,13
8,0%	1,13	0,53	0,23	0,38	1,19	0,47	0,37	0,49

Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que las estimaciones son sensibles a los datos de la última década por el aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos. A falta de información detallada, los costos comprenden eventos relacionados con inundaciones, tormentas y huracanes, por lo que es difícil cuantificar impactos por separado. En algunos países son más frecuentes unos eventos que otros.

### VALORIZACIÓN ECONÓMICA INICIAL DEL COSTO EN CUATRO ÁMBITOS

La valuación económica del cambio climático en Centroamérica se basa en un análisis de sectores y de ámbitos relevantes, que hasta este momento incluyen al sector agrícola, recursos hídricos, biodiversidad e intensidad de huracanes, tormentas e inundaciones. En esta sumatoria de los costos iniciales no se incluyen los asociados al sector pecuario y al consumo de agua del sector industrial por las limitaciones de la medición de la relación entre cambio climático y la producción en estos sectores. Es importante reiterar que hay severas limitaciones a la valorización económica de la biodiversidad y aún no se determina la relación entre frecuencia de huracanes y el cambio climático. Para estos eventos extremos se asume que un aumento del 5% en intensidad sería adecuado para B2 por suponer menores emisiones e impactos. Un aumento del 10% en la intensidad sería adecuado para A2. Los sectores aún no incluidos en esta valorización abarcan los servicios de salud, generación hidroeléctrica y consumo de energía, infraestructura, turismo, zonas marino-costeras y los múltiples impactos indirectos en sectores como la industria y los servicios. Se requiere avanzar con una mayor evaluación del impacto en ecosistemas clave como los bosques, y en otros eventos extremos como las sequías. Entonces, los cálculos presentados representan una visión conservadora e inicial de los costos del impacto económico. Con los resultados de los otros estudios programados en el proyecto se ampliará este estimado inicial.

A partir del escenario macroeconómico base sin cambio climático se identifican los impactos en estos sectores y ámbitos por variables de temperatura y precipitación. La diferencia entre ambas trayectorias valuadas en unidades monetarias representan los costos asociados al impacto del cambio climático. La valuación de los costos en unidades monetarias permite estimar los cambios o reducciones de las trayectorias del PIB en el escenario base. En los estudios económicos del cambio climático se ha acordado utilizar el VPN del flujo acumulado del costo en un período, o sea su valor o porcentaje en función del PIB actual (véanse los cuadros 10.15 y 10.16).

Los costos iniciales estimados con A2 son crecientes a partir del año 2050 en la mayoría de los ámbitos y, en general, bastante elevados al finalizar el siglo. El estimado inicial del costo medido acumulado a 2100 a una tasa de descuento del 0,5%, es equivalente a 73.000 millones de dólares corrientes o 52.000 millones de dólares a precios de 2002, aproximadamente el 54% del PIB de la región en 2008 a VPN. (Con una tasa de descuento del 4%, el valor equivalente es del 9% del PIB regional de 2008 a VPN, evidenciando la importancia de cuál tasa se utiliza.) El costo acumulado estimado en el escenario B2 al 2100 equivaldría a 44.000 millones de dólares corrientes y a 31.000 millones a precios del 2002, aproximadamente el 32% del PIB de 2008 a tasa de descuento del 0,5%. (Con una tasa de descuento del 4% el valor equivalente sería del 6% del PIB regional de 2008 a VPN.) Las estimaciones indican que los costos tienden a acelerarse después del año 2050, cuando la acumulación de las emisiones genere mayores aumentos de temperatura. En este sentido, un esfuerzo internacional que establezca y reduzca las emisiones globales contribuiría a reducir el impacto.

**CUADRO 10.15**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIO B2) EN CUATRO ÁMBITOS A 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento		Impacto				
		Agrícola	Biodiversidad	Agua	Eventos extremos	Total
0,5 %	2020	0,24	0,10	0,37	0,10	0,81
	2030	1,60	0,38	0,73	0,19	2,90
	2050	3,00	1,63	1,67	1,36	7,66
	2070	5,17	4,02	2,82	2,07	14,08
	2100	7,30	11,71	5,43	7,64	32,08
2%	2020	0,22	0,08	0,34	0,09	0,73
	2030	1,31	0,30	0,61	0,15	2,37
	2050	2,15	1,05	1,19	0,88	5,27
	2070	3,13	2,12	1,72	1,20	8,17
	2100	3,80	4,46	2,53	3,09	13,88
4%	2020	0,19	0,07	0,30	0,08	0,64
	2030	1,01	0,22	0,50	0,12	1,85
	2050	1,45	0,61	0,81	0,52	3,39
	2070	1,79	0,98	1,00	0,63	4,40
	2100	1,94	1,49	1,18	1,09	5,70

Fuente: Elaboración propia.



