



ESTUDIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA

Cuentas ambientales para la formulación e implementación de la política climática

Rodrigo Pizarro Gariazzo



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Euroclima+



Financiado por
la Unión Europea

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



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

 www.cepal.org/es/publications

 www.cepal.org/apps

Cuentas ambientales para la formulación e implementación de la política climática

Rodrigo Pizarro Gariazzo



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Financiado por
la Unión Europea

Este documento fue preparado por Rodrigo Pizarro Gariazzo, Consultor de la Unidad de Economía del Cambio Climático, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco de las actividades del programa EUROCLIMA+, con financiamiento de la Unión Europea.

Ni la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización o la de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2022/54
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2022
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.21-00757

Esta publicación debe citarse como: R. Pizarro, "Cuentas ambientales para la formulación e implementación de la política climática", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/54), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

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

Índice

Introducción	7
I. El cambio climático como un problema público global	9
A. La ciencia del clima	9
B. El cambio climático	10
1. Las presiones y fuerzas motrices que impulsan el cambio climático	13
II. La formulación de políticas públicas y las respuestas al cambio climático	15
A. El ciclo de formulación de políticas públicas	15
B. Respuestas públicas para enfrentar el cambio climático	16
1. Mitigación	17
2. Adaptación	18
3. Políticas relacionadas al riesgo de pérdida catastrófica	18
C. Instrumentos de política pública.....	19
D. Informando la política pública climática	20
III. El SCAE: Un marco contable para Las políticas del cambio climático	23
A. La lógica del SCAE.....	23
B. El SCAE y el cambio climático	25
C. El SCAE y sus cuentas.....	27
1. Cuentas de flujo en unidades físicas (Fuerzas Motrices)	30
2. Cuentas de emisiones al aire.....	33
3. Otras cuentas específicas: SCAE-Energía.....	37
4. Otras cuentas específicas: SCAE-Agua	37
5. Cuentas de activos (Fuerzas Motrices e impactos)	38
6. Cuentas ecosistémicas.....	42
7. Cuentas de carbono	44

8.	Cuentas de actividad ambiental (Respuestas e instrumentos).....	47
9.	Impuestos y subsidios	47
IV.	El SCAE y el apoyo al análisis para la política pública	51
A.	Indicadores.....	51
B.	Técnicas analíticas.....	54
1.	TIP-AA y la huella ecológica.....	55
2.	Modelos económicos ambientales.....	56
V.	Conclusiones e innovaciones posibles.....	59
	Bibliografía.....	61
Cuadros		
Cuadro 1	Instrumentos de política pública	20
Cuadro 2	Etapas en la formulación de política y la información requerida.....	22
Cuadro 3	Las Cuentas del SCAE y la información para el cambio climático	28
Cuadro 4	Emisiones de carbono de Dinamarca	31
Cuadro 5	Inventarios del IPCC / SCAE cuentas de emisiones al aire	34
Cuadro 6	Matriz de cambio y uso de suelo Ruanda 2014	41
Cuadro 7	Tasa de cambio en cobertura de suelos en Rwanda de 1990 a 2015	42
Cuadro 8	Cubiertas de suelos Victoria Highland Australia 2010 - 2015	44
Cuadro 9	Secuestro y stock de carbono en la biomasa del país bajo; totales por provincia.....	46
Cuadro 10	Resumen de stock de bicarbonato (MTon C) y sus flujos (kton C) en el país bajo.....	46
Cuadro 11	Cuenta desagregada por tipos de impuestos	48
Cuadro 12	Ejemplos de indicadores para el cambio climático en el SCAE	53
Gráficos		
Gráfico 1	Temperatura y emisiones	10
Gráfico 2	Emisiones por fuente.....	11
Gráfico 3	Emisiones por sectores	14
Gráfico 4	Emisiones y PIB per cápita	14
Gráfico 5	Emisiones de CO ₂ categorías de gasto (Canadá)	32
Gráfico 6	Emisiones al aire en Suecia (2017).....	35
Gráfico 7	Toneladas SO ₂ y CH ₄	35
Gráfico 8	Noruega: producción y emisiones por sector de SEEA	36
Gráfico 9	Noruega: empleo y emisiones por sector de SEEA.....	36
Gráfico 10	Impuestos ambientales en Suecia.....	49
Gráfico 11	Ejercicios de CGE para el cambio climático por tema	58
Recuadros		
Recuadro 1	Principales impactos esperados del cambio climático.....	12
Recuadro 2	Cuentas de Flujo en Unidades Físicas de Canadá	31
Recuadro 3	Inventarios vis-a-vis cuentas de aire.....	33
Recuadro 4	Las cuentas de emisiones al aire en Suecia	34
Recuadro 5	PSUT de GEI de Noruega.....	37
Recuadro 6	Cuentas de cambio y uso de suelo de Ruanda	40
Recuadro 7	Cuentas ecosistémicas en Victoria, Australia	44
Recuadro 8	Una cuenta de carbono para los Países Bajos.....	45
Recuadro 9	Categorías de Impuestos Ambientales en el SCAE.....	48

Recuadro 10	Cómo identificar gastos climáticos	50
-------------	--	----

Diagramas

Diagrama 1	Respuestas públicas al cambio climático.....	19
Diagrama 2	El ciclo de políticas públicas en el cambio climático	21
Diagrama 3	El marco conceptual del SCAE	24
Diagrama 4	Relación entre el SCN, SCAE y SCAE-CEE.....	25
Diagrama 5	El SCAE y el Cambio Climático.....	26
Diagrama 6	Impactos climáticos a unidades ecosistémicas.....	43

Introducción

El cambio climático constituye un desafío sin precedentes para el mundo. El clima juega un papel esencial en los procesos biológicos del planeta y condiciona el bienestar humano de manera directa e indirecta a través del flujo de servicios ecosistémicos. Se estima que la temperatura promedio de la tierra ha aumentado en más de 1°C desde principios del siglo pasado y que, de continuar esta tendencia, podría aumentar entre 2 y 4°C hacia fines de este siglo. Ello significa cambios enormes sobre el medio ambiente, la economía y la sociedad, no cabe ninguna duda de que el cambio climático es el principal problema que enfrenta la humanidad.

Debido a su naturaleza global y la extensión de los impactos, el cambio climático plantea una serie de desafíos complejos e interconectados para la política pública. Por esta razón, los países requieren de una amplia gama de información e indicadores para comprender todas las dimensiones y conexiones asociadas a la gestión climática, desde cuáles son las principales fuerzas motrices y presiones sobre el cambio climático, hasta la gama de impactos directos e indirectos en los sistemas humanos y ambientales y, sobre todo, la evaluación y análisis de las respuestas desde la gestión pública.

El Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE, SEEA en sus siglas en inglés; ONU, 2016) es un estándar estadístico con un marco contable que mide la relación entre la economía y el medio ambiente y puede identificar distintas variables y sus interrelaciones, proporcionando indicadores relevantes y pertinentes para guiar las políticas públicas relacionadas con el cambio climático.

El SCAE conceptualiza el nexo entre el medio ambiente y la economía usando un enfoque sistémico para integrar información de distintos ámbitos, que no se usa por los tomadores de decisión. Además, está estructurado de forma modular, lo que permite la construcción gradual de la gama completa de cuentas, así como el desarrollo de nuevas cuentas, tablas e indicadores a medida que surgen nuevos problemas, o se necesitan nuevas conexiones entre distintos ámbitos de la política pública.

El objetivo de este documento es explicar de qué manera el SCAE se puede usar para apoyar la toma de decisiones en materia de cambio climático. El argumento es que dadas las múltiples dimensiones que involucran la gestión pública en materia de cambio climático, solo un marco estadístico completo que

integre información de múltiples fuentes y sistemas puede dar cuenta de la complejidad del cambio climático permitiendo así generar la información necesaria para la toma de decisiones.

El documento está estructurado en seis secciones, incluyendo esta introducción. La siguiente sección aborda la problemática asociada al cambio climático. En la tercera, se analiza las posibles respuestas desde la gestión pública. La cuarta sección examina cómo se estructura el SCAE y de qué manera puede apoyar la política climática. La quinta explora los diversos indicadores y técnicas de modelamiento pertinentes a la gestión climática que emergen del sistema de cuentas. Finalmente, en la sección número seis, se concluye haciendo referencia a algunos aspectos críticos del SCAE.

I. El cambio climático como un problema público global

A. La ciencia del clima

La estabilidad del clima en el largo plazo depende del equilibrio de la radiación que proviene del sol y su reflejo desde la tierra. El cambio climático se asocia a la alteración de este equilibrio, esto se puede producir de tres maneras. Primero, por el cambio en la radiación solar entrante debido a las variaciones en la órbita de la tierra o del sol. Segundo, por el cambio en la fracción de radiación solar que se refleja a través de los cambios en la cubierta de nubes, partículas atmosféricas, hielo o cubierta vegetal, lo que se conoce con el nombre de albedo. Tercero, por las alteraciones en la radiación de onda larga que emite la tierra al espacio. Esto se asocia principalmente con la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Los gases de efecto invernadero (GEI) actúan como un aislante de la radiación de onda larga reflejados en la superficie de la tierra; este es el efecto de invernadero natural. Sin embargo, cuando se concentran demasiados GEI, el efecto invernadero se exagera aumentando la temperatura terrestre por sobre el promedio al cual los sistemas naturales están adaptados (Le Treut, et al, 2007).

El balance de radiación de la tierra y, en consecuencia, el clima, se altera por la liberación de gases del efecto invernadero y/o el cambio de uso de suelo que altera el efecto albedo. Los principales gases del efecto invernadero (GEI) son el vapor de agua, el ozono, el óxido nitroso, el metano y el dióxido de carbono (CO₂).

El carbono juega un rol esencial en los sistemas biológicos, a través del ciclo de carbono. Este es exhalado por todos los animales y plantas y asimilado durante el proceso de fotosíntesis para formar nuevos compuestos de carbono. El CO₂ se produce al quemar combustibles fósiles que son productos preservados de la fotosíntesis antigua o emisiones almacenadas de carbono (por ejemplo, bosques o suelos). Las regiones, sectores o procesos que producen CO₂ se conocen como fuentes, mientras que las que absorben o capturan CO₂ son conocidas como sumideros.

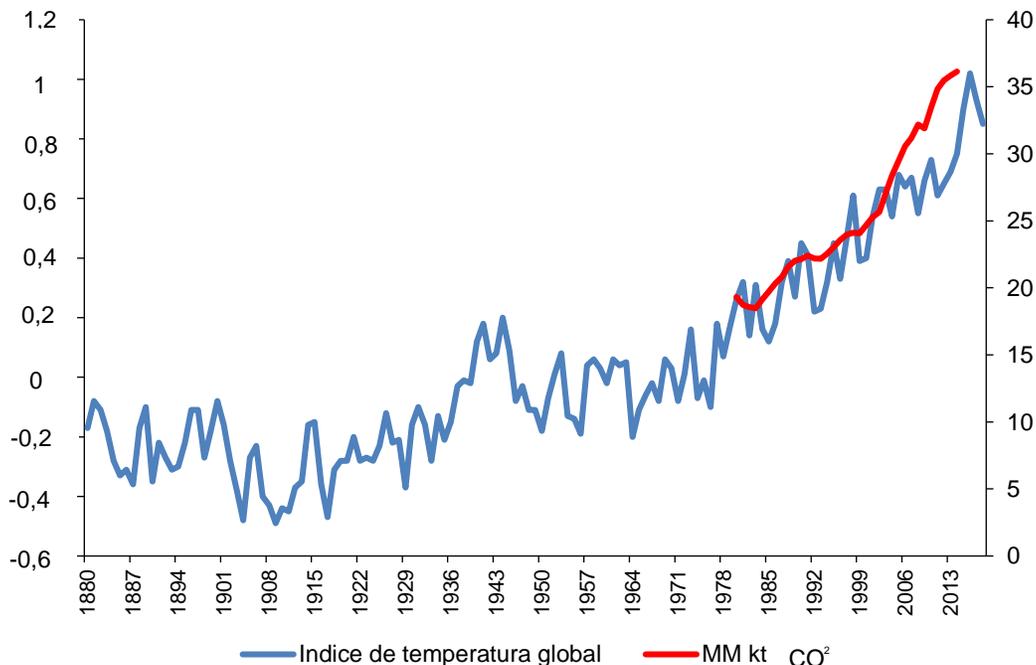
B. El cambio climático

El cambio climático se refiere a un cambio estadísticamente significativo en el estado del clima que persiste durante un período prolongado (Le Treut, et al, 2007). Desde hace varias décadas, existe evidencia de que el clima está cambiando. Todas las variables climáticas esenciales¹ han experimentado cambios significativos, la más importante de las cuales es la temperatura (ver gráfico 1). Hoy el planeta es, en promedio, 1°C más cálido que a principios del siglo XX (IPCC, 2018).

El consenso científico es que este aumento de temperatura se debe a la actividad humana por el cambio en el uso del suelo y a la emisión de GEI, particularmente el dióxido de carbono (CO₂) asociado principalmente al consumo de combustibles fósiles y a cambios en el uso del suelo (IPCC, 2014a) (ver gráfico 2).

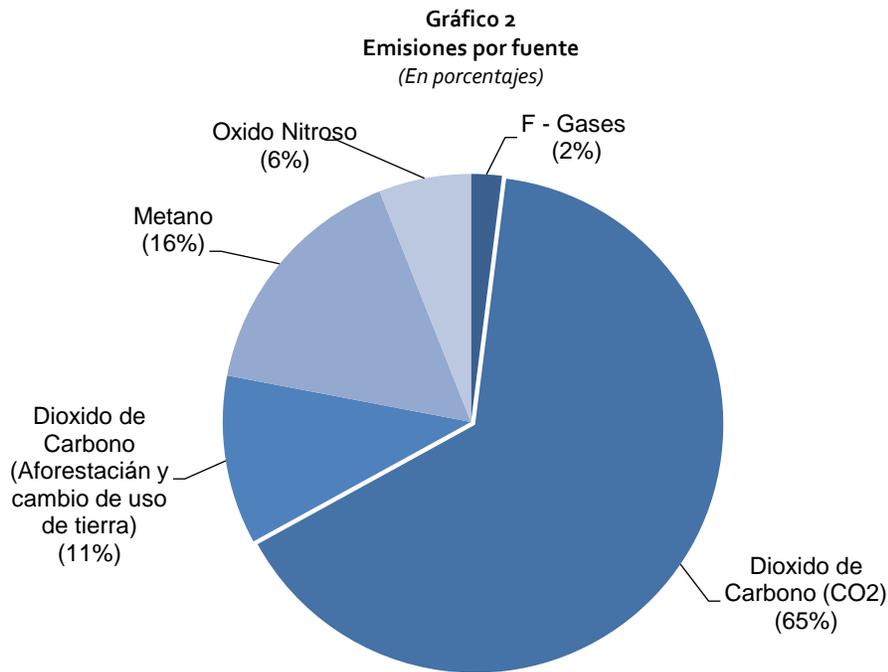
Si la actual trayectoria en el crecimiento de las emisiones continúa durante las próximas dos décadas, la temperatura promedio global del planeta superará los 2°C con respecto a la temperatura promedio observada a principios del siglo XX, con la posibilidad incluso de superar los 4 °C. Esto generará impactos deletéreos sin precedentes en la tierra con consecuencias dramáticas sobre los ecosistemas y el bienestar humano (IPCC, 2014a).

Gráfico 1
Temperatura y emisiones
(Índice de temperatura global y MM kt CO₂)



Fuente: Compiled from information from the Goddard Institute for Space Studies of Nasa (GISS) and World Bank.

¹ Variables climáticas esenciales: variables físicas, químicas y biológicas o un grupo de variables vinculadas que caracterizan el clima de la tierra.



Fuente: IPCC (2014); based on global emissions from 2010. Details about the sources included in these estimates can be found in the Contribution of working group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change.

A. Impactos del cambio climático

El cambio climático genera consecuencias directas e indirectas sobre la economía y el bienestar humano a través de su impacto en el medio ambiente. Algunos impactos afectan gradualmente los procesos económicos, como aquellos asociados con el efecto del aumento de las temperaturas, mientras que otros pueden ser agudos y esporádicos a través de *shocks* como inundaciones repentinas o incendios forestales. En el Recuadro N°1 se presenta una síntesis de los principales impactos.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) evalúa, bajo distintos escenarios, los posibles cambios en el sistema climático. En su último informe oficial, afirma que, en todos los escenarios evaluados, la temperatura seguirá aumentando y los eventos extremos serán más frecuentes y generalizados (olas de calor, sequías y precipitaciones), mientras que el océano continuará calentándose y el nivel del mar aumentará (IPCC, 2014a).

Estos impactos afectarán a la economía de manera directa, por ejemplo, a través de la destrucción de la infraestructura. Sin embargo, los principales impactos serán indirectos, a través del deterioro de los múltiples servicios ecosistémicos proporcionados por el medio ambiente, por ejemplo, la pérdida de biodiversidad y los consiguientes impactos en la economía y el bienestar humano (IPCC, 2019).

Sin embargo, si bien es posible reconocer que el cambio climático es el resultado de la actividad inducida por el hombre, a menudo es difícil identificar con precisión qué actividades son específicamente responsables de qué factores e impactos, esto reafirma la necesidad de sistemas de

información y modelos que puedan identificar las fuerzas motrices, las presiones y los impactos finales, de manera de guiar adecuadamente la política pública².

Se espera que los costos del cambio climático sean enormes. En un estudio reciente, Burke et al (2015), se estimó que para 2100, en un escenario sin mitigación, los ingresos per cápita del 77 por ciento de los países del mundo caerían en relación con los niveles actuales. El estudio estima que los ingresos globales podrían disminuir un 23 por ciento para 2100, en relación con un mundo sin cambio climático. Aunque incluso estas estimaciones podrían estar subestimadas (DeFries et al 2019).

Por esta razón, los países enfrentarán los efectos del cambio climático directamente mediante la implementación de diversas políticas. Este es tan grave y sus impactos tan extendidos que incluso los países que no responden directamente lo harán indirectamente, mediante la implementación de acciones o políticas que son consecuencias de los efectos nocivos del calentamiento global, como el aumento de los desastres naturales, los incendios forestales, la escasez de agua, reducciones en la productividad agrícola o migración masiva. (véase en el recuadro 1).

Además, aunque el cambio climático tiene un impacto global, los impactos específicos se distribuirán de manera desigual. Se espera que las consecuencias más agudas se observen en los países en desarrollo debido a su mayor vulnerabilidad por su exposición geográfica, los bajos ingresos, la mayor dependencia de la agricultura y, en general, la menor capacidad de adaptación a las nuevas condiciones climáticas (Stern et al, 2006).

La evidencia indica que América Latina será gravemente afectada, incluso con un bajo aumento en la temperatura. Estos impactos físicos y biofísicos no solo afectarán la biodiversidad, sino, además, de manera directa la vida de las personas, a través de, por ejemplo, la disminución de los ingresos asociados a actividades como la pesca, la agricultura o el turismo. Asimismo, existe evidencia de una serie de impactos en la salud humana y la infraestructura costera y energética (Reyer et al, 2017).

Recuadro 1

Principales impactos esperados del cambio climático

Los impactos del cambio climático están asociados con el efecto directo del aumento de la temperatura, como el aumento de la temperatura promedio en localidades específicas o el aumento medio del nivel del mar, pero también de los impactos de retroalimentación de estos efectos en los sistemas humanos y ambientales, por ejemplo, la pérdida de biodiversidad. Estos son algunos de los impactos más significativos (IPCC, 2018).

- Calentamiento de temperaturas extremas en muchas regiones.
- Incrementos en la frecuencia, intensidad y / o cantidad de eventos climáticos extremos, generando una pérdida de vidas humanas e infraestructura social y económica.
- Aumento global del aumento del nivel medio del mar
- Impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas, incluida la pérdida y extinción de especies.
- Impactos asociados con otros riesgos relacionados con la biodiversidad, como incendios forestales y la propagación de especies invasoras.
- Ecosistemas terrestres globales transformados
- Pérdida de muchos ecosistemas marinos y costeros y arrecifes de coral que afectan el crecimiento, el desarrollo, la calcificación, la supervivencia y, por lo tanto, la abundancia de una amplia gama de especies, por ejemplo, desde algas hasta peces.

² A lo largo del documento el autor usará la nomenclatura del modelo Presión Estado y Respuesta (PER) de PNUMA. Este modelo sintetiza la problemática ambiental a partir de las fuerzas motrices (por ejemplo, actividades económicas), presiones (por ejemplo, GEI), estado (por ejemplo, calidad ambiental), respuestas públicas (por ejemplo, mitigación), para estructurar la discusión sobre la política climática. Para una mayor discusión OECD, 1994.

- Salud humana afectada por altas temperaturas y aumentos de enfermedades.
- Reducciones en los rendimientos de maíz, arroz, trigo y potencialmente otros cultivos de cereales y ganado.
- Estrés hídrico y disponibilidad de recursos.

Fuente: IPCC, 2018.

1. Las presiones y fuerzas motrices que impulsan el cambio climático

La causa inmediata del cambio climático, o las presiones, son las emisiones de los GEI generados por la actividad humana. El dióxido de carbono (CO₂) es el gas de efecto invernadero más importante y genera aproximadamente el 76% de las emisiones totales (IPCC 2014a). Esto se origina principalmente como resultado de la combustión de combustibles fósiles y la quema de biomasa de sectores como electricidad y combustible, industrias del transporte y manufacturas y construcción, así como el cambio de uso de tierra. Las actividades de estos sectores constituyen las denominadas fuerzas motrices que impulsan el cambio climático (véase en el gráfico 3)

Hay otros GEI como el metano, el óxido nitroso y los halocarbonos, que también contribuyen al cambio climático. El metano inducido por el ser humano es producido principalmente por animales domesticados como el ganado bovino y porcino, pero también por el cultivo de arroz, la quema de gases y las actividades mineras. El óxido nitroso se produce como resultado del manejo de la tierra agrícola, el manejo del estiércol, la combustión de combustibles fósiles y la producción de fertilizantes y ácidos nítricos. En consecuencia, las fuerzas motrices detrás de estas presiones están asociadas principalmente a las actividades agrícolas (IPCC, 2014a).

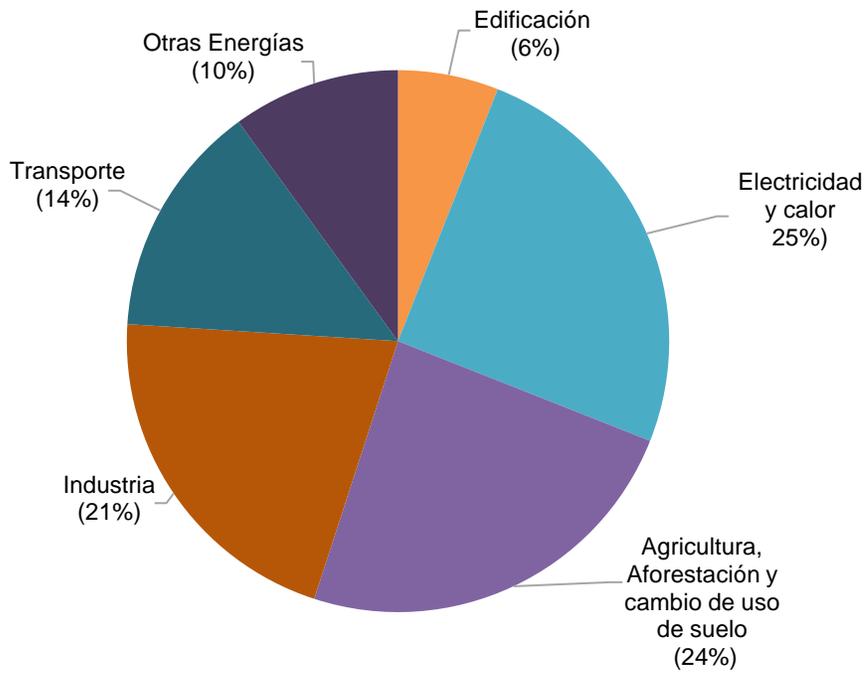
Los distintos gases responsables de las concentraciones de GEI en la atmósfera y, por lo tanto, el cambio climático, son emitidos por actividades que generan bienestar. Estas proporcionan productos y servicios a los consumidores. Por lo tanto, el aumento de la producción y la demanda de bienes y servicios, el transporte y, en última instancia, el crecimiento de la población, generan las principales fuerzas motrices que desencadenan el cambio climático (véase en el gráfico 3). En consecuencia, desde la perspectiva de la política pública, no es posible separar las presiones que genera el cambio climático, con sus fuerzas motrices, las que, además, sustentan nuestro bienestar.

Sin embargo, incluso esta comprensión integral de las fuerzas motrices y las presiones del cambio climático es insuficiente. Comprender las causas del cambio climático implica un entendimiento completo de los procesos climáticos y el ciclo del carbono.

En efecto, productos que aparentemente no generan emisiones de carbono, como, por ejemplo, los biocombustibles, pueden tener efectos significativos una vez que se modela el ciclo completo del carbono, incluyendo el cambio en el uso del suelo, el transporte y todos sus usos en la demanda final. Del mismo modo, otras actividades humanas que causan cambios en el uso de la tierra afectarán significativamente el cambio climático, aunque es posible que no se emita carbono a través del efecto albedo, por ejemplo, con la disminución de las superficies de hielo.

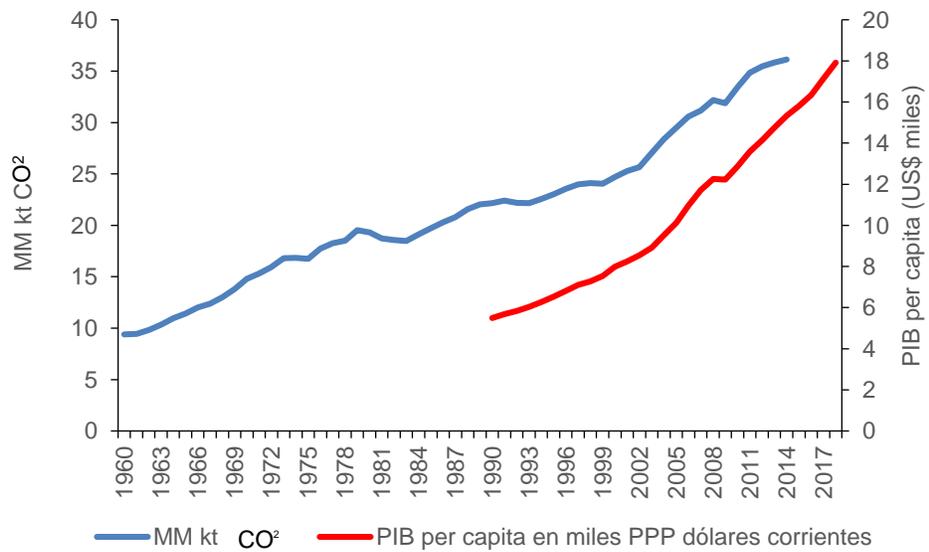
Por lo tanto, si bien las respuestas que tratan tanto de limitar como de reducir las emisiones globales de los GEI son importantes para la elaboración de políticas públicas apropiadas, es esencial identificar todos los elementos relevantes. Ello necesariamente involucra modelar los eslabonamientos directos e indirectos de las fuerzas motrices, presiones e impactos. Solo así se podrá diseñar políticas que respondan adecuadamente al desafío del cambio climático.

Gráfico 3
Emisiones por sectores
(En porcentajes)



Fuente: Fuente: IPCC y Banco Mundial.

Gráfico 4
Emisiones y PIB per cápita
(MM kt CO₂ Y PIB per capita en miles de dólares)



Fuente: Compiled from World Bank data.

II. La formulación de políticas públicas y las respuestas al cambio climático

El cambio climático es un problema global con múltiples impactos locales y un componente del desarrollo sustentable. Por lo tanto, existen distintas respuestas desde la política pública, relacionadas tanto con la naturaleza global de la contaminación de GEI, como con sus costos.

Estas políticas se logran a través de instrumentos de políticas, que son las herramientas a través de las cuales los gobiernos buscan lograr sus objetivos. Tanto las respuestas, como los instrumentos de política pública, se elaboran a través de lo que se denomina el ciclo de formulación de políticas públicas.

A. El ciclo de formulación de políticas públicas

El marco conceptual del ciclo de políticas públicas más convencional identifica cinco etapas en su formulación (Jann y Wegrich, 2007): (1) establecimiento de la agenda, (2) formulación de políticas, (3) toma de decisiones, (4) implementación, y, (5) evaluación. La formulación de políticas se considera un ciclo ya que se argumenta que las políticas nunca se terminan de aplicar por completo, sino que cada etapa se retroalimenta para revisar el problema identificado y reevaluar las políticas implementadas. Para nuestros propósitos, es útil el ciclo de formulación de políticas de cuatro etapas propuesto por Bass *et al* (2016). Las etapas propuestas son:

- i) **Identificación del problema (definición de políticas).** La formulación de políticas presupone el reconocimiento de que existe un problema público. Esta etapa requiere información para determinar el problema y sus causas. Para estos efectos se requiere identificar tanto las presiones como las fuerzas motrices detrás del cambio climático. En efecto, debido a que el cambio climático está relacionado con actividades económicas, es necesario identificar los distintos sectores y actividades que impulsan el problema, y su relevancia para identificar las prioridades para la formulación y la implementación de políticas.

- ii) **Análisis y formulación (respuesta de políticas).** Esta etapa se refiere al proceso de evaluar las respuestas más adecuadas de la política pública para enfrentar el problema identificado, eligiendo en función de distintos criterios relevantes como la eficiencia, la eficacia o la equidad. Además, implica tratar con las consecuencias e impactos del problema.
- iii) **Implementación (instrumentos de política).** Esta etapa se refiere al proceso de implementación efectiva de una política. Esto se lleva a cabo a través de instrumentos de política específicos, ya sea por acción directa del gobierno o indirecta a través de la implementación de instrumentos de gestión pública.
- iv) **Evaluación y seguimiento.** Esta etapa se refiere a la evaluación y seguimiento de las respuestas de la política y/o la implementación de instrumentos de gestión. Algunas preguntas relevantes son ¿Han cumplido su propósito, han sido eficaces, eficiente y justos? ¿Se requiere reevaluar el problema para comenzar de nuevo, recalibrar o perfeccionar la respuesta desde la política pública? En efecto, esta etapa supone el desarrollo de un sistema de información que permita hacer una evaluación y seguimiento de las tres etapas anteriores.

La relevancia de estas etapas es que permite identificar el tipo de información necesaria para la formulación de políticas públicas. En la sección 2 examinamos la problemática del cambio climático, sus causas y consecuencias, lo que abarca la primera etapa en el ciclo de formulación de políticas públicas. A continuación, se examinan las demás etapas, comenzando con las respuestas desde la política pública. Y en las siguientes secciones se examina cómo el SCAE puede convertirse en el sistema de información preferente para dar cuenta de todos los requerimientos de información en estas distintas etapas.

B. Respuestas públicas para enfrentar el cambio climático

En términos generales, se pueden identificar a lo menos tres respuestas de política para la gestión climática. Estas son: mitigación, adaptación y respuestas para enfrentar pérdidas y/o riesgos catastróficos (IPCC 2014b, IPCC 2014c).

Estas respuestas presentan distintos desafíos, requieren de la implementación de distintos tipos de instrumentos y, sobre todo, de información. En efecto, mientras que la mitigación requiere de un enfoque global, y puede involucrar complejos instrumentos interjurisdiccionales como sistemas de permisos de emisión transables vinculados, la adaptación y gestión de catástrofes constituyen más bien una respuesta local. No obstante, todas tienen efectos globales, implican costos considerables y pueden requerir la contabilización de los flujos financieros internacionales.

La política nacional tiene impactos y consecuencias directas e indirectas en otros países. Por ejemplo, aumentar el costo de las actividades intensivas en carbono en un país, a través de un impuesto al carbono, puede no tener el efecto de mitigación global previsto, ya que se puede promover la importación de bienes intensivos en carbono de menor costo de países que no han implementado las mismas políticas. Ello podría, por lo tanto, resultar contraproducente ya que la política en un país podría terminar aumentando las emisiones globales de carbono. Este problema generalmente se conoce como filtración de carbono o *carbon leakage*. Alternativamente, no adaptarse adecuadamente al cambio climático puede tener impactos en la biodiversidad en una localidad específica que también podría tener consecuencias globales. No gestionar adecuadamente eventos catastróficos también podría tener impactos sobre la migración internacional.

En consecuencia, estos fenómenos y sus respuestas públicas requieren de un intrincado y complejo sistema de información que permita transparentar las fuerzas motrices, las presiones e impactos del cambio climático y las múltiples conexiones entre distintas políticas y sus consecuencias. A continuación, las respuestas de política identificadas se exploran en detalle.

1. Mitigación

La mitigación se define como aquellas acciones humanas que contribuyen a reducir o estabilizar la concentración de GEI en la atmósfera a niveles que eviten una perturbación antropogénica peligrosa del sistema climático (IPCC, 2014b). Es importante recordar que el cambio climático es una consecuencia de la concentración global de carbono en la atmósfera. Esto significa que una tonelada de CO₂ emitida (o secuestrada) en cualquier parte del mundo contribuye de igual manera en las concentraciones de CO₂ en la atmósfera y, por tanto, en el cambio climático global.

En consecuencia, la mitigación del cambio climático presenta un clásico problema de la tragedia de los comunes (Hardin, 1968), donde la única forma de enfrentarlo es a través de una política internacional coordinada. Por lo tanto, la mitigación necesariamente se debe enmarcar dentro del contexto de una estructura de gobernanza internacional que establezca objetivos y compromisos sobre quién debe mitigar qué y dónde.

En la actualidad, esta estructura de gobernanza se basa en un proceso de negociación dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que establece los esfuerzos y compromisos nacionales para la reducción de emisiones y específicamente en el Acuerdo de París. A través de este Acuerdo los países han establecido compromisos de mitigación voluntarios conocidas como contribuciones nacionalmente determinadas o NDC (ONU, 2015a).

Existen esencialmente dos tipos de enfoques de política para mitigar el cambio climático. El primero es abatir, reducir o limitar las emisiones de carbono en los procesos económicos. El segundo es fortalecer la capacidad del medio ambiente para secuestrar y almacenar carbono mediante la protección de ecosistemas intensivos en carbono o la implementación de esfuerzos para aumentar el almacenamiento de carbono a través de plantaciones forestales, entre otras medidas (IPCC, 2014b). Estos enfoques de política, a su vez, se aplican a través de distintos instrumentos de política que se analizan más adelante.

Otro enfoque para la mitigación es promover una suerte de "nueva economía". El término nueva economía lo utiliza este autor para abarcar iniciativas como el crecimiento verde (OCDE, 2011), la economía verde (PNUMA, 2011, PAGE, 2019), el consumo y la producción sostenibles³ (UNEP, 2012), y la economía circular (Ellen MacArthur Foundation, 2012) que reducen la huella material. Estas propuestas son más amplias que las preocupaciones exclusivas sobre el cambio climático, pero se mencionan como una posible respuesta al cambio climático ya que pueden tener impactos importantes en la mitigación. En efecto, estas políticas constituyen un concertado esfuerzo para reducir el uso de recursos materiales y promover prácticas de consumo sustentables. En definitiva, la reducción de la huella material limita el impacto ambiental y, en última instancia, sirve como estrategia de mitigación.

La implementación de la mitigación climática implica necesariamente lidiar con los costos de estas políticas. Una estimación sugiere que los costos de reducción global pueden estar entre 58 y 135 mil millones de dólares en 2030, de los cuales la mayor parte, de alrededor del 70%, proviene de países de la OCDE (Hof, et al. 2017). Por lo tanto, identificar estrategias alternativas de mitigación, determinar sus costos ambientales y sus beneficios económicos son esenciales para definir las políticas óptimas de mitigación. Esto requiere información detallada e interconectada entre distintas políticas y el modelamiento de los impactos directos e indirectos de las consecuencias de alterativas de mitigación.

³ <https://www.oneplanetnetwork.org/about/what-Sustainable-Consumption-Production>.

2. Adaptación

La adaptación se puede definir como el conjunto de procesos que buscan ajustarse a los efectos reales o esperados al cambio climático. En definitiva, la adaptación, como política pública, busca moderar o evitar daños asociados a los impactos más nocivos al cambio climático, pero también explotar oportunidades potenciales (IPCC, 2014d).

Siempre hay un grado de ajuste automático en el cambio climático, tanto en los sistemas humanos como en los naturales. La adaptación, como respuesta de la política pública, se refiere a las acciones humanas explícitas que tienen la intención de enfrentar los efectos nocivos del cambio climático, como la inversión en activos naturales y producidos. Además, puede implicar la restauración de sistemas naturales para mejorar o recuperar los servicios del ecosistema asociados al cambio climático, por ejemplo, mediante la reforestación de plantas nativas o la reintroducción de especies relevantes como las abejas.

Uno de los problemas técnicos al evaluar las políticas de adaptación es que muchas de las acciones no suelen ser exclusivas, sino más bien incrementales a las acciones o procesos habituales. Por ejemplo, la nueva presa se construyó algunos metros más alta, o se amplió un área protegida para incorporar cambios en la precipitación. Esto genera un problema significativo en la identificación de actividades de adaptación, ya que son específicas al contexto e incrementales a otras actividades previstas.

La adaptación puede ser costosa, por tanto, es importante en la aplicación de políticas públicas tener claridad sobre lo que efectivamente constituye una acción de adaptación, determinar sus costos y especialmente sus beneficios. Un estudio del Banco Mundial estimó que entre 2010 y 2050, el costo para los países en desarrollo de adaptarse a un mundo aproximadamente 2°C más cálido para 2050 está en el rango de US\$70 mil millones a US\$100 mil millones al año (Margulis, et al 2010). Por lo tanto, comprender los beneficios de la adaptación y relacionarla con las actividades económicas que se ven afectadas o promovidas por las políticas y estrategias de adaptación es esencial para optimizar las respuestas de las políticas públicas.

3. Políticas relacionadas al riesgo de pérdida catastrófica

Los impactos del cambio climático pueden generar pérdidas considerables tanto por eventos extremos (huracanes) como por eventos de evolución lenta (como el aumento del nivel del mar). Una vez que ocurren, los gobiernos deben responder, primero lidiando con la emergencia y luego recuperando los activos ambientales y / o físicos que se han perdido o degradado.

Por lo tanto, los formuladores de políticas están cada vez más interesados en implementar estrategias para hacer frente a estos impactos, así como en identificar los costos de responder a las pérdidas y daños por impacto climático después de que ocurran (ONU, 2012). Si bien la mitigación y la adaptación son esencialmente acciones políticas ex ante, las políticas asociadas a riesgos y pérdida catastrófica conforman un tipo de acción de adaptación o resiliencia que se ocupa de la pérdida y el daño asociados con los impactos climáticos.

La distinción entre acciones ex post y ex ante es importante, porque se refiere a la intención o motivación asociada con las acciones tomadas. Las políticas sobre pérdidas catastróficas son distintas a aquellas asociadas con la mitigación y la adaptación ya que, si bien están relacionadas con el cambio climático en el sentido de que responden a los impactos, la motivación inmediata no es la acción climática, sino la recuperación de la pérdida del capital natural o físico como consecuencia de la pérdida catastrófica, es decir, es una suerte de acción defensiva y reactiva. Los gastos asociados a estas acciones ya se contabilizan en el SCN y en las cuentas de gastos de finanzas públicas. Lo que no permite la actual contabilización es identificarlos como gastos asociados al cambio climático, en consecuencia, se requiere un nuevo sistema de clasificación pertinente para gastos climáticos, esto se discute en mayor detalle en el diagrama 1.

Diagrama 1
Respuestas públicas al cambio climático



Fuente: Elaboración propia.

C. Instrumentos de política pública

Los instrumentos de política o gestión pública son herramientas a través de las cuales los gobiernos buscan cumplir objetivos de política pública. Esto puede ser con acciones directas del gobierno financiando un proyecto o programa específico, por ejemplo, una nueva área protegida o instrumentos que buscan cambiar el comportamiento de un agente económico, por ejemplo, un impuesto al carbono. Existe una variedad de instrumentos de política pública centrados en el agente económico, pero en esencia se pueden agrupar en tres familias de instrumentos. Estas son: instrumentos regulatorios, incentivos de mercado y campañas de educación o, como un autor las ha llamado, "garrotes, zanahorias y sermones" (Bemelmans-Videc et al, 1998).