**CUADRO 10.16**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIO A2) EN CUATRO ÁMBITOS A 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento	Impacto					
	Agrícola	Biodiversidad	Agua	Eventos extremos	Total	
0,5 %	2020	1,28	0,16	0,43	0,19	2,06
	2030	2,48	0,55	0,81	0,36	4,20
	2050	3,70	2,33	1,99	2,65	10,67
	2070	5,18	5,98	3,51	4,04	18,71
	2100	11,13	17,97	9,80	14,92	53,82
2%	2020	1,20	0,14	0,38	0,17	1,89
	2030	2,11	0,43	0,67	0,30	3,08
	2050	2,86	1,50	1,39	1,73	7,48
	2070	3,53	3,13	2,09	2,34	11,09
	2100	5,40	6,78	4,02	6,03	22,23
4%	2020	1,11	0,11	0,33	0,15	1,70
	2030	1,75	0,32	0,54	0,24	2,85
	2050	2,14	0,87	0,92	1,01	4,94
	2070	2,39	0,98	1,17	1,22	5,76
	2100	2,80	2,23	1,59	2,13	8,75

Fuente: Elaboración propia.

A nivel de sectores, los costos para la producción agrícola aumentarían aceleradamente a partir del año 2070, especialmente con A2 y una tasa de descuento del 0,5%. Según el análisis inicial del sector hídrico, los impactos que se reflejarán en costos se mantendrán relativamente bajos hasta el 2030, y comenzarán a ser altos a partir de 2070, con efectos negativos para el conjunto de países. El costo cuantificable de los impactos en la biodiversidad, medida por el índice de biodiversidad potencial, crecen de manera exponencial a partir del año 2050, con mayor peso de los costos indirectos del sector agropecuario. Los eventos extremos también muestran un crecimiento acelerado a partir del año 2050, cuando el aumento previsto de la temperatura podría implicar una mayor intensidad de este tipo de fenómenos, con mayores costos para los países de la región.

A nivel de países, el cuadro 10.17 presenta los costos iniciales estimados según los cuatro sectores o ámbitos acumulados a 2100 con B2 a distintas tasas de descuento y distintos años. Hasta el 2020 los costos estarían en un rango equivalente al 0,5% del PIB de 2008 para Costa Rica hasta el 2,1% en Nicaragua con la tasa de descuento de 0,5%. No obstante, los costos serían crecientes en el tiempo y en 2050 Nicaragua y Belice enfrentarían costos equivalentes al 13,4% y al 11,3% del PIB de 2008. En un segundo grupo estarían Guatemala y Honduras con costos equivalentes al 9% y al 10%, en tanto que El Salvador y Costa Rica tendrían costos de alrededor del 6,5%, y Panamá del 5,8%. El promedio de la región para 2050 es un 7,7%. En el período de 2050 a 2100, bajo el escenario de emisiones B2, los costos crecerían hasta más de cuatro veces respecto al 2050: el promedio regional llegaría al 32,4%.

Incluso para Panamá los costos podrían ubicarse en un 23,9% del PIB de 2008, en tanto que los de Nicaragua y Belice serían del 59% y el 56%.