La implementación de cualquiera de estos instrumentos implica costos. Estos costos pueden ser asumidos directamente por el agente económico o el gobierno (y finalmente los contribuyentes), pero todos son costos que, en última instancia, los asume la sociedad. A su vez, estas acciones logran objetivos de política pública, es decir, que implican beneficios para la sociedad. En consecuencia, claridad respecto a los costos y beneficios asociados a la acción o inacción del Estado es una de las funciones principales del mismo (Boardman, 2006).

En el caso de la adaptación y la pérdida catastrófica, los instrumentos pueden centrarse en cualquiera de estas familias de instrumentos de política. En el caso de la política de mitigación, los instrumentos son especialmente complejos, ya que están asociados con la naturaleza global del problema de mitigación. Los flujos financieros pueden asociarse con ayuda internacional para apoyar las respuestas de política descritas anteriormente.

En el caso específico de la mitigación, los flujos financieros pueden estar asociados con la integración de mercados de carbono. Por lo tanto, el flujo del financiamiento muchas veces requiere como contrapartida evidencia en la reducción de emisiones.

Las estimaciones sobre los costos de la mitigación climática, la adaptación y los impactos son inciertos, pero el sector público y privado ya están tomando decisiones de gasto e implementando

instrumentos de política para enfrentar el cambio climático. Estos se reflejan actualmente en las cuentas de gastos del sector público; sin embargo, la información no está claramente identificada ya que no está clasificada en términos de función o intención. Este es el objetivo que van detrás de las cuentas de actividad ambientales del SCAE que se discute más adelante.

Una comprensión clara de cómo la sociedad responde al cambio climático, en el contexto de otras decisiones de política, es importante para que las decisiones políticas sean más transparentes. El cuadro 1 presenta un resumen de los instrumentos de política con ejemplos.

Cuadro 1
Instrumentos de política pública

	Tipo	Descripción	Ejemplo
Acción directa del Gobierno	Transferencias	Transferencia entre unidades institucionales y / o privados para objetivos climáticos.	Inversión en control de inundaciones, o plantaciones de especies forestales.
	Servicios de Gobierno	Gasto corriente en servicios asociados con objetivos climáticos, o servicios requeridos para enfrentar eventos extremos.	Gasto corriente en áreas protegidas, salud u otras emergencias relacionadas con el cambio climático.
Instrumentos basados en el afectar el comportamiento de agentes económicos	Instrumentos regulatorios	También conocidos como instrumentos de comando y control, estos son instrumentos que obligan al agente económico, a través de la regulación y el cumplimiento, a realizar actividades específicas como control de emisiones o acciones para la adaptación.	Normas de emisión.
	Incentivos de mercado	Afectan las soluciones de mercados sin imponer regulaciones usando incentivos económicos. Esto se puede hacer a través de fijar precios explícitos, como impuestos, u otros instrumentos de mercados implícitos. Sin el precio se fija en el costo social de la externalidad se logran soluciones consideradas socialmente óptimas (Baumol y Oates, 1988).	Impuestos y permisos de emisión transable.
	Campañas educativas	Afecta las preferencias de los agentes económicos a través de la educación o informando sobre las consecuencias de prácticas específicas.	Campañas educativas, sellos sustentables, sistemas de certificación.

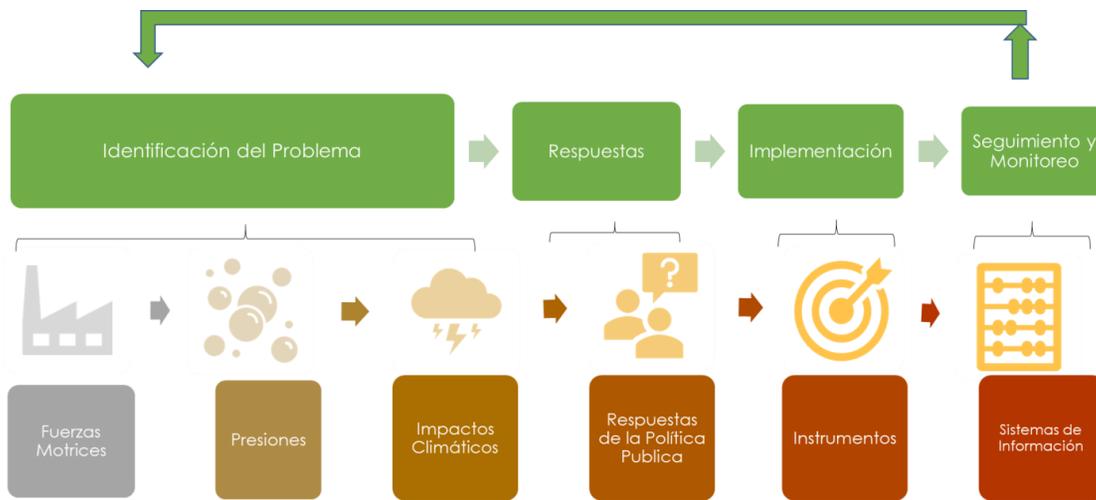
Fuente: Elaboración propia.

D. Informando la política pública climática

Los que toman las decisiones en la política climática requieren una información variada, tanto para cumplir con obligaciones internacionales, evaluar la efectividad de las respuestas políticas, como para evaluar las consecuencias económicas, ambientales y sociales de los impactos del cambio climático. Esto depende de las etapas de la formulación de políticas públicas, pero también de la necesidad de informar a los stakeholders relevantes.

La disponibilidad de datos es uno de los principales problemas asociados con el desarrollo de cuentas sistemáticas. Sobre la base de los datos actuales disponibles para la política de cambio climático y las necesidades de los que toman las decisiones, la Conferencia de Estadísticos Europeos (CES) (CEPE, 2017) estableció un grupo de trabajo que evaluó el estado de las estadísticas relacionadas con el clima.

Diagrama 2
El ciclo de políticas públicas en el cambio climático



Fuente: Elaboración propia.

Definió el alcance de las estadísticas relacionadas con el cambio climático incluyendo: datos ambientales, sociales y económicos que miden las causas humanas del cambio climático, los impactos del cambio climático en los sistemas humanos y naturales, los esfuerzos de los humanos para evitar las consecuencias, así como sus esfuerzos por adaptarse. Y se centró en cinco categorías de información relevante:

- i) Fuerzas motrices: causas humanas del cambio climático que se ocupan de las fuentes de emisiones;
- ii) Presiones/Emisiones: emisiones de GEI y sus causas humanas;
- iii) Impactos: impactos del cambio climático en los sistemas humanos y naturales;
- iv) Mitigación: los esfuerzos de los humanos para reducir el cambio climático evitan las consecuencias;
- v) Adaptación: esfuerzos para adaptarse a las consecuencias.

Concluyó que la información sobre el cambio climático, excepto los datos de emisiones no están bien desarrollados, a pesar de que existen datos ambientales, sociales y económicos relevantes para el análisis del cambio climático. Por lo tanto, el problema principal es la falta de un sistema de contabilidad que conecte la información diferente en un sistema coherente e integrado, proporcionando distintos indicadores para apoyar el proceso de formulación de políticas públicas.

Los requisitos de información sobre el cambio climático se presentan en el cuadro 2 sobre la base de las etapas del ciclo de formulación de políticas públicas. Se proponen 10 categorías de información relevante y stakeholders, tomando como punto de partida las propuestas del CES, y la problemática asociada al cambio climático y sus respuestas, según lo discutido arriba.

Sin embargo, el problema con esta amplia gama de datos para informar el proceso de la política es, como señalaba el CES, que no se encuentran necesariamente conectados. En general, estos se basan en, lo que se ha denominado un enfoque de silos, sistemas estadísticos aislados e inconexos. Esto no solo es ineficiente en términos de costos, sino, lo que es más importante, limita la capacidad analítica.

La clave para apoyar el análisis integral es avanzar hacia sistemas estadísticos integrados que permitan conectar distintos ámbitos de la política pública y sistemas de información, como lo propone el Sistema de Contabilidad Económica Ambiental (SCAE).

Cuadro 2
Etapas en la formulación de política y la información requerida

Etapas	Stakeholders, partes interesadas	Requerimientos de información	Tipos de información
Identificación del problema	Gobierno (Agencias sectoriales, Medio Ambiente, Planificación) Los medios y el público. Tomadores de decisión, sociedad civil organizada, comunidad internacional, comunidad científica.	a) Fuerzas motrices; b) Presiones/emisiones; c) Sumideros d) Impactos	Científica /Biológica /Social
Respuesta de Políticas	Gobierno (Agencias sectoriales, Medio Ambiente, Planificación) Los medios y el público. Tomadores de decisión, sociedad civil organizada, comunidad internacional, comunidad científica	e) Mitigación f) Adaptación. g) Pérdidas Catastróficas. h) Nueva Economía.	Ingeniería/ Económica
Implementación	Gobierno (Agencias sectoriales, Medio Ambiente, Planificación) Los medios y el público. Tomadores de decisión, sociedad civil organizada, comunidad internacional, comunidad científica	i) Gastos Climáticos j) Instrumentos;	Económica/ Financiera
Evaluación y seguimiento	Gobierno (Agencias sectoriales, Medio Ambiente, Planificación) Los medios y el público. Tomadores de decisión, sociedad civil organizada, comunidad internacional, comunidad científica	Todos los anteriores	Todas las anteriores

Fuente: Autor basado en UNECE, 2017, IPCC, 2014, 2018.

III. El SCAE: Un marco contable para Las políticas del cambio climático

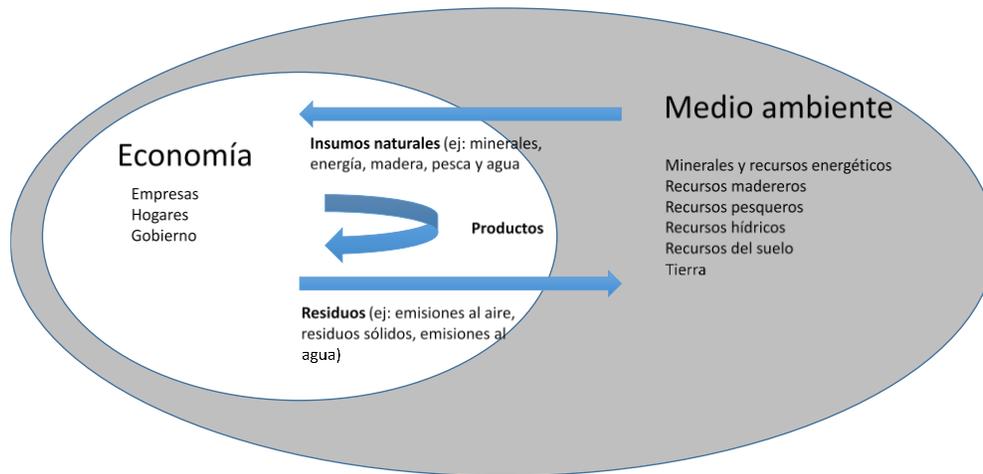
La política pública requiere distintos tipos de información en distintas etapas del proceso o ciclo de formulación. Sin embargo, debido a que la problemática climática es tan amplia, y abarca tantos sectores y ámbitos de acción, la información que existe muchas veces no se encuentra conectada. Las bases de datos generalmente son temáticas o sectoriales y, en consecuencia, se construyen en base al enfoque de silos que limita la capacidad analítica. La clave para apoyar el análisis integral es avanzar hacia sistemas estadísticos integrados como lo propone el Sistema de Contabilidad Económica Ambiental (SCAE).

El Sistema de Contabilidad Económica Ambiental (SCAE) es un estándar estadístico internacional, con un conjunto integral de cuentas, que guía la compilación de estadísticas e indicadores consistentes y comparables para la formulación de políticas, el análisis y la investigación sobre el nexo entre el medio ambiente y la economía. Su principal ventaja es que proporciona un enfoque integrado de la información ambiental y económica, por lo tanto, conecta distintos sistemas estadísticos y ámbitos de la política pública.

A. La lógica del SCAE

El SCAE es un marco integrado de cuentas que permite organizar la información ambiental y económica de manera coherente y consistente. El SCAE se sostiene sobre un marco conceptual que amplía el concepto de capital hacia el capital natural, e identifica los distintos flujos entre la economía y el medio ambiente, como se presenta en el diagrama 3. En definitiva, incorpora un registro del capital natural productivo (activos ambientales) y su cambio en el tiempo, ampliando el enfoque del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN).

Diagrama 3
El marco conceptual del SCAE



Fuente: NU, 2012, Manual del SCAE.

El SCAE abarca tanto los stocks como los flujos, y conceptualiza la relación interconectada entre el medio ambiente y la economía de manera integrada. Por lo tanto, conecta los distintos ámbitos de política pública y sus sistemas de información ambientales y económicos asociados. Este marco conceptual es precisamente el tipo de información necesaria para informar el proceso de políticas públicas del cambio climático. El SCAE incluye dos perspectivas: el Marco Central (SCAE-MC, SEEA-CF en sus siglas en inglés) y las Cuentas Experimentales de Ecosistemas (SCAE-CEE, SEEA-EEA en sus siglas en inglés).

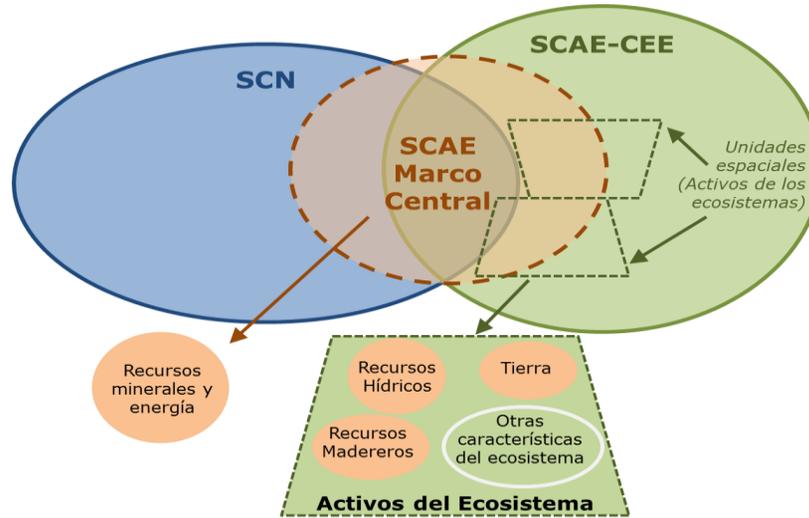
El SCAE-MC (ONU, 2014a) analiza los activos ambientales individuales como la pesca, los bosques y el agua para explorar cómo se extraen del medio ambiente, se usan en la economía y se devuelven al medio ambiente en forma de residuos, emisiones al aire y agua. El SCAE-MC usa los principios, conceptos contables, estructuras, reglas y clasificaciones del Sistema de Cuentas Nacionales, por lo tanto, reúne información de múltiples sistemas y variables y la puede conectar a través de una estructura contable integrada.

El SCAE-MC también incluye varios subsistemas del SCAE, que precisan el marco del SCAE para activos ambientales individuales. Por ejemplo, SCAE-Agua es el conjunto de cuentas que presenta información económica e hidrológica de manera integrada. Otros subsistemas del SCAE-MC incluyen SCAE-Energía y SCAE-Agricultura, Bosques y Pesquerías.

El segundo enfoque es el SCAE-Cuentas Experimentales de Ecosistemas (SCAE-CEE) (ONU, 2014b). El SCAE-CEE constituye un marco estadístico integrado para organizar datos biofísicos, medir los servicios ecosistémicos, identificar los cambios en los activos del ecosistema y vincular esta información con la actividad económica y otras actividades humanas. Este analiza cómo los activos ambientales individuales interactúan como parte de los procesos naturales dentro de un área espacial determinada.

Juntos, estos marcos contables tienen el potencial de describir la relación entre la economía, la actividad humana y el medio ambiente, y abordan las preguntas relacionadas con la formulación de políticas relacionadas con la conexión entre la economía y el medio ambiente, precisamente el tipo de información y conexiones necesarias para la formulación de la política climática. En el diagrama 4 se presenta los marcos contables y su conexión de manera integrada. Para una discusión más detallada ver el Manual SCAE (NU, 2012).

Diagrama 4
Relación entre el SCN, SCAE y SCAE-CEE



Fuente: UN, 2012, SCAE.

B. El SCAE y el cambio climático

El SCAE no aborda explícitamente el cambio climático, en el sentido que no existe un manual o cuenta específica de cambio climático, pero tanto el enfoque conceptual, como muchas de las cuentas específicas, son relevantes para el análisis de la política climática. Además, debido a su estructura modular, a medida que surgen nuevos problemas se pueden compilar nuevas cuentas o tablas, proporcionando información e indicadores para la evaluación de un problema de política específico. Por lo tanto, si se considerara necesario, sería posible construir una cuenta SCAE-Clima.

No obstante, la actual estructura de cuentas es suficientemente detallada como para responder a muchos de los requerimientos de los que toman las decisiones con relación a la problemática climática y, lo que es más importante, respaldar un enfoque integral y sistémico para la formulación de políticas públicas sobre el cambio climático. Es decir, no solo se debe identificar las 10 categorías de información identificadas en el cuadro 2 sino, lo que es más importante, establecer la forma en que se relacionan entre sí.

El cambio climático genera presiones e impactos tanto en los activos económicos como en los ambientales, lo que a su vez afecta el flujo de servicios de esos activos. Esos impactos pueden afectar el bienestar de manera directa como, por ejemplo, a través de la destrucción de activos productivos debido a eventos climáticos extremos, o indirectos a través del deterioro en los servicios ecosistémicos de activos ambientales que, a su vez, impactan en actividades económicas, por ejemplo, en la agricultura, como consecuencia de la pérdida de biodiversidad y la disminución de servicios de polinización. Además, tanto las presiones, como las fuerzas motrices, que impulsan el cambio climático están asociadas a las actividades económicas que se reflejan en el SCN y en el SCAE-MC.

Finalmente, hay gastos públicos y privados o instrumentos de política, como impuestos y subsidios, que están respondiendo explícita o implícitamente al cambio climático. Estos ya se encuentran registrados en las cuentas, pero deben reclasificarse en términos de función, esto se hace en las cuentas de actividad ambiental.

En el diagrama 5 se presenta esquemáticamente la estructura contable del SCAE con relación al cambio climático y presenta los tres marcos contables. Estos recrean aproximadamente tres espacios distintos del nexo economía-medio ambiente: la economía (el SCN), el medio ambiente (SCAE-CEE) y el espacio ambiental productivo (SCAE-MC).

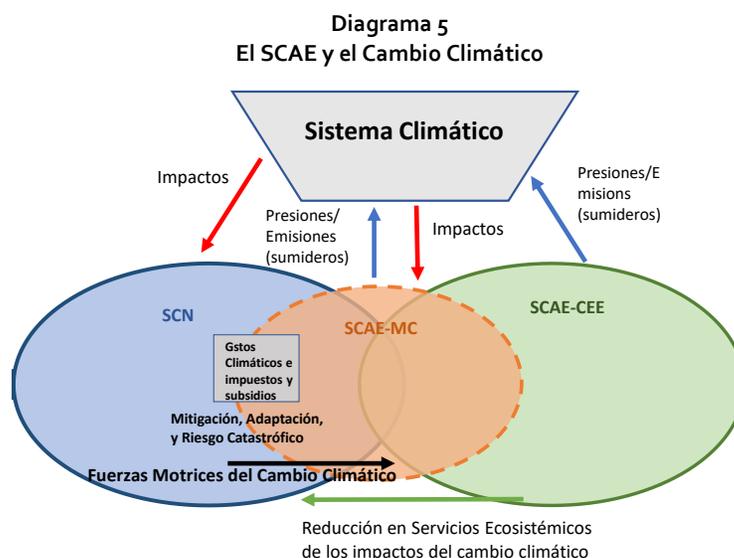
En el diagrama se presenta el SCAE-MC en el centro, de ahí la referencia al marco central, y por lo tanto proporciona un pivote o un sistema de articulación entre la información estadística económica y ambiental, es decir, el SCN y el SCAE-CEE. Además, el gráfico 5 presenta la posible relación de los tres marcos contables con el cambio climático.

El "sistema climático", representado por el trapecio en el gráfico 5, puede representarse a través de las variables climáticas esenciales, estas son las variables físicas, químicas y biológicas que caracterizan el clima de la tierra. El sistema climático está, en estricto rigor, adentro del marco del SCAE-CEE, pero para facilitar el análisis se presentan de manera independiente. Este influye en el medio ambiente y la economía a través de flujos que afectan los stocks. A su vez, tanto la economía como el medio ambiente afectan el sistema climático.