**CUADRO 10.17**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIO B2) EN CUATRO ÁMBITOS POR PAÍS A 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento	Países								
	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	Centroamérica	
0,5 %	2020	1,53	0,53	0,69	1,01	1,31	2,05	0,64	0,85
	2030	4,21	2,34	2,68	3,29	3,61	5,40	2,48	2,95
	2050	11,32	6,39	6,57	9,07	10,16	13,37	5,80	7,74
	2070	20,95	11,25	12,09	16,99	18,05	25,45	10,94	14,22
	2100	56,21	26,42	25,16	37,67	45,79	59,43	23,87	32,41
2%	2020	1,39	0,48	0,62	0,91	1,18	1,88	0,58	0,78
	2030	3,50	1,92	2,20	2,71	2,99	4,49	2,04	2,43
	2050	7,82	4,41	4,59	6,25	7,00	9,38	4,06	5,36
	2070	12,19	6,57	7,10	9,85	10,61	14,86	6,36	8,29
	2100	23,61	11,58	11,25	16,37	19,52	25,44	10,42	14,10
4%	2020	1,24	0,42	0,54	0,81	1,03	1,67	0,52	0,68
	2030	2,77	1,49	1,70	2,13	2,35	3,56	1,59	1,90
	2050	5,05	2,83	2,98	4,00	4,48	6,17	2,65	3,46
	2070	6,61	3,58	3,88	5,30	5,79	8,14	3,47	4,51
	2100	9,28	4,78	4,83	6,77	7,85	10,49	4,38	5,84

Nota: El cálculo para Centroamérica corresponde al valor presente neto de la suma de los costos de los países, no al promedio de los costos de los países.

Fuente: Elaboración propia.

En el escenario de emisiones A2 se observa que al 2050 los costos promedio para la región podrían ser equivalentes al 10,4% del PIB de 2008, relativo al valor del 7,7% en B2, con tasa de descuento del 0,5%. No obstante, la mayor alza de emisiones proyectadas en A2 y sus consecuentes implicaciones redundan en un mayor aumento de costos al 2100, llegando al 53,9%, relativo al 32,4% de B2 en relación al PIB de 2008 al 0,5% de tasa de descuento. Con A2 a 2100 los costos acumulados más elevados serían los de Belice y Nicaragua (un 94,7% y un 89,8% del PIB de 2008 a tasa de descuento del 0,5%), seguidos por Honduras (79,6%), Guatemala (63,6%), Costa Rica y El Salvador (46,6% y 43,2%) y Panamá (34,6 %). Los costos para la región serán crecientes y mayores que los de las economías desarrolladas, por lo cual es importante instrumentar acciones y políticas para reducir los costos potenciales (véase el cuadro 10.18).

**CUADRO 10.18**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**(ESCENARIO A2) EN CUATRO ÁMBITOS POR PAÍS A 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento	Países								
	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	Centroamérica	
0,5 %	2020	2,73	1,16	1,56	1,98	2,52	2,99	1,19	1,68
	2030	5,95	2,84	3,51	4,34	5,01	6,80	3,06	3,83
	2050	16,94	8,56	8,93	11,91	14,69	17,91	7,01	10,35
	2070	30,18	14,63	15,94	21,70	25,56	34,13	12,82	18,48
	2100	94,71	46,58	43,19	63,63	79,55	89,76	34,58	53,90
2%	2020	2,47	1,05	1,40	1,78	2,26	2,69	1,09	1,52
	2030	4,92	2,33	2,89	3,58	4,15	5,61	2,51	3,15
	2050	11,64	5,88	6,21	8,23	10,09	12,42	4,90	7,16
	2070	17,66	8,56	9,41	12,70	15,09	19,81	7,52	10,84
	2100	38,57	19,05	18,04	25,84	32,39	37,14	14,35	22,12
4%	2020	2,17	0,93	1,22	1,56	1,96	2,35	0,97	1,33
	2030	3,89	1,83	2,27	2,83	3,29	4,42	1,96	2,48
	2050	7,46	3,74	4,03	5,30	6,44	8,05	3,22	4,62
	2070	9,63	4,68	5,19	6,92	8,27	10,71	4,15	5,94
	2100	14,51	7,17	7,16	9,87	12,26	14,57	5,68	8,52

Nota: El cálculo para Centroamérica corresponde al valor presente neto de la suma de los costos de los países, no al promedio de los costos de los países.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los costos estimados expresados al VPN permite obtener una medida del impacto del cambio climático, y su expresión respecto al PIB de un año base muestra la magnitud de los costos, pero no permite aproximar el costo sobre el potencial de crecimiento de las economías a largo plazo. El cuadro 10.19 presenta los resultados de un ejercicio donde se acumulan los costos hasta un año de corte, reportados como porcentaje del PIB de dicho año, considerando un escenario de inacción. Por ejemplo, los costos acumulados a nivel Centroamérica entre 2008 y 2030 implicarán un valor equivalente al 2,4% del PIB en este último año. Si se pospusieran acciones para responder al cambio climático hasta el año de 2070 se habrá acumulado un costo equivalente al 3,6% del PIB de ese año, y en 2100 el costo acumulado para toda la región sería del 4,7% del PIB de ese año, considerando los costos actualmente estimados.