Como se puede observar en el gráfico 5, las fuerzas motrices o impulsores del cambio climático emergen del sistema económico, es decir, del marco del SCN, representado por las flechas negras del SCN al SCAE, a su vez, las presiones, emisiones y sumideros, salen del SCAE-MC y SCAE-CEE (las flechas azules) hacia el sistema climático. Estas presiones afectan al sistema climático que, a través del cambio climático, tiene un impacto directo en el sistema económico representado la flecha roja y/o un impacto indirecto, a través de la pérdida de servicios ecosistémicos, representados por la flecha verde desde el SCAE-CEE, que representa el sistema ambiental, hacia el SCN.

Finalmente, hay un cuadrado gris entre el SCN y el SCAE-MC que representa los gastos públicos y privados actuales que están respondiendo explícita o implícitamente al cambio climático. Estos gastos ya están registrados por las cuentas, pero deben reclasificarse en términos de función para identificarlos como gastos específicamente asociados con el cambio climático.

Como se puede ver en el diagrama 5, las tres estructuras contables afectan y son afectadas por el sistema climático. Esto, a su vez, se refleja en las distintas cuentas. En la siguiente sección se examina detalladamente la estructura de cuentas y la información pertinente para el cambio climático.



C. El SCAE y sus cuentas

En la práctica, el SCAE se estructura en base a la compilación de cuentas de oferta y utilización, físicas y monetarias, cuentas de activos para recursos naturales y cuentas de actividad ambiental. Dada la forma en que el cambio climático afecta los sistemas económicos y ambientales, todas estas cuentas son de interés para la política pública. Esto se discute en mayor detalle a continuación.

Las cuentas de flujo en unidades físicas comprenden cuadros de oferta y utilización que muestran el flujo de los insumos naturales, productos y residuos. Estas cuentas son especialmente relevantes para determinar las fuerzas motrices y presiones del cambio climático, ya que incluyen energía, agua, materiales y emisiones al aire, agua y desechos sólidos y su relación con las actividades económicas responsables de generarlas.

Las cuentas de activos muestran el stock de activos ambientales al inicio y final de cada período contable y los cambios en el stock. Este tipo de cuentas son de interés para explorar políticas relacionadas con la mitigación, la adaptación y los impactos. Hay cuentas más detalladas de minerales y energía, tierra, suelo, madera, recursos acuáticos, otros recursos biológicos e hídricos, todos relevantes para el cambio climático.

Las cuentas de actividad ambiental registran transacciones y otra información sobre actividades económicas realizadas con fines ambientales. Estas son relevantes para comprender las respuestas e instrumentos de política. Las cuentas incluyen impuestos, transferencias ambientales, cuentas específicas sobre gastos de protección ambiental y bienes y servicios ambientales.

Finalmente, todas las cuentas son relevantes para la evaluación y monitoreo de políticas. En el cuadro 3 se presenta un resumen de las cuentas, considerando el tipo de información que pueden proporcionar, clasificadas en las categorías de información ya identificadas. El SCN, SCAE-MC y SCAE-CEE se presentan con las cuentas y tablas específicas relevantes para las políticas de cambio climático.

A continuación, se examinan las cuentas más relevantes y se detallan ejemplos de distintos países en los recuadros.

Cuadro 3
Las Cuentas del SCAE y la información para el cambio climático

Tipos de Información		Cuentas SEEA						
		SCN			SCAE-MC		SCAE-CEE	
	Cuentas de activos	Cuentas de flujo	Cuentas de actividad	Cuentas de activos	Cuentas de flujo en unidades físicas	Cuentas de actividad ambiental	Cuentas de activo	Cuentas de flujo
Fuerzas motrices		Cuadros de oferta y utilización	Gastos de gobierno (COFOG)	Cuentas de cambio de uso de suelo, cuentas forestales, cuentas de madera y cuentas de carbono	COU en unidades físicas, cuentas de flujo de materiales, cuentas de flujo de energía, cuentas de agricultura		Cuentas de ecosistemas, cuentas de carbono	Flujo físico de servicios ecosistémicos
Presiones/emisiones				Cuentas de carbono	Cuentas de emisiones al aire, cuenta de flujo de energía	Cuadros de impuestos y transferencias		
Sumidores				Cuentas de cambio de uso de suelo, cuentas forestales, cuentas de madera, cuentas de carbono		Cuadros de impuestos y transferencias	Cuentas de ecosistemas, cuentas de carbono	Flujo físico de servicios ecosistémicos
Impactos	Physical Asset	Cuadros de oferta y utilización	Gastos de Gobierno (COFOG)	Cuentas de cambio de uso de suelo, cuentas forestales, cuentas de madera y cuentas de carbono	Cuentas de agua, agricultura y recursos biológicos		Cuentas de ecosistemas y cuentas de carbono	Flujo físico de servicios ecosistémicos
Mitigación				Cuentas de cambio de uso de suelo, cuentas forestales y cuentas de madera	COU en unidades físicas, cuentas de flujo de materiales, cuentas de flujo de energía y cuentas de agricultura	EPEA, EGGS Environ. Taxes and transfer	Cuentas de Ecosistemas, cuentas de carbono	Flujo físico de servicios ecosistémicos
Adaptación				Cuentas de cambio de uso de suelo, cuentas forestales, cuentas de madera	COU en unidades físicas	Cuadros de impuestos y transferencias, cuentas de protección ambiental	Cuentas de Ecosistemas, cuentas de carbono	Flujo físico de servicios ecosistémicos
Pérdidas catastróficas	Activos físicos			Cuentas de cambio de uso de suelo, cuentas forestales, cuentas de madera, cuentas de carbono, cuenta de recursos acuáticos	Cuentas de Energía de flujo, cuentas de agricultura, cuentas de turismo	Cuadros de impuestos y transferencias, cuentas de protección ambiental	Cuentas de ecosistemas, cuentas de carbono	

Tipos de Información	Cuentas SEEA							
	SCN			SCAE-MC			SCAE-CEE	
	Cuentas de activos	Cuentas de flujo	Cuentas de actividad	Cuentas de activos	Cuentas de flujo en unidades físicas	Cuentas de actividad ambiental	Cuentas de activo	Cuentas de flujo
Nueva Economía	Activos Físicos	Cuadros de Oferta y utilización	Gastos de Gobierno (COFOG)	Cuentas de cambio de uso de suelo, cuentas forestales, cuentas de madera, cuentas de carbono, cuenta de recursos acuáticos	COU en unidades físicas, cuentas de flujo de materiales, cuentas de flujo de energía y cuentas de agricultura	Cuadros de impuestos y transferencias, cuentas de protección ambiental	Cuentas de ecosistemas, cuentas de carbono	
Gastos Climáticos			Gasto de Gobierno (COFOG)			Cuadros de impuestos y transferencias, cuentas de protección ambiental		
Instrumentos			Gasto de Gobierno (COFOG)			Cuadros de impuestos y transferencias, cuentas de protección ambiental		
Todas las anteriores	Todas las anteriores	Todas las anteriores	Todas las anteriores	Todas las anteriores	Todas las anteriores	Todas las anteriores	Todas las anteriores	Todas las anteriores

Fuente: Elaboración propia, basado en UN, SCAE, 2014.

1. Cuentas de flujo en unidades físicas (Fuerzas Motrices)

Las cuentas de flujo en unidades físicas, o cuadros de oferta y utilización (COU), se construyen ampliando la identidad básica de las cuentas nacionales y relacionando la producción con sus usos por flujos físicos. Conectar esta identidad con los flujos físicos proporciona un marco contable para registrar de manera completa y consistente las fuerzas motrices con las presiones sobre el cambio climático. Incluyen 1) flujos desde el medio ambiente hacia la economía, 2) flujos dentro de la economía y 3) flujos desde economía para el medio ambiente.

Identidad básica de cuentas nacionales

Producción nacional	+	Importaciones	=	Consumo intermedio	+	Consumo final de Hogares	+	Consumo final de Gobierno	+	Formación Bruta de Capital Fijo	+	Exportaciones
---------------------	---	---------------	---	--------------------	---	--------------------------	---	---------------------------	---	---------------------------------	---	---------------

Identidad de flujos físicos

Flujos desde el medio ambiente.	+	Importaciones	+	Residuos del resto del mundo (ej. GHG)	+	Residuos recuperados	=	Residuos hacia el medio ambiente. (eg. GHG)	+	Exportaciones	+	Residuos enviados al resto del mundo (eg. GHG)
---------------------------------	---	---------------	---	--	---	----------------------	---	---	---	---------------	---	--

Los cuadros de oferta y utilización (COU) proporcionan una gran cantidad de información sobre la relación entre el medio ambiente y la economía. En el caso de la política de cambio climático, estos registran las fuerzas motrices o impulsores del cambio climático, ya que es posible determinar la relevancia de distintas actividades económicas a partir de sus emisiones, así como el papel de los consumidores en la demanda final. Además, al usar las mismas clasificaciones de la industria del SCN (la clasificación CIIU), se puede conectar a otras variables económicas de interés como, por ejemplo, el empleo.

Los COU también pueden identificar la importancia de las emisiones nacionales y mundiales asociadas con el consumo nacional. Esto será especialmente relevante para aquellos países o jurisdicciones que están comprometidos con la carbono-neutralidad, aunque, al hacerlo, pueden arriesgar desplazar algunas de sus emisiones al mundo a través de su demanda de productos importados.

Los flujos en unidades físicas por demanda final permiten atribuirle al usuario final, es decir al consumidor, las emisiones de la industria de los bienes y servicios que se consumen en vez de al productor.

Por ejemplo, en el cuadro 4 presenta información de emisiones de GEI por usos finales para Dinamarca. Las cuentas muestran que las emisiones se generan principalmente por la demanda del consumo de los hogares y las exportaciones, que en 2016 fueron responsables de aproximadamente el 85 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. El resto de las emisiones provienen del consumo y la inversión del gobierno (Estadísticas de Dinamarca, 2018).

También se observa que las emisiones totales de las industrias y los hogares han sido constantes desde 2014. Sin embargo, lo interesante es que las emisiones de todas las categorías de gastos han disminuido, excepto las exportaciones que han aumentado en un 14% entre el período 2012-2016. Dinamarca ha sido eficaz para contener las emisiones de sus consumidores, pero está proporcionando bienes intensivos en carbono al mundo. Esta es una preocupación para otros países que tienen filtraciones de emisiones de carbono y debería serlo para Dinamarca, ya que sus exportaciones podrían ser vulnerables a los ajustes de las fronteras de carbono en el futuro.

Estructurar la información de emisiones de esta manera no solo permite evaluar el éxito en el tiempo de las políticas de mitigación de Dinamarca, sino implementar una serie de análisis complementarios al precisar qué sectores, actividades y países son responsables de las emisiones generadas por Dinamarca.

Cuadro 4
Emisiones de carbono de Dinamarca

Emisiones de GEI de demanda final en kilo toneladas					
	2012	2013	2014	2015	2016
Total, industrias y hogares	745 387	751 000	762 520	766 435	767 289
Gasto de los hogares	327 131	321 915	326 486	324 684	321 851
Gasto de Instituciones sin Fines de Lucro	5 685	5 495	5 342	4 843	4 881
Gastos Neto de Gobierno	41 935	40 810	37 804	36 651	35 984
Formación Bruta de Capital Fijo	82 918	85 921	84 836	78 332	76 894
Exportaciones	287 717	296 859	308 051	321 924	327 680

Fuente: Dinamarca, 2018.

Canadá ofrece un ejemplo similar. Ha sido líder en políticas de cambio climático, incluyendo la implementación de sistemas de fijación de precios al carbono. En el recuadro 2 se presenta información sobre el perfil de emisiones de GEI de Canadá. El diagrama superior presenta un perfil consistente en emisiones por diferentes categorías de gastos. Las emisiones totales han estado cayendo. Sin embargo, al igual que en el caso de Dinamarca, mientras que las emisiones de GEI para el gasto de los hogares están disminuyendo, las emisiones de las exportaciones están aumentando.

Recuadro 2
Cuentas de Flujo en Unidades Físicas de Canadá

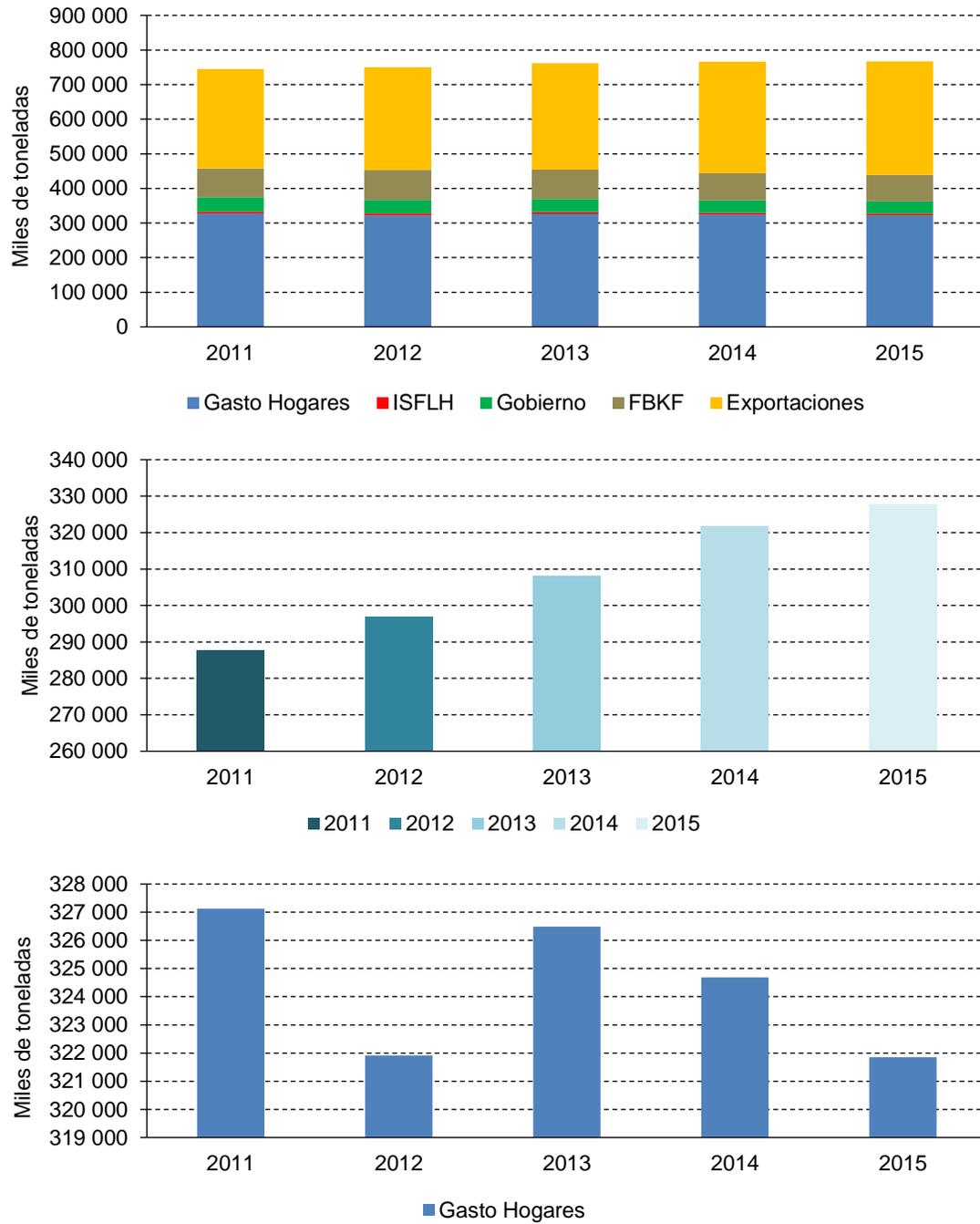
Muchos países han elaborado Cuentas de Flujos Físicos para emisiones de gases de efecto invernadero. Aquí se presenta información para Canadá. Canadá registra información de cuentas físicas para las emisiones de agua, energía y aire, proporcionando así información tanto para los impactos como para los impulsores del cambio climático. Aquí se presentan el resumen de las cuentas de emisiones de GEI.

En el diagrama superior se presentan emisiones por distintas categorías de gastos. En general las emisiones totales cambian, pero al evaluar las emisiones en detalle, se observa que las emisiones de GEI los hogares está disminuyendo, mientras que los GEI asociados a las exportaciones están aumentando.

En efecto, el resto del mundo está exportando a Canadá sus emisiones a través de las demandas de bienes carbono intensivos del país del norte. Asimismo, a medida que los países están cada vez más comprometidos con la neutralidad del carbono, el sector exportador de Canadá será vulnerable a las regulaciones internacionales.

Fuente: Statistics Canada.

Gráfico 5
Emisiones de CO² categorías de gasto (Canadá)



Fuente: Statistics Canada.

2. Cuentas de emisiones al aire

Las cuentas de emisiones al aire del SCAE (CEA) registran la suma total de las emisiones al aire de unidades económicas residentes dentro de una jurisdicción, para distintas sustancias contaminantes. Son, por lo tanto, las emisiones atmosféricas agregadas por actividad económica identificadas en los cuadros de oferta y utilización en unidades físicas por sector. Además, al clasificar las emisiones por sector económico utilizando las mismas clasificaciones que el SCN (CIIU), es posible conectar esta información con otros datos económicos relevantes, como la producción, el valor agregado, el PIB, y el empleo.

Actualmente, los países utilizan inventarios nacionales de emisiones como sistemas de información clave para identificar a las principales fuerzas motrices del cambio climático. Sin embargo, estos se desarrollan con los criterios y categorías establecidos por el Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC) y no son consistentes con la información del sistema de cuentas nacionales. En consecuencia, los inventarios son limitados como sistemas de información ya que las categorías utilizadas no son coherentes con las categorías del sistema de cuentas nacionales y, en consecuencia, no se pueden conectar con otros sistemas de información.

Las cuentas del aire del SCAE, en cambio, registran datos basados en las unidades económicas residentes lo que permite la conexión con otros sistemas de información facilitando el análisis económico y social asociado a las fuerzas motrices y presiones que impulsan el cambio climático (Ver recuadro 3 para una discusión detallada).

Recuadro 3 Inventarios vis-a-vis cuentas de aire

Actualmente, los países utilizan inventarios nacionales de emisiones como sistemas de información clave para apoyar las políticas de mitigación. El propósito es identificar los principales impulsores o fuerza motrices del cambio climático, a fin de diseñar políticas de mitigación orientada a regular las fuentes más contaminantes. Sin embargo, estos se desarrollan con los criterios y categorías establecidos por el Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC establece recomendaciones para inventarios basados en procesos y fuentes técnicamente delineadas siguiendo el principio del territorio, es decir, incluyen emisiones originadas en el territorio geográfico de un país determinado (IPCC, 2019).

Si bien los inventarios brindan información invaluable para las políticas de cambio climático, son limitados, ya que las categorías utilizadas no son coherentes con las categorías de cuentas nacionales u otros sistemas de información económico y sociales y, por lo tanto, no proporcionan una imagen completa de los costos potenciales de la política de mitigación y adaptación, y específicamente los impulsores económicos y sociales del cambio climático. Las cuentas de SCAE, por otro lado, registran datos basados en las unidades económicas residentes en el SCN (véase en el cuadro).

Los distintos enfoques conceptuales implican una diferencia en las emisiones totales registradas. Pero la diferencia más importante está en la asignación de emisiones a través de distintos sectores económicos, ya que las cuentas de emisiones de SCAE registran datos basados en categorías SCN y, en consecuencia, pueden conectar datos a través de múltiples sistemas de información y ámbitos de política pública, dando a los tomadores de decisión acceso a gran cantidad de información adicional, como producción, valor agregado, PIB y empleo. Por lo tanto, un perfil de emisión basado en la definición del SCN puede identificar los impulsores del cambio climático y analizar el impacto económico y social de la respuesta política.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5
Inventarios del IPCC / SCAE cuentas de emisiones al aire

Inventarios del IPCC	SCAE Cuentas de Emisiones al Aire
Solo se consideran emisiones netas, por lo que no se consideran emisiones por el uso de biomasa.	Se consideran las emisiones de biomasa.
Las emisiones se asignan al país donde ocurre el proceso productivo.	Las emisiones se le asignan al país de donde la empresa responsable de la emisión reside.
Las emisiones de asignan a procesos tecnológicos, por ejemplo, combustión en planta eléctricas, uso de solventes.	Las emisiones se clasifican por la actividad económica principal del establecimiento que la realiza se usa la clasificación NACE o CIU del SCN.
Emisiones de transporte marítimo y de aviación internacional se le asigna al país donde se compró el combustible independientemente de la residencia de la propiedad de las empresas que compra.	Emisiones de transporte marítimo y de aviación internacional se le asigna al país donde la empresa reside, independientemente de dónde son las emisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Suecia construyó cuentas de emisiones al aire. Estas son útiles para analizar el perfil de emisiones de los sectores económicos y compararlos con la producción y el valor agregado. Además, al identificar otros contaminantes de las emisiones al aire, es posible determinar los co-beneficios eventuales asociados con la reducción de las emisiones de GEI en el sector específico identificado, ver el recuadro 4

Del mismo modo, Noruega presenta información sobre las emisiones de efecto invernadero asociadas con variables económicas como la producción y el empleo. Por lo tanto, proporciona una conexión directa entre los costos y beneficios asociados con las emisiones de carbono o su reducción. Por ejemplo, las actividades con altas emisiones, como la minería, generan una producción significativa pero solo un empleo limitado, mientras que los servicios son relevantes en términos de producción y empleo, pero no generan emisiones, ver recuadro 5.

Recuadro 4
Las cuentas de emisiones al aire en Suecia

Las cuentas de emisiones aire de Suecia no solo permiten la comparación de las emisiones de GEI por sector contable nacional y, por lo tanto, permiten la comparación con la producción, el empleo y otras variables de interés.

Además, al identificar otros contaminantes de las emisiones al aire, es posible determinar los co-beneficios eventuales asociados con la reducción de las emisiones de GEI en el sector específico identificado.

En los gráficos se observa que la prioridad en el control de las emisiones de GEI, debe ser los sectores de transporte y manufacturas, no solo por sus emisiones de GEI sino del SO₂ un precursor importante de contaminación atmosférica local.

Fuente: Estadísticas de Suecia.

Gráfico 6
Emisiones al aire en Suecia (2017)

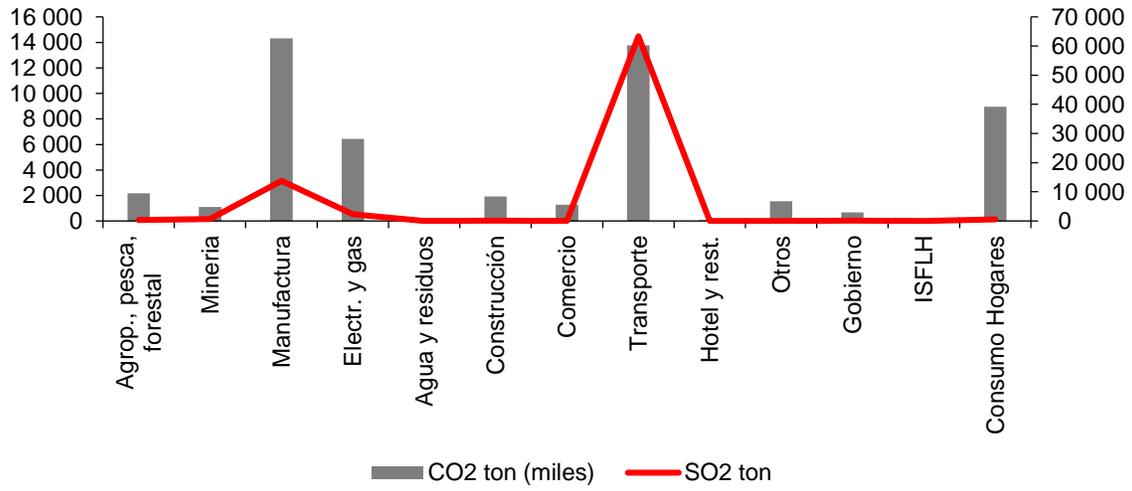
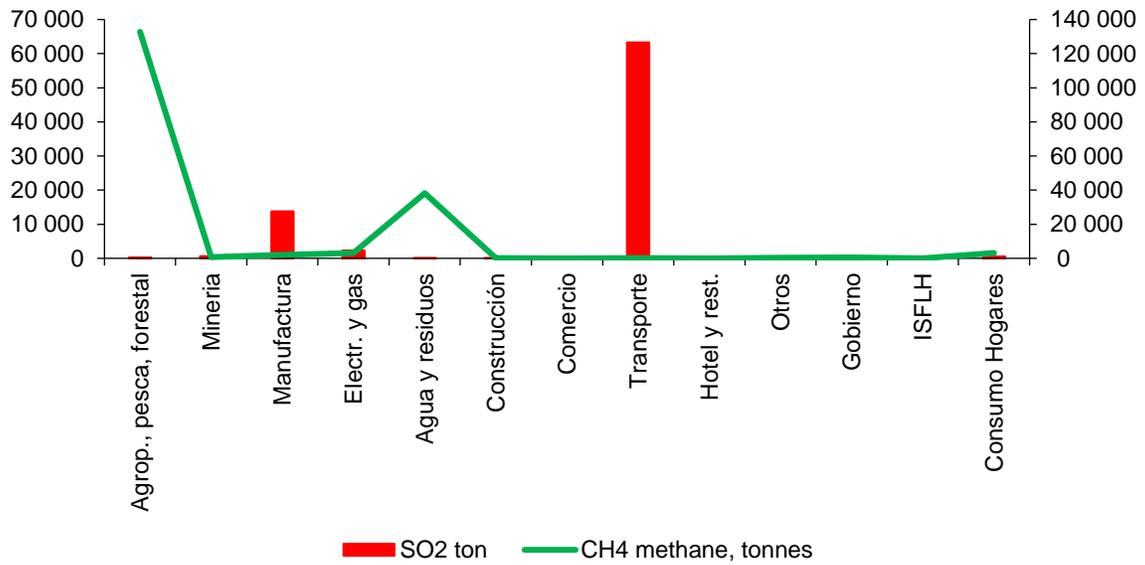
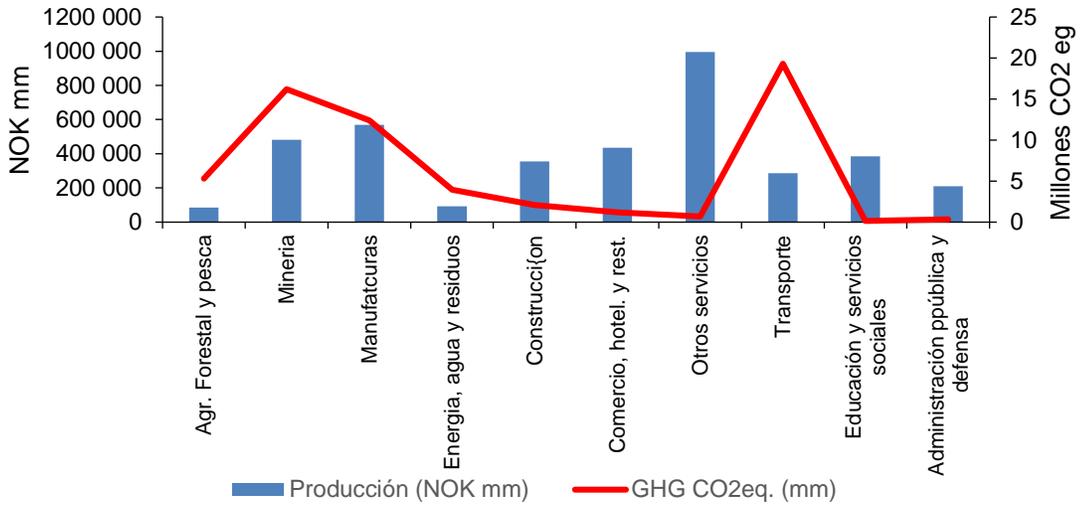


Gráfico 7
Toneladas SO₂ y CH₄



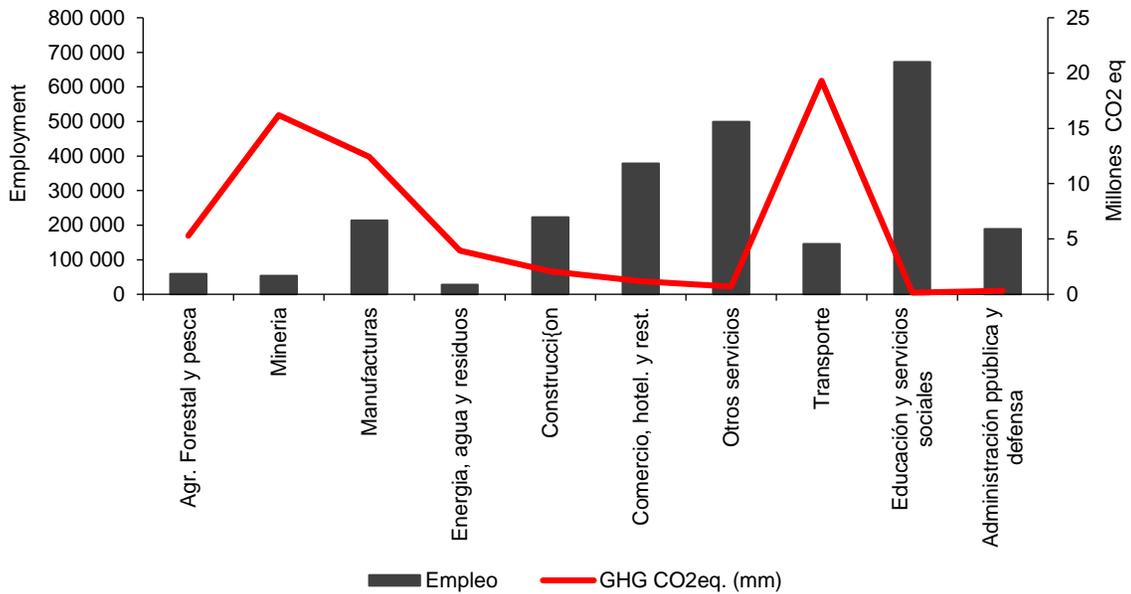
Fuente: Estadísticas de Suecia.

Gráfico 8
Noruega: producción y emisiones por sector de SEEA



Fuente: Estadísticas Noruega.

Gráfico 9
Noruega: empleo y emisiones por sector de SEEA



Fuente: Estadísticas Noruega.

Recuadro 5
PSUT de GEI de Noruega

Noruega entrega información sobre las emisiones de GEI asociadas con variables económicas como la producción y el empleo. Por lo tanto, proporciona una conexión directa entre los costos y beneficios asociados con las emisiones que impulsan el cambio climático.

Por ejemplo, las actividades con altas emisiones, como la minería, generan una producción significativa pero un empleo limitado, mientras que los servicios son relevantes en términos de producción y empleo, pero no generan emisiones.

Esta información es clave para evaluar los costos y beneficios de distintas políticas de mitigación.

Fuente: Estadísticas Noruega.

3. Otras cuentas específicas: SCAE-Energía

Las cuentas de emisiones al aire pueden ser complementadas con cuentas de flujo de energía. Estas proporcionan información valiosa para comprender las opciones de energía disponibles para un país. Por ejemplo, las cuentas de energía de Costa Rica entregan datos relevantes sobre la estructura y las emisiones del sector energético. La información de las cuentas sugiere que el principal impulsor de las emisiones es el sector del transporte y el uso de combustibles fósiles, por lo tanto, las políticas de mitigación deben centrarse en éstos, ya que el uso de energía primaria proviene principalmente de fuentes renovables. Los combustibles son la principal fuente de energía. En 2015, el uso de combustibles representó el 60% del uso total neto de energía, siendo utilizado principalmente por actividades de servicios y hogares (Banco Central de Costa Rica, 2016).

Este tipo de información es relevante para identificar la combinación óptima de políticas de mitigación. Costa Rica tendrá poco uso para los instrumentos de fijación de precios del carbono basados en sistemas de comercio de permisos de emisiones (PET), ya que éstos se centran en grandes instalaciones industriales, un impuesto al combustible, por otro lado, será más eficiente y efectivo, en conjunto con políticas centradas en incentivar el transporte público y la movilidad eléctrica, para apoyar la mitigación.

Las cuentas de energía de Costa Rica proporcionan información sobre la estructura y emisiones del sector energético. Como la principal fuente de energía es hidroeléctrica, las emisiones son bajas. Sin embargo, las mismas cuentas proporcionan información sobre los posibles riesgos e impactos climáticos. La baja precipitación, como se espera de los modelos de cambio climático, podría afectar la capacidad del país para generar energía en el futuro. Por ello las cuentas del SCAE-Energía no solo son relevantes para identificar las fuerzas motrices y presiones del cambio climático, sino también entregan información que puede servir para proyectar los impactos y, en consecuencia, apoyar la adaptación. Es también el caso de las Cuentas de Agua

4. Otras cuentas específicas: SCAE-Agua

Los países en desarrollo con una alta dependencia de la producción agrícola y un sector energético basado en la hidroelectricidad encontrarán especialmente útil el enfoque del SCAE. Por ejemplo, la economía de Uganda está impulsada principalmente por la producción agrícola y depende principalmente de la lluvia, por lo que los cambios en el ciclo de la lluvia generan enormes impactos económicos y sociales. Además, el sector energético depende casi exclusivamente de la generación hidroeléctrica del río Nilo. Por lo tanto, las cuentas de agua proporcionan información invaluable sobre los posibles impactos del cambio climático (Oficina de Estadísticas de Uganda, 2019).

Las cuentas de agua desarrolladas por Botswana para el período 2010/11 y 2014/15 demostraron que la extracción y el consumo de agua se mantuvo relativamente estable desde 2010/11 a pesar del aumento de la población (1,9% anual) y el crecimiento económico (alrededor del 5% anual).

Sin embargo, la prevalencia de las condiciones de sequía en el sureste de Botswana que generalmente se considera asociada al cambio climático (Segunda Comunicación Nacional de Botswana a la CMNUCC) ha secado varias presas y ha obligado a imponer severas restricciones de acceso al agua. Las cuentas de agua de SCAE ayudaron a identificar las consecuencias económicas de los cambios en el sistema de agua y su impacto económico.

Del mismo modo, las cuentas de agua desarrolladas en Costa Rica (Banco Central de Costa Rica, 2016) mostraron que la extracción de agua en 2015 para la hidroelectricidad representó el 75% de la generación de electricidad y que los usos consuntivos en la agricultura representaron el 85% del consumo total de agua. Se espera que el cambio climático tenga graves impactos en América Central, cambiando las precipitaciones y, en general, el ciclo del agua, por lo que Costa Rica enfrenta serios riesgos asociados con sus principales actividades económicas (Cepal, 2018).

Las cuentas de agua proporcionan un ejemplo de cómo se pueden usar las cuentas de flujo y de activos para explorar los impactos reales y potenciales del cambio climático. Pero en general, todas las cuentas de activos también pueden proporcionar información invaluable sobre los impactos del cambio climático.

5. Cuentas de activos (Fuerzas Motrices e impactos)

Las cuentas de activos registran los stocks de apertura y cierre de activos productivos y ambientales y los distintos cambios en el stock durante un período contable. Ambos tipos de activos son relevantes para la política de cambio climático. La contabilización de los activos productivos permite a los países registrar las pérdidas catastróficas por los impactos del cambio climático, lo que implica una pérdida directa sobre la riqueza nacional. En el caso de este último, la contabilización de los activos ambientales puede apoyar tanto el análisis de fuerzas motriz como impactos y es, además, relevante para analizar políticas de mitigación y adaptación. Quizás la cuenta de activos más relevante para el cambio climático es la cuenta de cambio de uso de suelos.

Mientras que los cuadros de oferta y utilización en unidades físicas y cuentas de emisiones al aire proporcionan información sobre las emisiones por actividad económica, las cuentas de cambio de uso de suelo pueden proporcionar información sobre las emisiones y sumideros asociados los cambios en el uso del suelo. Además, pueden registrar los impactos del cambio climático identificando las pérdidas catastróficas asociadas con la cobertura del suelo. Esto puede ser especialmente importante para aquellas regiones, como América Latina donde la deforestación y expansión de la frontera agrícola es un impulsor del cambio climático.

La cobertura del suelo es una función de los cambios naturales en el medio ambiente y del uso de la tierra anterior y actual, particularmente en las áreas agrícolas y forestales. Las cuentas de cambio y uso del suelo se pueden preparar tanto en términos físicos (por ejemplo, hectáreas) como monetarios, por lo que pueden proporcionar información sobre los beneficios económicos de las actividades de uso del suelo y comparar con los costos climáticos involucrados.

En el SCAE, la silvicultura se considera una categoría de uso del suelo. Esto es especialmente importante para los impulsores del cambio climático y las posibles respuestas de mitigación. La cubierta forestal juega un papel importante en los países en desarrollo, involucrando múltiples problemas sociales, económicos y ambientales. Guatemala ofrece un ejemplo interesante.

En los últimos 60 años, Guatemala ha perdido aproximadamente la mitad de su cobertura forestal debido a la expansión agrícola, el desarrollo urbano y la cosecha de madera y leña. Las cuentas compiladas del SCAE desde 2006 proporcionaron información sobre las interacciones entre la economía y el medio ambiente y la dinámica entre 2001 y 2010. Las cuentas revelaron los distintos sectores que demandan productos de madera que crecieron de 29,6 millones de m³ a 34,6 millones de m³ en ese período (Gálvez et al., 2014).

Además, al desarrollar cuentas de activos forestales se hizo evidente que este aumento de la demanda se basaba en la tala ilegal con un impacto directo en las tierras forestales. Más del 95% de las operaciones de tala comercial se realizaron al margen de la supervisión legal (Banco de Guatemala, 2009). Esta información es relevante porque sugiere que la respuesta política para la mitigación del cambio climático mediante la protección de la cubierta forestal no será viable a menos que también se introduzcan políticas adicionales de implementación y apoyo.

Indonesia también proporciona un ejemplo dramático de la relevancia de las cuentas de activos forestales, particularmente cuando se identifica las actividades que impulsan el cambio de uso de suelos. Un hallazgo clave, en el desarrollo de sus cuentas de Indonesia, fue la alta tasa de cambio en la cubierta forestal. Según las cuentas nacionales, entre 1990 y 2014, Indonesia perdió alrededor de 33 millones de hectáreas (ha) de sus bosques naturales (alrededor del 17% de la superficie de Indonesia), con una tasa anual promedio de 1,4 millones de hectáreas. La mayor tasa de cambio en la cubierta forestal tuvo lugar entre 1996 y 2000, en el que 14,5 millones de hectáreas de bosques naturales se convirtieron para otros usos, principalmente plantaciones de palma aceitera (Banco Mundial, 2019).

Por lo tanto, las cuentas proporcionaron evidencia de que la producción de aceite de palma, asociada con la mayor demanda de biocombustibles -promovida para mitigar el cambio climático- es, irónicamente, una de las fuerzas motrices del cambio climático. Estas conexiones claras entre las fuerzas motrices, presiones, e impactos es una de las principales ventajas del SCAE.

Las cuentas forestales de Costa Rica proporcionan otro ejemplo, pero positivo. La cobertura forestal en el país ha aumentado constantemente desde 1992. En el período analizado por las cuentas 2008-2011 y 2011-2013, la cobertura forestal creció un 1% y 3% respectivamente. Este aumento proviene principalmente de la reducción del uso del suelo para la agricultura y la ganadería. Las cuentas ambientales también registraron crecimiento del stock de madera (Banco Central de Costa Rica, 2016).

A menudo, la compilación de cuentas de activos físicos forestales y otras tierras boscosas se lleva a cabo junto con la compilación de cuentas de activos para recursos madereros. Se puede desarrollar una cuenta de carbono para los recursos madereros en función de la estructura de la cuenta del activo físico para los recursos madereros. A partir de las cuentas de Costa Rica fue posible concluir que el carbono fijado aumentó en un 3%. Esto se debió al aumento de la cobertura forestal que, a su vez, se asoció con varias políticas ambientales, no específicamente relacionadas con el cambio climático, pero que han tenido impactos relevantes⁴.