**CUADRO 10.19**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CUATRO**  
**ÁMBITOS SIN MEDIDAS DE RESPUESTA POR PAÍS A DIVERSOS AÑOS**

*(En porcentaje del PIB del año de reporte)*

País	2020	2030	2050	2070	2100
Belice	1,7	2,7	4,0	3,8	5,0
Costa Rica	0,8	1,5	2,6	2,6	3,9
El Salvador	1,1	1,8	2,5	2,6	3,2
Guatemala	1,4	2,3	3,5	3,5	5,0
Honduras	1,7	2,6	4,4	4,4	6,3
Nicaragua	2,5	4,3	6,3	6,6	7,7
Panamá	1,0	1,8	2,1	2,0	2,1
Centroamérica	1,5	2,4	3,6	3,6	4,7

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 10.20 muestra otro ejercicio en el cual se estiman los costos como proporción del PIB de cada año, promediados para cada período. Considerando que los escenarios climáticos y sus impactos en sectores tales como recursos hídricos y agricultura muestran volatilidad año con año, lo cual afecta los estimados de costos anuales, lo aconsejable es usar promedios de períodos para identificar tendencias. Así por ejemplo, en un primer período de 2009 a 2020, los costos anuales son equivalentes a un 0,12% del PIB regional anual como promedio de dicho período. Este porcentaje aumentará hasta llegar a un 0,41% en el período 2071-2100. Ambos ejercicios sugieren que en un escenario de inacción los costos se acumularán y aumentarán, afectando sensiblemente el potencial de crecimiento de la región. Considerando efectos indirectos y de otros sectores, la disminución del crecimiento sería aún mayor.

**CUADRO 10.20**  
**CENTROAMÉRICA: ESTIMADO INICIAL DEL COSTO ANUAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CUATRO**  
**ÁMBITOS SIN MEDIDAS DE RESPUESTA POR PAÍS EN DIVERSOS PERÍODOS**

*(En porcentajes del PIB anual promediado por período)*

País	2009-2020	2021-2030	2031-2050	2051-2070	2071-2100
Belice	0,28	0,34	0,41	0,51	0,74
Costa Rica	0,08	0,34	0,22	0,28	0,44
El Salvador	0,10	0,35	0,28	0,21	0,30
Guatemala	0,14	0,39	0,25	0,23	0,32
Honduras	0,17	0,37	0,30	0,35	0,44
Nicaragua	0,07	0,19	0,27	0,32	0,45
Panamá	0,01	0,13	0,24	0,15	0,17
Centroamérica	0,12	0,30	0,28	0,29	0,41

Fuente: Elaboración propia.

La evidencia sugiere que los impactos económicos del cambio climático sobre las economías de Centroamérica son significativos. Estas estimaciones se basan en los impactos medibles de huracanes e inundaciones en el sector agrícola, recursos hídricos y biodiversidad, por lo cual se pueden considerar como un costeo parcial e inicial. Sin embargo, existe un alto nivel de incertidumbre debido a la interacción entre las variables económicas y las condiciones del clima, así como los aspectos sociales, políticos y culturales. Es importante reiterar que las economías de Centroamérica han experimentado cambios estructurales y mostrado ciertas inestabilidades macroeconómicas en las últimas dos décadas. Las características y condiciones de este patrón de crecimiento responden a un conjunto de factores de orígenes múltiples y de diversa índole, tanto económicos, sociales y políticos

con especificidades nacionales. Estos factores se expresan en ocasiones en comportamientos volátiles de algunos agregados macroeconómicos y en proporciones relevantes, por ejemplo inversión a PIB. Adicional al contexto macroeconómico, existe un alto nivel de incertidumbre sobre variables clave como las tecnológicas, los precios relativos de la energía, el consumo de agua y la biodiversidad. Por lo tanto, las estimaciones de costos de este apartado son solo indicativas. No obstante, son superiores que las hechas para países desarrollados en los escenarios B2 y A2. Confirman que los costos del cambio climático son heterogéneos, no lineales y crecientes en el tiempo y que el aumento continuo de la temperatura y los cambios de precipitación probablemente tendrán efectos negativos crecientes para el conjunto de las actividades económicas. Más aún, sugiere que habrá umbrales irreversibles donde los costos aumentarían más que proporcionalmente y que una administración efectiva del riesgo sería esencial en la respuesta a este fenómeno.