Las cuentas de uso de suelo pueden ser más amplias que exclusivamente forestales y además servir para analizar los potenciales impactos del cambio climático. Por ejemplo, un pilar clave de la agenda de desarrollo de Ruanda es el uso del suelo. Ruanda desarrolló una cuenta de cambio de uso de suelo para el período 2010-2015. Los principales cambios en este período fueron la pérdida de bosques dispersos junto con un aumento de las tierras de cultivo anuales, los suelos de pastizales y los matorrales abiertos. Esto continúa una tendencia a largo plazo en Ruanda, ya que se ha cultivado más tierra a expensas de las áreas ligeramente boscosas, lo que podría contribuir a la escorrentía y la pérdida de suelo y, en consecuencia, a agudizar los impactos climáticos (Veáse en el recuadro 6).

La preocupación por los impactos del cambio climático fue una de las razones para el desarrollo de las cuentas de cambio de uso del suelo en Ruanda (República de Ruanda, 2019). En los últimos 25 años, el rendimiento nacional de agua (agua con potencial de extracción) ha aumentado en solo un 4% y la escorrentía en un 35%. Dado que existe una capacidad limitada para capturar y almacenar agua en grandes represas, el aumento en escorrentía, asociado con los impactos del cambio climático y la pérdida de la cobertura forestal, aumentará la variabilidad en los niveles en ríos y su fluctuación

⁴ Una articulación completa de la contabilidad del carbono, que incluye, por ejemplo, el secuestro de carbono en los suelos está más allá del alcance de SCAE-CF pero se discute en SCAE-EEA, ver Recuadro 8.

estacional, lo que no solo será inadecuado para satisfacer una demanda de consumo relativamente constante durante todo el año, sino que genera mayores riesgos y costos por pérdidas catastróficas asociado a inundaciones.

En 1990, las principales cubiertas eran bosques dispersos (37.1%) y tierras de cultivo anuales (24.2%) que cubrían alrededor del 61% de la cobertura total del suelo. En 2015 mantuvieron la misma cobertura total de la tierra, pero los bosques dispersos cayeron en un 71% para cubrir solo el 10.6% en la cobertura total de la tierra, mientras que las tierras de cultivo aumentaron más del doble y alcanzaron el 51% de la cobertura total del suelo (véase en el cuadro 6).

Las presiones que generan el aumento en la escorrentía transforman la vegetación natural, pero las fuerzas motrices se relacionan con la agricultura y el crecimiento de asentamientos urbanos con superficies impermeables o selladas (como pavimentos, tejados y carreteras). Las cuentas de Ruanda permiten, en consecuencia, no solo identificar el problema sino las causas más fundamentales permitiendo generar información para la implementación de políticas adecuadas.

Recuadro 6
Cuentas de cambio y uso de suelo de Ruanda

Las Cuentas de Cambio de Uso de Suelo pueden proporcionar información sobre los activos, los cambios en el uso y la cobertura del suelo, la disponibilidad y la productividad de la tierra, así como el potencial y las limitaciones para el crecimiento agrícola, un pilar clave de la agenda de desarrollo de Ruanda.

Ruanda desarrolló una cuenta de cambio de usos del suelo para el período 2010 a 2015. Los principales cambios en este período fueron la pérdida de bosques dispersos junto con un aumento de las tierras de cultivo anuales, las tierras de pastizales y arbustos abiertos. Esto continúa una tendencia de largo plazo en Ruanda, ya que se ha cultivado más tierra a expensas de las áreas ligeramente boscosas restantes, lo que podría contribuir a la escorrentía y la pérdida de suelo, y en consecuencia a los impactos climáticos. Sin embargo, el área de pastizales cerrados, matorrales y cultivos perennes también aumentó durante este período, posiblemente indicando un aumento de árboles en granjas y paisajes agrícolas, a medida que las comunidades reclaman áreas degradadas, plantan árboles y se dedican a la agrosilvicultura. El área de humedales disminuyó en aproximadamente 13,000 ha, que es aproximadamente el 13% del área total de humedales que existía en 2010.

Fuente: Gobierno de Ruanda 2018.

Cuadro 6
Matriz de cambio y uso de suelo Ruanda, 2014

	Área de activos de cierre (ha) - Tiempo 1	Administrativo	Agricultura	Comercial	Económico	Pesca	Forestal	Industrial	Ganado	Investigación/Ci entífico	Residencial	Social y Cultura	Turismo	Sin Clasificación	Cuerpos de Agua Continetales	Parques Naturales	Infraestructura	Área de activos de cierre (ha) - Tiempo 2	Cambio neto
Administrativo	6 713,88			-0 000,02	0 000,06		-0 014,93			0 011,22	0 002,95	-0 001,44		0 196,38				6 908,10	0 194,22
Agricultura	1242 362,94			0 002,34	0 150,12		-1 246,63	0 495,51	-0 103,61	0 076,11	-1 182,54	-0 029,78	-0 001,16	10 657,45				1251 180,75	8 817,81
Comercial	8 311,50	0 000,02	-0 002,34		0 001,55		-0 001,31	-0 005,47	0 009,95	0 000,26	-0 007,00	-0 007,13		0 040,39				8 340,42	0 028,92
Económico	10 754,16	-0 000,06	-0 150,12	-0 001,55			0 001,79	-0 000,90			-0 003,16	-0 010,77	-0 000,48	0 026,24				10 615,15	-0 139,01
Pesca	0 121,24													-0 002,07				0 119,17	-0 002,07
Forestal	190 611,16	0 014,93	1 246,63	0 001,31	-0 001,79			-0 005,48	-0 026,48	0 001,48	-0 044,94	-0 006,00	0 000,13	1 614,05				193 405,00	2 793,84
Industrial	3 490,43		-0 495,51	0 005,47	0 000,09		0 005,48		0 005,44		-0 001,19			0 359,21				3 369,42	-0 121,01
Ganado	120 444,78		0 103,61	-0 009,95			0 026,48	-0 005,44			0 073,42			-2 050,25				118 582,65	-1 862,13
Investigación/Científico	10 689,80	-0 011,22		-0 076,11	-0 000,26		-0 001,48				0 001,09	0 018,15		-0 207,42				10 412,55	-0 277,25
Residencial	157 741,69	-0 002,95	1 182,54	0 007,00	0 003,16		0 044,94	0 001,19	-0 073,42	-0 001,09		-0 033,06	-0 007,75	0 954,50				159 816,75	2 075,06
Social y Cultura	8 190,75	0 001,44	0 029,78	0 007,13	0 010,77		0 006,00			-0 018,15	0 033,06		0 001,80	0 098,00				8 360,58	0 169,83
Turismo	0 852,46		0 001,16		0 000,48		-0 000,13				0 007,75	-0 001,80		0 066,67				0 926,59	0 074,13
Sin Clasificación	309 262,12	-0 196,38	-10 657,45	-0 040,39	-0 026,24	0 002,07	-1 614,05	-0 359,21	2 050,25	0 207,42	-0 954,50	-0 098,00	-0 066,67					297 508,97	-11 753,15
Total Uso de Suelo (demarcado)	2069 547,58	-0 194,20	-8 817,82	-0 028,92	0 139,00	0 002,07	-2 793,82	0 120,20	1 862,13	0 277,24	-2 075,05	-0 169,83	-0 074,14	11 753,13				2069 547,57	-0 000,01
Cuerpos de Agua Continetales	160 508,42																	160 508,42	
Parques Naturales	258 066,60																	258 066,60	
Infraestructura																			
Área total Ruanda	2488 122,60																	2488 122,60	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7
Tasa de cambio en cobertura de suelos en Rwanda de 1990 a 2015

Tipos clave de cobertura terrestre	Porcentaje de cobertura Nacional en 1990	Porcentaje de cobertura nacional en 2015	Cambio en la cobertura 1990 a 2015
Bosque Disperso	37,1	10,63	-71,4
Tierra de Cultivo Anual	24,2	51,7	113,6
Cuerpos de Agua	6,1	6,0	-0,7
Humedal	4,3	3,5	-18,9
Bosque Espeso	3,3	4,6	37,6
Bosque Moderado	2,5	1,9	-24,9
Urbano y Asentamientos	0,5	1,4	212,3
Cultivos Perennes	0,4	1,3	218,3

Fuente: Gobierno de Ruanda, 2018.

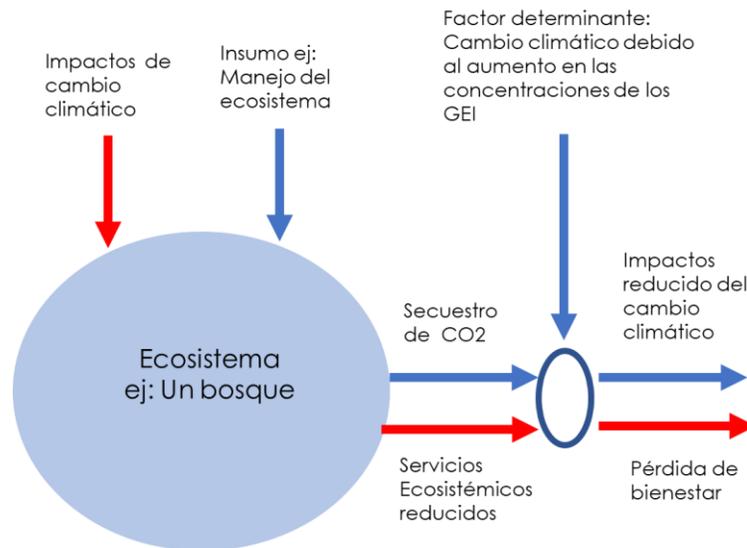
6. Cuentas ecosistémicas

El SCAE-CEE es un marco estadístico integrado que permite caracterizar unidades ecológicas y medir los servicios ecosistémicos y su relación con la economía y el bienestar humano. Cubre los mismos activos ambientales que el SCAE-MC, pero se enfoca en los beneficios materiales y no materiales de los servicios ecosistémicos. La contabilidad puede ocurrir a distintas escalas y niveles, puede focalizarse en coberturas del suelo específicos, como los bosques, hasta unidades ecosistémicas más complejas, como cuencas, y puede incluir áreas consideradas más o menos intervenidas por la actividad humana.

El cambio climático afecta el bienestar directamente a través de impactos sobre la economía, pero, principalmente, a través de los cambios que desencadena en los ecosistemas. La capacidad de una unidad ecosistémica para continuar brindando servicios es una función de la condición y extensión del ecosistema. El SCAE-CEE proporciona información importante relacionada tanto con las fuerzas motrices del cambio climático como con los impactos, a través de cómo afecta la condición de las unidades ecosistémicas. Por un lado, los ecosistemas brindan servicios asociados con las emisiones y sumideros de carbono, por otro, son las unidades espaciales donde se reflejan los impactos del cambio climático a través de su disminución y el deterioro de su condición así afectando el bienestar humano, como se representa en diagrama 6.

En consecuencia, el SCAE-CEE es relevante tanto para evaluar los amplios impactos del cambio climático en el ecosistema, como para identificar las estrategias de mitigación y adaptación orientadas a la protección y gestión de ecosistemas que proveen servicios ecosistémicos relevantes.

Diagrama 6
Impactos climáticos a unidades ecosistémicas



Fuente: Autor basado en SCAE-CEE, 2020.

La contabilidad de los ecosistemas en términos físicos es la principal característica del SCAE-CEE. Las condiciones del ecosistema pueden compilarse en relación con las características específicas del ecosistema como, por ejemplo, el agua, el suelo, la vegetación, la biodiversidad, y el secuestro y emisión de carbono. En términos generales la decisión respecto a las características a evaluar de una unidad especial varía dependiendo del tipo de ecosistema y del interés de la política pública. Se puede elaborar cuentas sobre ecosistemas específicos que tienen un valor especial o en unidades ecosistémicas más amplia midiendo los múltiples servicios ecosistémico que esa unidad genera.

Por ejemplo, las turberas son un tipo de humedal que es altamente eficiente en almacenar carbono, sin embargo, se encuentran en riesgo porque son muy productivas y existe un incentivo para transformarlas en suelos agrícolas. En Indonesia la mayor parte de las emisiones de las turberas (alrededor del 95% en promedio) proviene de la oxidación en suelos drenados y de incendios. Cuentas ecosistémicas de Indonesia fueron importantes en retratar cómo el cambio de uso de suelo de las turberas en Sumatra y Kalimantan explican alrededor del 40% de las emisiones totales de GEI del país, debido a la agricultura y los incendios forestales (Banco Mundial, 2019).

También se puede realizar cuentas en ecosistemas completos, aunque unidades acotadas, midiendo los servicios ecosistémicos que proveen y cómo se relacionan con distintas actividades económicas. En el recuadro 7 se presenta un ejemplo para el caso de Australia.

Recuadro 7
Cuentas ecosistémicas en Victoria, Australia

La Universidad Nacional de Australia desarrolló cuentas ecosistémicas para las tierras altas centrales de Victoria, Australia. La región contiene una variedad de paisajes que incluyen asentamientos humanos, tierras agrícolas, bosques y vías fluviales. Las actividades de uso del suelo en el área incluyeron producción de madera, producción agrícola, suministro de agua, secuestro de carbono y recreación.

Los datos biofísicos y económicos de una variedad de fuentes se vincularon espacialmente y se basaron en clasificaciones de cobertura del suelo, uso del suelo y edad del bosque. De esta forma, se desarrollaron cuentas que utilizan métricas físicas para agua, tierra, madera y carbono, así como para los servicios de aprovisionamiento de hábitat para la biodiversidad. El estudio también desarrolló valoraciones monetarias para el suministro de agua, madera de bosques nativos y plantaciones, producción agrícola de cultivos, forraje y ganado; servicios culturales y recreativos; y servicios de regulación de secuestro de carbono.

El estudio concluyó que el valor de los servicios ecosistémicos utilizados en 2013-14 para la producción agrícola era de \$121 millones y el servicio de suministro de agua era de \$101 millones, que era un orden de magnitud mayor que el servicio de suministro de madera nativa (\$ 19 millones). Además, la contribución al PIB (de las industrias agrícola (\$312 millones), suministro de agua (\$310 millones) y turismo (\$260 millones) fue más de veinte veces mayor que la de la industria forestal nativa (\$12 millones). Además, el potencial El valor agregado de la industria (IVA) del secuestro de carbono se estimó en \$49 millones, basado en el precio nacional del carbono en Australia, que es más alto que el IVA de la producción de madera nativa (\$12 millones).

Además, la condición del ecosistema disminuyó con el tiempo, con una disminución en las áreas de bosques más antiguos. En particular, el área total de bosques de ceniza montañosos más antiguos y la selva tropical se redujo en un tercio durante un período de 25 años. Aunque los impulsores de la disminución no fueron evaluados. Un análisis ecológico detallado podría evaluar los impactos del cambio climático. Además, las distribuciones espaciales de los servicios de los ecosistemas en toda la región identificaron "puntos críticos" en los que el suministro de madera nativa entra en conflicto con la maximización de los servicios de suministro de agua y almacenamiento de carbono. Una de las recomendaciones del estudio fue que la pérdida de IVA en la silvicultura nativa podría compensarse con aumentos de otras industrias y al ingresar al mercado de carbono.

Fuente: Keith, 2017.

Cuadro 8
Cubiertas de suelos Victoria Highland Australia 2010 - 2015

2010-2015		Cubierta de Suelos Victoria Highland Australia						
Servicios Ecosistémicos	Unidades	Construido	Agua Abierta	Pastizales	Plantaciones	Vegetación Nativa	Bosque Nativo	Total
Área	Ha	31 624	4 361	57 993	36 316	29 624	575 737	735 655
Agua	GL y(-1)	0,99	0,14	0,14	0,12	0,22	3,39	3,97
Madera	M3 y(-1)				129 800		304 920	
Pulpa	M3 y(-1)				409 800		524 045	
Producción Agrícola	T							
CO ₂ Seq	MtC y(-1)				0,12		1,52	1,64

Fuente: Keith, 2017.

7. Cuentas de carbono

Las cuentas de carbono son un tipo de cuentas ecosistémicas construidas específicamente para describir el ciclo de carbono. Estas pueden ser especialmente relevantes para aquellos países, como los del mundo en desarrollo, cuya principal contribución a la mitigación climática es conservando fuentes de carbono almacenado.

Los Países Bajos desarrollaron una cuenta de carbono. Esta contabiliza las reservas de carbono en sus múltiples formas y cómo fluyen a través de los depósitos de: 'biocarbono' (carbono orgánico en los suelos y biomasa), 'geocarbono' (carbono en la litosfera), carbono atmosférico y carbono en la economía. La cuenta proporciona un análisis completo del ciclo y el almacenamiento de carbono y, por

lo tanto, brinda a los que toman las decisiones información valiosa sobre las respuestas políticas más adecuadas para garantizar la optimización del secuestro de carbono. En efecto, en la medida de que se reduzcan las emisiones antropocéntricas de carbono, la aproximación a las estrategias mitigación global deben centrarse en la protección de reservas de carbono. Ver recuadro 8.

La cuenta ecosistémica de carbono de los Países Bajos fue importante para varias discusiones políticas, especialmente en el uso y el impacto de las turberas. Las turberas cubren alrededor del 8% de la superficie terrestre de los Países Bajos y se estima que el 4% de las emisiones nacionales totales de CO₂. El SCAE-CEE mostró que las ganancias de la agricultura, los usos alternativos a las turberas, eran menores que los costos monetizados de las emisiones de CO₂ y los daños resultantes en el suelo, generando un considerable debate nacional.

El debate en los Países Bajos concluyó con un plan sectorial de mitigación del cambio climático para las turberas, eliminando las tierras de producción y aumentando los niveles de agua a la superficie para evitar todas las emisiones de CO₂ en estas áreas. Se reservaron recursos para convertir tierras de cultivo drenadas en tierras sin drenaje, incluidas áreas naturales y agricultura sin drenaje (Gobierno de los Países Bajos, 2019). Además, en el parlamento nacional se propuso una ley para apoyar e incentivar a los agricultores para que dejen de cultivar en las turberas (Bromet y de Groot, 2019).

Las cuentas de carbono fueron fundamentales para transparentar los costos de distintos enfoques de políticas, informar a las partes interesadas relevantes y, sobre todo, garantizar la credibilidad y la aceptación de la decisión política final.

Recuadro 8
Una cuenta de carbono para los Países Bajos

La cuenta de carbono de los Países Bajos ofrece una visión global de las reservas de carbono en sus múltiples formas en que el carbono fluye a través de distintos depósitos de 'biocarbono' (carbono orgánico en los suelos y biomasa), 'geocarbono' (carbono en la litósfera), carbono atmosférico y carbono en la economía. Puede ser un enfoque clave para los países en desarrollo con una base importante de recursos naturales para guiar las políticas y participar en el debate sobre políticas de cambio climático global

Las cuentas modelaron las reservas y flujos de biocarbono de una manera espacialmente explícita, proporcionando información desde la escala nacional hasta la escala local/regional. Incluye tanto los flujos de carbono en la economía como los flujos de carbono en los ecosistemas. Por lo tanto, proporciona una imagen completa del carbono en el sistema y constituye el enfoque NCA en su forma más clara. La cuenta de biocarbono está alineada con los métodos de las emisiones asociadas al cambio de uso de suelo del IPCC, pero tiene un enfoque espacial que permite estimar las emisiones para unidades administrativas como las provincias, así como analizar cómo se distribuyen las emisiones en el paisaje.

La cuenta proporciona varias aplicaciones de políticas importantes y entrega una herramienta de monitoreo y planificación para avanzar hacia una economía circular. La información más relevante y las aplicaciones de políticas están asociadas con (1) proporciona una imagen muy detallada del ciclo del carbono y su relación con distintas políticas sectoriales y económicas, y (2) describe las emisiones y secuestro de carbono en unidades espaciales, entregando orientaciones sobre la política climático y los usos del suelo.

Fuente: Estadísticas Países Bajos, 2017.

Cuadro 9
Secuestro y stock de carbono en la biomasa del país bajo; totales por provincia

	Área Total (1000 ha)	Secuestro Total de Carbono (10 ³ ton C/yr)	Secuestro Medio de Carbono (ton C/ha/yr)	Stock Total de Carbono (106 ton C)	Stock Media de Carbono (ton C/ha)
Groningen	296	38	0,1	1	3,2
Friesland	575	90	0,2	1,8	3,1
Drenthe	268	81	0,3	3,1	11,6
Overijssel	342	100	0,3	3,5	10
Flevoland	241	36	0,2	1,5	6,4
Gelderland	514	216	0,4	8,3	1,6
Utrecht	145	47	0,3	1,6	1,1
Noord Holland	409	60	0,2	2	5
Zuid Holland	341	41	0,1	1,1	3,3
Zeeland	293	30	0,1	0,7	2,5
Noord Brabant	508	163	0,3	6,4	12,5
Limburg	221	73	0,3	2,9	13
País Bajo	4153	975	0,2	29,1	8,2

Fuente: Estadísticas Países Bajos, 2017.