## 10.5 CONSIDERACIONES FINALES

Las estimaciones de costos de este apartado son solo indicativas de las magnitudes y tendencias posibles en el futuro, no cifras exactas. No obstante, es posible identificar varias tendencias importantes:

1. El estimado inicial del costo medible acumulado a 2100 con A2, basado en los impactos en sector agrícola, recursos hídricos, biodiversidad, huracanes, tormentas e inundaciones, equivale a 73 mil millones de dólares corrientes o 52 mil millones de dólares a precios de 2002, aproximadamente 54% del PIB regional de 2008 a VPN y tasa de descuento de 0,5%. (Con una tasa de descuento de 4% el valor equivalente es de 9% del PIB regional de 2008 a VPN, evidenciando la importancia de cuál tasa se utiliza.)
2. El costo acumulado en el escenario B2 al 2100 equivale a 44 mil millones de dólares corrientes y 31 mil millones de dólares a precios del 2002, aproximadamente 32% del PIB de 2008 a tasa de descuento 0,5%. (Con una tasa de descuento de 4% el valor equivalente es de 6% del PIB regional de 2008 a VPN). Esto equivale a 60% del valor estimado en el escenario A2 a dólares corrientes. Es importante resaltar que el mayor aumento de costos ocurriría en la segunda mitad del siglo, cuando los efectos de las emisiones serían mayores y en general los costos serían bastante elevados al finalizar el siglo en un escenario de inacción.
3. Los costos del cambio climático son heterogéneos, no lineales y crecientes en el tiempo. Habrá límites irreversibles donde los costos aumenten más que proporcionalmente. Además, los riesgos de daños muy elevados asociados a eventos extremos aumentan con el tiempo. Considerando los escenarios de emisiones B2 y A2, los costos son superiores a los estimados para países desarrollados.
4. Los costos acumulados del sector agrícola se incrementan de manera acelerada a partir del año 2070, pasando de 5,2% del PIB de 2008 en 2050 a 11,1% en 2100. Los costos acumulados del sector hídrico se mantendrían relativamente bajos hasta el 2030, menores al 1% del PIB de 2008. Durante el período 2070-2100 se podrían incrementar de manera acelerada con efectos negativos para el conjunto de los países, pasando de un equivalente de 3,5% a 9,8% durante este período.

5. Los costos acumulados en biodiversidad crecen de manera exponencial a partir del año 2050. Su extrapolación al 2100 indicaría que con una tasa de descuento del 0,5% con el escenario A2, su valor sería equivalente al 18% del PIB de 2008 del conjunto de países de Centroamérica.
6. En el caso de Centroamérica, el costo inicial acumulado estimado con el escenario A2 aumenta del 1,5% del PIB proyectado para 2020 al 4,7% del PIB proyectado a 2100 bajo el escenario base. El aumento continuo de la temperatura tiene efectos negativos crecientes para el conjunto de las actividades económicas. Los costos acumulados en la trayectoria del PIB de cada país muestran que los mayores impactos, sobre todo a partir del 2040, caerían sobre Nicaragua, Honduras, Belice y Guatemala. Bajo el escenario A2, su crecimiento se podría reducir entre 5,0 y 7,7 puntos porcentuales al final del siglo sobre el escenario base. En un segundo nivel de riesgo están Costa Rica, El Salvador y Panamá, cuyo potencial de crecimiento disminuiría hasta en un 3,9% respecto al escenario base en los últimos 20 años del siglo XXI. Panamá podría resultar menos afectado, aunque sus costos serían también crecientes, con impactos alrededor del 2,1% del PIB base al finalizar el siglo, si no se toman medidas de mitigación y adaptación.