Cuadro 10
Resumen de stock de bicarbonato (MTon C) y sus flujos (kton C) en el país bajo

Unidad de Ecosistemas	Área (1000 ha)	Stocks de Biocarbono (Mton C)				Stocks de Biocarbono (Mton C)		
		En Biomasa	Suelos Minerales	Suelos Arcillosos	Totales	Secuestro	Emisiones de Suelos	Emisiones de Suelos Arcillosos
Noon-perennial plants	781	1,6	65,7	10,3	77,6	0,0	156	121
Perennial plants	79	1,3	6,9	0,8	9	30,0	15	6
Greenhouses	12	0	1,1	0,2	1,3	0,0	5	1
Meadow	927	1,9	74,6	36,9	113,4	167,0	737	173
Buffer strips	36	0,1	2,6	1,9	4,6	6,0	38	8
Farmyards and barns	35	0	3,1	0,7	3,8	0,0	14	3
Dunes with per. Veg.	16	1,3	0,5	0	1,8	30,0	0	0
Active coastal dunes	34	0	0,4	0	0,4	0,0	0	1
Beaches	0	0	0	0	0	0,0	0	0
Deciduous forest	109	9,4	9,6	2,5	21,5	206,0	43	16
Coniferous forest	82	6,6	6,5	0,2	13,3	155,0	2	2
Mixed forest	119	10	9,9	0,5	20,4	224,0	6	4
Heath land	41	0,3	3,8	0,8	4,9	8,0	20	4
Inland dunes	2	0	0	0	0	0,0	0	0
Fresh water wetlands	34	0	3,3	1,6	4,9	8,0	31	7
Natural grassland	54	0,1	4,2	2,4	6,7	10,0	51	8
Public green space	68	0,4	6	0,9	7,3	18,0	23	4
Other unpaved terrain	295	0,6	25,4	5,3	31,3	53,0	108	34
River flood basin	73	0,2	6,8	0	7	15,0	1	0
Tidel salt marshes	11	0,1	1	0	1,1	45,0	0	1
Paved surfaces	540	0	45,5	6,1	51,6	0,0	133	36
Sea	382	0	0	0	0	0,0	0	0
Lakes and ponds	123	0	3,5	2,2	5,7	0,0	60	11
Rivers and streams	298	0	0,4	0	0,4	0,0	0	0
TOTAL	4 151	33,9	280,8	73,3	388	975	1 443	440

Fuente: Estadísticas Países Bajos, 2017.

8. Cuentas de actividad ambiental (Respuestas e instrumentos)

Las respuestas de las políticas de cambio climático se implementan a través de instrumentos de gestión pública, como se discutió arriba, estos son básicamente dos: gastos de gobierno, e impuestos y subsidios. Actualmente éstos se encuentran registrados en el sistema de cuentas, pero no están identificados como instrumentos orientados a la gestión climática. A continuación, se examina en detalle los impuestos y subsidios, más adelante se discute la identificación de los gastos climáticos.

9. Impuestos y subsidios

En el caso de las acciones climáticas, los impuestos y subsidios son especialmente relevantes porque se consideran el principal instrumento de mercado utilizado para cambiar el comportamiento de los agentes económicos hacia la sustentabilidad. El SCAE actualmente identifica los impuestos y subsidios ambientales, con distintos niveles de desagregación, incluidos los impuestos relacionados con el cambio climático. Esta cuenta puede implementarse desglosando en mayor detalle aquellos subsidios e impuestos que son especialmente dañinos y beneficiosos para el cambio climático, por ejemplo, un impuesto al CO₂ o subsidios a los combustibles fósiles.

La decisión sobre si un pago considerado por el SCN como impuesto es o no ambiental se sustenta en el examen de la base imponible. En concreto, un impuesto ambiental es un impuesto cuya base imponible es una unidad física (o su proxi) de algo que tiene comprobado impacto negativo en el ambiente. En la práctica, esta definición se aplica a la totalidad de los diversos impuestos que se recaudan en un país, evaluando en cada caso si la base imponible se refiere a algo que tiene un impacto ambiental negativo.

El SCAE identifica cuatro clases de impuestos ambientales (sobre la energía, el transporte, la contaminación y los recursos), que se presentan en el recuadro 9. En el caso de los impuestos relacionados con el cambio climático se puede usar la cuenta que ya existe en el SCAE, distinguiendo los impuestos al carbono, y aquellos impuestos considerados especialmente relevantes, como al transporte.

En el cuadro 11 se presenta una cuenta que permite ordenar los impuestos ambientales en base a sus fuentes que ya existe en el SCAE. En esta se puede desagregar específicamente aquellos impuestos que tienen una relación directa con el cambio climático, como son los impuestos sobre los gases de efecto invernadero (GEI). En consecuencia, la estructura del actual SCAE permite identificar los instrumentos o ingresos relacionados con la gestión climática. Por ejemplo, Suecia ha sido líder en la implementación de los impuestos al carbono. En el gráfico 5 presenta la información desagregada de los impuestos ambientales según sector económico.

No todos los países desagregan los impuestos o subsidios a partir de objetivos climático, o tienen identificados con precisión los sectores que pagan impuestos ambientales. Sin embargo, reordenar la información como se presenta en el cuadro 11 facilita enormemente el análisis del impacto de los instrumentos de gestión.

Recuadro 9
Categorías de Impuestos Ambientales en el SCAE

a) Impuesto sobre la energía:

i) Esta clase incluye impuestos sobre productos energéticos utilizados con propósitos de transporte y de fuentes fijas. Los impuestos sobre el combustible utilizado en el transporte deben mostrarse como una subcategoría separada de impuestos sobre la energía. Los impuestos sobre la energía utilizados con propósitos estacionarios comprenden el gasóleo, el gas natural, el carbón y la electricidad;

ii) Los impuestos sobre el carbono se incluyen entre los impuestos sobre la energía y no entre los impuestos sobre la contaminación. Si es posible identificarlos, deben mostrarse como una subcategoría separada de los impuestos sobre la energía. Un tipo especial de impuestos sobre el carbono es el de los pagos por los permisos negociables de emisión.

b) Impuestos sobre el transporte:

Esta categoría comprende principalmente impuestos relacionados con la propiedad y el uso de vehículos a motor. Los impuestos sobre otros medios de transporte (como aeronaves) y servicios de transporte relacionados (como impuestos sobre vuelos fletados o regulares) también se incluyen, así como los relacionados con el uso de carreteras. Los impuestos sobre el transporte pueden ser gravámenes por una sola vez a la importación o a la venta de equipo, o impuestos recurrentes, como el impuesto anual sobre el transporte por carretera. Los impuestos sobre la gasolina, el diésel y otros combustibles para el transporte se incluyen entre los impuestos sobre la energía.

c) Impuestos sobre la contaminación:

Esta categoría incluye impuestos sobre emisiones a la atmósfera o al agua, medidas o estimadas, y la generación de residuos sólidos. Los impuestos sobre el carbón constituyen una excepción y se incluyen entre los impuestos sobre la energía, como se indicó. Los impuestos sobre el azufre se incluyen aquí.

d) Impuesto sobre recursos:

Esta categoría incluye impuestos sobre la extracción de agua, la extracción de materias primas y otros recursos (como arena y grava). De manera consistente con el ámbito general de los impuestos ambientales, los pagos al gobierno por el uso de la tierra o de recursos naturales se tratan como rentas y, en consecuencia, se excluyen de los impuestos sobre recursos.

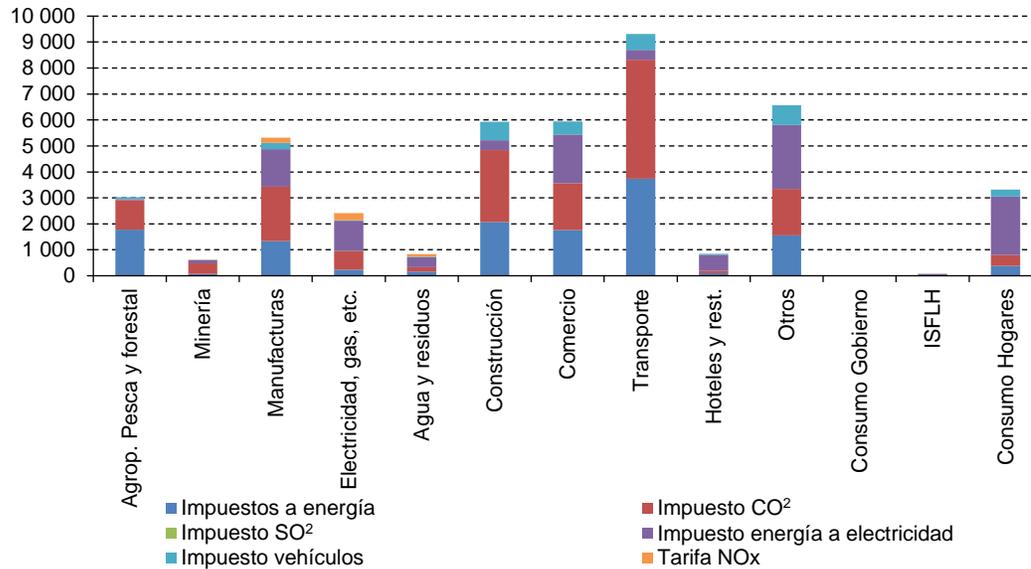
Fuente: UN-SCAE, 2012.

Cuadro 11
Cuenta desagregada por tipos de impuestos

Tipo de Impuesto Ambiental	Impuesto sobre los productos	Impuesto sobre los ingresos				Impuestos sobre el capital	Total
		Impuestos sobre la producción	Sociedades	Hogares	Otros impuestos corrientes		
Impuestos sobre la energía	A	M	N	O	P	Q	A+M+N+O+P+Q
Impuestos a GEI	A.1						
Impuestos a los combustibles en el transporte	B = (B.1+B.2)						
Fósiles	B.1						
No Fósiles	B.2						
Impuesto a la contaminación	C						
Impuesto a los recursos	D						
Recursos en base a combustibles fósiles	D.1						
Total Impuestos Ambientales	A+B+C+D						
Total Impuestos a los GEI	A.1+B.1+D.1						
Impuestos No Ambientales	E						
Porcentaje Impuestos Ambientales	(A+B+C+D)/ (A+B+C+D+E)						
Porcentaje Impuestos a los GEI	(A.1+B.1+D.1)/ (A+B+C+D+E)						

Fuente: Elaboración propia (desagregación impuestos fósiles) en base a UN-SCAE, 2012.

Gráfico 10
Impuestos ambientales en Suecia
(SEK millones)



Fuente: Estadísticas Suecia, 2015.

Gastos en cambio climático

Identificar con precisión los gastos en cambio climático presenta un problema distinto. Estas son transacciones que han ocurrido y están registradas en el SCN o en las cuentas de gastos del gobierno y cuyo propósito es implementar acciones específicas de cambio climático. Por lo tanto, para identificar estas transacciones y, en consecuencia, tener un registro de la implementación de la respuesta pública, es necesario definir qué gastos financian acciones asociadas a la gestión climática, en la actualidad, la agenda de investigación de SCAE está explorando formas de hacerlo, pero actualmente no existe una definición clara y única.

Sin embargo, actualmente en la SCAE hay una cuenta de actividad ambiental sobre gastos de protección que identifica los gastos ambientales de los sectores público y privado. El objetivo de estas cuentas de actividad ambiental es poder identificar y medir la respuesta de la sociedad (el sector público y privado) a las preocupaciones ambientales y hay muchos gastos de cambio climático identificados aquí.

Las dos cuentas básicas de actividad ambiental para las transacciones ambientales desarrolladas son la cuenta de gastos de protección ambiental (CGPA) (Eurostat, 2017) y la cuenta del sector de bienes y servicios ambientales (SBSS) (Eurostat, 2016). Tanto el marco CGPA como el SBSS proporcionan información que respalda la comprensión de la respuesta de la sociedad a los desafíos de la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales.

El alcance de las actividades ambientales abarca aquellas actividades económicas cuyo propósito principal es reducir o eliminar las presiones sobre el medio ambiente o hacer un uso más eficiente de los recursos naturales. Ejemplos de estas actividades son la restauración de entornos contaminados, la conservación y la gestión de recursos, y la inversión en tecnologías diseñadas para prevenir o reducir la contaminación, aunque no todos son estrictamente gastos que se podrían considerar de cambio climático, pueden informar a los tomadores de decisión con respecto a la respuesta de las sociedades al cambio climático. Ver el Recuadro 10 para una discusión.

Por ejemplo, las cuentas de EPEA de Dinamarca registraron que en 2013 los gastos ambientales totales ascendieron a DKK 33.3 mil millones o 2,5 por ciento del gasto total dentro del sector público. Se identificaron planes de adaptación al cambio climático por parte de los municipios para proteger a las ciudades danesas de los daños causados por las inundaciones en relación con las nubes, lo que representa un gasto ambiental significativo. Además, las corporaciones públicas comenzaron proyectos de construcción a prueba de lluvia en varias ciudades de Dinamarca, por lo tanto, el aumento del gasto en gestión de aguas residuales en 2013 también fue atribuible al aumento de los gastos del cambio climático (Estadísticas de Dinamarca, 2018).

Si bien organizar la información de manera sistemática y vincularla a través de un marco contable proporciona información esencial para comprender las fuerzas motrices, presiones, impactos y la respuesta de las políticas al cambio climático, ello es insuficiente para tener una comprensión completa del cambio climático como un problema de política pública. El verdadero valor de organizar los datos en una estructura contable vinculada, como el SCAE, es que proporciona la base de la información para desarrollar técnicas analíticas y de modelamiento.

Recuadro 10 Cómo identificar gastos climáticos

Actualmente, no existe una metodología consensuada internacionalmente para la identificación y evaluación de los gastos relacionados con la acción climática y el SCAE no tiene una recomendación.

El gasto climático se puede definir como aquel gasto público o privado orientado a enfrentar los fenómenos asociados al cambio climático, tanto a la mitigación, adaptación, como sus impactos. Estos pueden ser directos y explícitos, acciones cuyo propósito principal es mitigar o adaptarse al cambio climático, o indirectos y derivados como consecuencia del impacto ambiental. Por ejemplo, el aumento en el gasto para enfrentar los desastres naturales debido al cambio climático, o gastos para enfrentar el aumento en incendios forestales derivados del cambio de temperatura y precipitaciones asociadas al cambio climático.

La CGPA es una cuenta satélite funcional, ya que reorganiza la información que ya se encuentra en la SCAE, en función de la reclasificación de las actividades asociadas con el criterio de propósito principal de la protección del medio ambiente. En el marco de SCAE, las clasificaciones funcionales se basan en el criterio de propósito principal. Es decir, la principal motivación para los gastos del gobierno debería ser la respuesta de la política de cambio climático. Sin embargo, los responsables de la toma de decisiones no solo están interesados en identificar esos gastos asociados exclusivamente al cambio climático como el objetivo principal, sino que también están interesados en todos los gastos que tienen impactos medibles del cambio climático. Por ejemplo, la inversión en energía renovable debe clasificarse como un gasto cuyo objetivo principal es la producción de energía, a menos que se identifica en la Contribución Nacional Determinada, es decir, con una motivación explícita para mitigar el cambio climático, sólo en este caso sería un gasto cuyo propósito es cambio climático.

Lo anterior refleja el dilema metodológico fundamental de la problemática relacionado con la acción climática del Estado, aquellas acciones o gastos sobre presiones indirectas o impulsores, cuyo objetivo principal no es la mitigación o adaptación al cambio climático, posiblemente tenga un mayor impacto que políticas diseñadas que tengan como propósito principal mitigar o adaptarse a éste.

En definitiva, reconociendo que toda actividad humana es afectada por el clima y el gasto público puede generar un impacto directo o indirecto sobre el cambio climático, definir precisamente qué constituye gasto climático no es evidente y constituye un problema metodológico mayor.

Por ello la actual definición de gastos de protección ambiental no abarca completamente los gastos climáticos. En consecuencia, estos deben tomarse como un punto de partida para la identificación, pero no constituyen la totalidad de los gastos climáticos. El programa de investigación del SCAE está explorando formas de hacer esto, pero actualmente constituye el principal vacío en el SCAE para su aplicación a la política climática.

Fuente: Elaboración propia.

IV. El SCAE y el apoyo al análisis para la política pública

La disponibilidad de un marco estadístico coherente que pueda describir completamente las fuerzas motrices, presiones e impactos asociados al cambio climático, es solo la primera etapa en la formulación de políticas públicas basadas en evidencia científica. El desafío mayor es utilizar esa información para desarrollar análisis técnico y económico, permitiendo no solo apoyar la toma de decisiones sino, además, la evaluación y seguimiento de distintas opciones de política y sus impactos. Esto se hace parcialmente con la disponibilidad de los sistemas de información antes descritos, pero en mayor medida a través de la implementación de distintas técnicas analíticas.

En definitiva, implica desarrollar al menos dos instrumentos de análisis complementarios: primero, elaborar indicadores relevantes y, segundo, desarrollar técnicas analíticas. Esto facilita la comprensión de las diferentes opciones de políticas disponibles para los tomadores de decisión, y apoyan la posterior evaluación y seguimiento de estas.

A. Indicadores

La principal ventaja del SCAE es la posibilidad de elaborar indicadores que permiten sistematizar distintos ámbitos de la política pública de manera coherente en un indicador sintético. No hay suficiente espacio aquí para discutir la gama completa de indicadores que se pueden desarrollar a partir de la construcción de tablas y cuentas del SCAE, el cuadro 7 entrega una lista de indicadores que el autor considera relevantes en el caso del cambio climático. Para una discusión completa ver ONU (2017).

Los indicadores más utilizados combinan datos de emisiones con agregados contables nacionales, lo que permite identificar los costos económicos potenciales asociados a políticas climáticas. Estos comparan las tendencias en la actividad económica, incluido el valor agregado, los ingresos y el consumo, con los flujos ambientales, como las emisiones, el uso de energía y agua y los desechos sólidos.

Estos indicadores se expresan como relaciones de intensidad o productividad. Cuando las tendencias se monitorean durante un período determinado, se pueden expresar como factores de desacoplamiento, lo que entrega una idea de la eficiencia ambiental de la actividad económica.

Otros indicadores relevantes están asociados con la respuesta política, como, por ejemplo, indicadores sobre el financiamiento de actividades de protección ambiental o impuestos y subsidios por sector, actividad o en comparación con otros impuestos y gastos. Como estos indicadores se elaboran a partir de un estándar estadístico internacional, permiten comparar entre países, lo que facilita enormemente la tarea de evaluación sistemática y el seguimiento de compromisos internacionales.

En términos más generales, el cambio climático y el desarrollo sostenible están asociados con el uso de materiales. El PSUT de toda la economía se puede compilar para rastrear los flujos de todos los materiales, energía y residuos desde el medio ambiente, a través de la economía y de su retorno al medio ambiente. Estas cuentas se centran en los flujos físicos dentro y fuera de la economía. Se puede derivar una variedad de indicadores que reflejan el insumo y producto y consumo del material generado (ver OCDE, 2008a; 2008b).

Otros indicadores y técnicas analíticas especialmente relevantes para la adaptación son aquellos centrados en los activos ambientales. El problema es cómo ha cambiado el stock de activos ambientales con el tiempo y cuáles son las fuerzas motrices de ese cambio. El SCAE-MC define el agotamiento de los recursos naturales, como una medida del cambio físico y, por lo tanto, puede ser interesante comparar las tasas de agotamiento en relación con los niveles de existencias de ciertos recursos naturales y determinar si están relacionados con el clima.

Además, al valorar los activos ambientales en términos monetarios en el SCAE-MC y comparar esos valores con los activos producidos y los activos financieros, es posible evaluar los impactos completos del cambio climático e identificar políticas alternativas de adaptación más rentables. Las cuentas del ecosistema de Victoria discutidas arriba proporcionan un ejemplo, en este caso el valor del secuestro de carbono se estimó en US\$ 49 millones, que es más alto que la producción de madera nativa (\$ 12 millones). Por lo tanto, una de las recomendaciones del estudio fue que la pérdida de ingresos de la silvicultura nativa podría compensarse con aumentos al ingresar al mercado de carbono. En resumen, el valor económico del secuestro de carbono para mantener el bosque fue mayor que el beneficio de cortar la madera.

Cuadro 12
Ejemplos de indicadores para el cambio climático en el SCAE

Tipo de información	Indicadores claves				
	SCAE - MC		SCAE - CEE		
	Cuentas de activos	Cuentas de flujos en unidades físicas	Cuentas de actividad ambiental	Cuentas de activos	Cuentas de flujo
Fuerzas motrices	Cambios (ton/ha/\$) en stocks, eg. Pérdida de suelos de cubiertos, vegetación natural, stock de carbono en el suelo.	Proporción de combustibles en fósiles de energía primaria: Consumo de energía por hogares/ per cápita. Uso material total en la economía, por sector, actividad productivo y consumo; energía doméstica total de energía requerida; Consumo neto de energía; Intensidad de energía en actividades de producción; intensidad de CO ₂ en la economía, intensidad de las emisiones de productos agrícolas y huellas de carbono.	Subsidio a combustibles fósiles/GDP	Cambios (ton/ha/\$) en stocks	Flujo de servicios
Presiones/emisiones	Emisiones de GEI de cambio de uso de suelo.	Emisiones totales GEI, por sector, actividad, producción, consumo, emisiones directos de GEI de los hogares.		Cambios (ton/ha/\$) en stock.	Flujo de servicios
Sumideros	Stock total de activos relevantes (ton/ha/\$) ej. Bosques de madera.			Cambios (ton/ha/\$) en stock.	Flujo de servicios
Impactos	Cambios (ton/ha/\$) en stock.	Producción, PIB, empleos de sectores relevantes afectadas por el GEI. Niveles de estrés, captura de agua y disponibilidad.		Cambios (ton/ha/\$) en stock.	Flujo de servicios
Mitigación	Cambios (ton/ha/\$) en stock.	Emisiones e intensidad de GEI por industria y consumo. Uso materia de la economía por sector, actividad y consumo etc. Extracción total de energía doméstica. Proporción de energía renovable.	Impuestos y subsidios a los combustibles fósiles, transporte y otras industrias relevantes.	Cambios (ton/ha/\$) en stock.	Flujo de servicios
Adaptación	Cambios (ton/ha/\$) en stock, proporción de tierra agrícola, productiva y agricultura sustentable.	Stock y uso eficiente del agua.	Gasto en actividades ambientales totales y relativas.	Cambios (ton/ha/\$) en stock.	Flujo de servicios

Tipo de información	Indicadores claves				
	SCAE - MC		SCAE - CEE		
	Cuentas de activos	Cuentas de flujos en unidades físicas	Cuentas de actividad ambiental	Cuentas de activos	Cuentas de flujo
Pérdidas catastróficas	Cambios (ton/ha/\$) en stock.		Cuentas de actividad ambiental, impuestos, subsidios, etc.	Cambios (ton/ha/\$) en stocks.	Flujo de servicios.
Nueva económica		Flujo de materiales, uso domestico, intensidad de uso de materiales para la economía, actividad de consumo.	Gasto en protección ambiental total y relativo: empleo en actividades ambientales (EGSS) en términos absolutos y relativos: Exportaciones de bienes ambientales, bienes y servicios ambientales, servicios absoluto y relativo.	Cambios (ton/ha/\$) en stocks.	
Gastos climáticos	Cambios (ton/ha/\$) en stock.	Flujo de materiales, uso domestico, intensidad de uso de materiales, para la economía, actividad, consumo.	a. Financiamiento en actividades de protección ambiental. b. Financiamiento de recursos y su preservación. c. Apoyo financiero en actividades de protección ambiental.		
Instrumentos	Cambios (ton/ha/\$) en stock.		EPEA, impuestos ambientales y transferencias.		
Todas los anteriores	Todas los anteriores	Todas los anteriores	Todas los anteriores	Todas los anteriores	Todas los anteriores

Fuente: Autor en base a UNECE, 2017.

B. Técnicas analíticas

La información organizada a través del marco del SCAE admite una variedad de técnicas analíticas, especialmente enfocadas en la conexión entre el medio ambiente y la economía. Estas técnicas pueden, a su vez, complementarse con el análisis estándar de costo-beneficio, que es el enfoque más generalizado para la toma de decisiones (Boardman, 2006).

Una de las técnicas más comunes es el análisis de desacoplamiento (decoupling). Esto implica rastrear la evolución de la relación relativa o absoluta entre los insumos naturales o los flujos residuales y las variables económicas, a través de indicadores de intensidad discutidos arriba. En efecto, el análisis de desacoplamiento examina la conexión entre las presiones ambientales y el desarrollo económico y determina el costo ambiental del crecimiento del ingreso o el consumo. Por ejemplo, en Dinamarca, entre 1990 y 2016, las emisiones de GEI (excluyendo las emisiones de biomasa) crecieron en un 6 por ciento. Este aumento que agudiza el cambio climático, solo se puede dimensionar a partir de la intensidad ambiental, ya que en el mismo período el PIB aumentó en un 51% (Estadísticas de Dinamarca, 2018).

El análisis de descomposición es otra técnica analítica común que es especialmente relevante para analizar el origen de las principales fuerzas motrices asociadas a las presiones ambientales. Al asociar las fuerzas motrices a presiones ambientales, como las emisiones de GEI, es posible determinar qué actividad es la responsable final del impacto climático. El análisis de descomposición se puede utilizar para responder preguntas tales como: ¿qué cambios económicos o tecnológicos han provocado un aumento de las emisiones de CO₂ y qué factores económicos han contribuido a un aumento en la demanda de materias primas?

Por ejemplo, utilizando un análisis de descomposición estructural basado en SCAE, Luo et al (2019) exploraron las fuerzas motrices asociadas a las emisiones de GEI en la industria turística de China. Los autores encontraron que las emisiones directas y totales de carbono del turismo representaron el 0,7% y 2,7% respectivamente de las emisiones totales de carbono en China. Además, que el principal impulsor de las emisiones fueron los turistas nacionales. Dado que el turismo está altamente correlacionado con el crecimiento de los ingresos, se espera que las emisiones asociadas a la actividad turística aumenten. Este tipo de análisis permite a los tomadores de decisión formular políticas enfocadas directamente en aquellos sectores responsables de las presiones ambientales.

Del mismo modo, Sueyoshi et al (2019) utilizaron un enfoque de descomposición para identificar diversas fuentes de emisión de CO₂ en China. Descubrieron que, si bien el crecimiento económico era la principal fuente de emisiones, la eficiencia energética fue la principal fuente de reducción de abatimiento. La conclusión obvia es que China debería promover la eficiencia energética para apoyar los esfuerzos de mitigación.

También se pueden aplicar otras técnicas analíticas más detalladas y complejas. La técnica analítica más importante asociada con el SCN y el SCAE son los cuadros o tablas de insumo y producto (TIP). Estos cuadros o tablas ordenan de manera coherente la información de producción en los insumos necesarios para el desarrollo de una actividad y su producto. El SCAE permite extender o ampliar el análisis de Insumo Producto hacia los insumos y residuos ambientales en términos físicos. La elaboración de las dominadas TIP ampliadas ambientalmente (TIP-AA) es el punto de partida para una gama de técnicas analíticas y de modelos más sofisticados que utilizan la información del SCAE como base.

1. TIP-AA y la huella ecológica

Las TIP-AA son conjuntos de datos integrados que combinan información de insumo y producto en unidades monetarias e información sobre flujos ambientales, como emisiones y residuos, que se miden en unidades físicas. Estos son la base de indicadores conocidos como multiplicadores ambientales.

Los multiplicadores proporcionan información sobre las presiones ambientales que ejercen los efectos de la demanda directa e indirecta de un aumento unitario en la producción de una industria específica. Los multiplicadores pueden, por lo tanto, ilustrar que un aumento de la presión ambiental en una industria conducirá a aumentos en las presiones ambientales en otras industrias, incluso en otros países, a través de la demanda directa y / o indirecta que se genera.

Por ejemplo, Beideri et al (2017) utilizaron los métodos de enlace y multiplicador de insumo y producto para evaluar el consumo de energía directa e indirecta y la emisión de CO₂ de los cambios en la demanda final de la economía de Sudáfrica. Los resultados demostraron que si bien la electricidad tuvo los efectos de emisión directa más significativos, como se esperaba, los impactos indirectos son bajos, pero otros sectores de alta emisión, como las industrias química y petroquímica, el metal básico y el transporte, sí tienen altos impactos indirectos. Este tipo de análisis es importante para comprender el rol de los consumidores finales de productos intensivos en carbono y los impactos de políticas como los sistemas de fijación de precios del carbono.

Los multiplicadores de impactos ambientales directos e indirectos, también se pueden interpretar como huellas ecológicas. Las huellas ecológicas son, en esencia, multiplicadores de insumo producto que miden los eslabonamientos ambientales hacia atrás del consumo final; estos indicadores transparentan las presiones ambientales gatilladas por el comportamiento del consumidor. Su cálculo es especialmente relevante para evaluar la responsabilidad del consumidor en las emisiones de GEI (ver Barrett y Scott, 2012).

En la actualidad, el marco climático internacional se basa en lo que se conoce como la perspectiva de producción, asociando la responsabilidad de las emisiones dentro de los límites geográficos de un

país y sus emisores. Sin embargo, una perspectiva de consumo sugiere que la fuente de contaminación final, o de última instancia, es el consumidor.

Por ejemplo, Ivanova et al (2016) utilizan una base de datos de insumo producto multirregional para rastrear el origen de los productos consumidos por los hogares y representan las cadenas de suministro mundiales para 2007. Llegan a la conclusión de que el consumo de los hogares contribuye a más del 60% de los GEI y entre 50% y 80% del uso total de tierra, materiales y agua. Identifican el transporte, el alojamiento y la alimentación como las categorías de consumo más importantes en las huellas ecológicas. Además, esa huella se distribuye de manera desigual entre las regiones, y los países más ricos generan los impactos más importantes per cápita.

Estos resultados sugieren que la desigualdad climática es aún más aguda de los que se cree. Por ejemplo, los autores encuentran que Estados Unidos contribuye con emisiones 3,9 veces mayores desde una perspectiva de producción que el promedio mundial, pero usando la perspectiva de consumo sus emisiones de GEI son 4,9 veces más alta.

2. Modelos económicos ambientales

Los modelos TIP-AA son muy importantes para lograr identificar los eslabonamientos para atrás y para adelante de actividades económicas, la demanda final u otras categorías o variables de interés. Sin embargo, tienen una restricción importante, pues no logran introducir el comportamiento del agente económico. Existe, sin embargo, una familia de modelos cuya base son los TIP-AA que permiten modelar con mayor precisión el impacto ambiental al introducir el cambio de precios como parte del análisis.

Los modelos de equilibrio general computable (CGE) son una clase de modelos económicos que combinan el uso de datos de insumo-producto con la aplicación de la teoría microeconómica y de esta manera logran combinar el comportamiento de los agentes económicos con la problemática ambiental. En el contexto de las cuentas económico-ambientales, los modelos CGE pueden desarrollarse utilizando la información contenida en TIP-AA, reuniendo así datos monetarios y físicos. La conexión con el SCAE-MC radica en el uso de datos sobre flujos ambientales en la compilación de TIP-AA.

Diagrama 7
Tabla de Insumo-Producto y sus extensiones ambientales

		Productores como consumidores			Demanda Final			
		Sector 1	Sector <i>j</i>	Sector <i>n</i>	Gobierno	Hogares	Inversión	Exportaciones
Productos	Sector 1	X_{11}	X_{1j}	X_{1n}				
	Sector <i>i</i>	X_{i1}	X_{ij}	X_{in}				
	Sector <i>n</i>	X_{n1}	X_{nj}	X_{nn}				
Valor Agregado	Importaciones				PIB			
	Salarios							
	Capital							
	Subsidios							

Función de producción

Distribución de producto final →

		Sectores de la economía			Demanda Final
		Sector 1	Sector <i>j</i>	Sector <i>n</i>	
Productos	Sector 1	Z_{11}	Z_{1j}	Z_{1n}	f_{1n}
	Sector <i>i</i>	Z_{i1}	Z_{ij}	Z_{in}	f_{in}
	Sector <i>n</i>	Z_{n1}	Z_{nj}	Z_{nn}	f_{nn}
Externalidades	Impacto 1	E_{11}	E_{1j}	E_{1n}	
	Impacto <i>i</i>	E_{i1}	E_{ij}	E_{in}	
	Impacto <i>n</i>	E_{n1}	E_{nj}	E_{nn}	

Fuente: Elaboración propia en base a ONU 2017a.

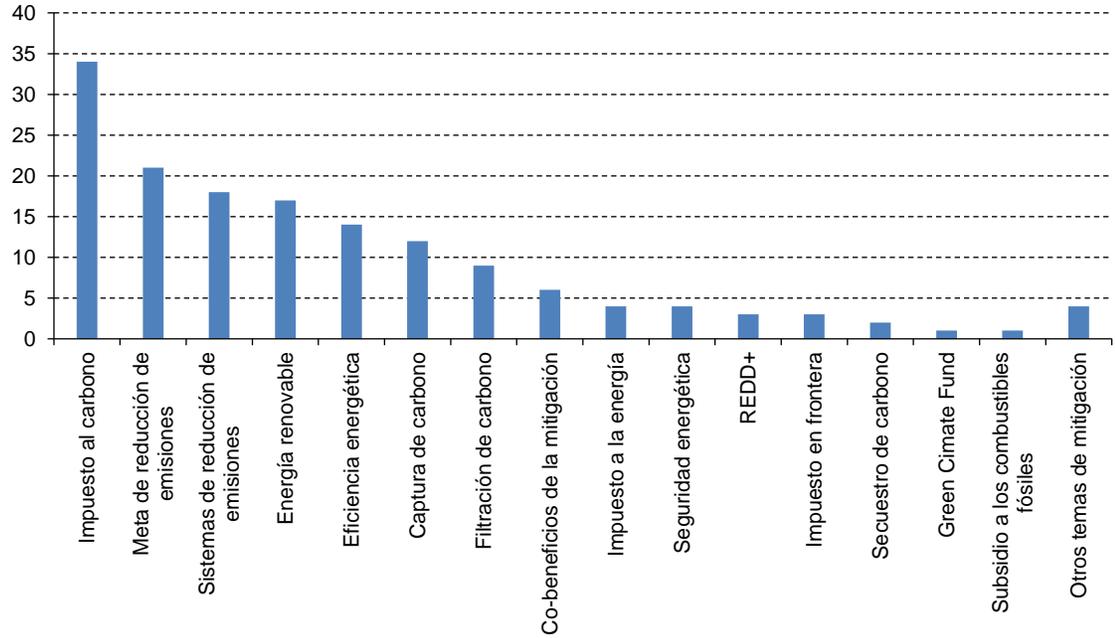
La distinción clave entre el análisis usando modelos CGE y el análisis usando modelos de insumo-producto radica en poder modelar precios, que reflejan la relativa escasez de recursos y cambian el comportamiento de los agentes económicos. Así, los modelos CGE, facilitan la comprensión de los impactos dinámicos que se pueden esperar en el caso de intervenciones políticas. Por ejemplo, los modelos CGE ayudan a comprender la dinámica que surge de la introducción de un impuesto sobre las emisiones de CO₂, lo que debería implicar un cambio de los insumos relativamente intensivos en carbono.

La incorporación de datos físicos dentro de los modelos CGE requiere la inclusión de ecuaciones que vinculan las cantidades ambientales con las económicas. Esto puede ser particularmente relevante en los casos en que no existe una relación estrecha entre el valor monetario de los distintos flujos ambientales como consecuencia de mercados intervenidos o con importantes externalidades, por ejemplo, en el caso del agua.

Los modelos CGE se han utilizado cada vez más para analizar las políticas y los impactos del cambio climático. Desde 1996 se han realizado más de 154 estudios focalizados en aplicaciones de políticas en el ámbito del cambio climático (veáse en el gráfico 6). El creciente interés en CGE como técnica de modelación por su relevancia para la formulación de políticas públicas, sugiere que la información SCAE es una fuente de información clave para la evaluación de políticas de cambio climático (Babatunde, 2017).

En definitiva, la generación de indicadores de cambio climático de manera coherente y consistente, tal como se desarrolla a partir del SCAE, y sus técnicas analíticas asociadas, es clave para apoyar la formulación de políticas públicas, y debiera ser parte habitual del análisis. Sin embargo, para facilitar estos desarrollos se requiere de la elaboración sistemática y permanente de un sistema estadístico que permita integrar distintos sistemas de información de manera coherente, como el SCAE.

Gráfico 11
Ejercicios de CGE para el cambio climático por tema



Fuente: Babatunde, 2017.

V. Conclusiones e innovaciones posibles

El cambio climático es uno de los principales problemas globales que el mundo enfrentará en este siglo. Una respuesta política seria y sistemática requiere información basada en evidencia sobre las fuerzas motrices, presiones, impactos y respuestas públicas al cambio climático. El SCAE proporciona un enfoque coherente y sistemático para una política climática basada en evidencia.

Sin embargo, aunque los países han desarrollado algunas cuentas SCAE relevantes, todavía tienen que usarlas de manera sistemática para la política de cambio climático. El cuadro de oferta y utilización en unidades físicas y las cuentas de aire y energía son relevantes para identificar las principales fuerzas motrices del cambio climático, mientras que las cuentas de activos son importantes para determinar la política de adaptación y evaluar los impactos tanto económicos como ambientales. Finalmente, las cuentas de actividades ambientales son esenciales para evaluar el impacto y extensión de los instrumentos de gestión ambiental.

Desarrollar indicadores sistemáticos que puedan comparar y contrastar alternativas en distintos ámbitos de la política pública, o apoyar técnicas analíticas o de modelos sofisticadas, será esencial para identificar las opciones de políticas apropiadas para enfrentar el cambio climático. En este contexto, el SCAE, es un sistema de información esencial para apoyar la formulación de políticas basadas en evidencia.

El único problema del SCAE, y que requiere mayor desarrollo, son las cuentas de gastos climáticos. Aquí se deben desarrollar nuevos enfoques. Las cuentas de gastos de protección ambiental son insuficientes para evaluar completamente los gastos de cambio climático, y probablemente será necesario conceptualizar una nueva cuenta satélite de gastos climáticos. Pero incluso ahí, debido a la estructura modular del sistema es posible desarrollar una nueva cuenta específica orientada a los gastos climáticos.

El SCAE es el único estándar estadístico que proporciona un enfoque coherente y sistemático para la política climática basada en evidencia. En consecuencia, es necesario fortalecerlo y centralizar todos los esfuerzos en que el SCAE se despliegue completamente en América Latina.

Bibliografía

- Babatunde, K. A., Begum, R. A., Said, F. F. (2017), *Application of computable general equilibrium (CGE) to climate change mitigation policy: A systematic review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.064>.
- Banco Central de Costa Rica. (2016a), *Cuenta de Energía*. Documento de trabajo. https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/DocCuentaEnergia/Cuenta_Energia_2011_2015.pdf.
- _____(2016b), *Cuenta de Bosques*. Documento de trabajo. <https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/cuentas-ambientales>.
- Banco de Guatemala. (2009), *Cuenta Integrada del Bosque (CIB); Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada de Guatemala*. Instituto de Agricultura. Guatemala. <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=41002>.
- Banco Mundial (2019), Juan Pablo Castañeda, Leela Raina and Doruntine Rexhepi, Synthesis Report Natural Capital Accounts and Policy in Indonesia. Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services (WAVES) Program in Indonesia <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32248/Synthesis-Report-Natural-Capital-Accounts-and-Policy-in-Indonesia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Banerjee, O., Cicowiez, M., Vargas, R. & Horridge, M. (2017), *The SEEA-Based Integrated Economic-Environmental Modelling Framework: An Illustration with Guatemala's Forest and Fuelwood Sectors*. IDB Working Paper Series No. 757. Washington, DC: Inter-American Development Bank. Springer Link. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-017-0205-9>.
- Barrett, J., Scott, K., (2012), Link between climate change mitigation and resource efficiency: A UK case study. *Glob. Environ. Change.* 22, 299–307. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2011.11.003.
- Baumol, W. J. and W. E. Oates (1988), *The Theory of Environmental Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Beidari, M., Lin, S.J. and Lewis, C. (2017), *Multiplier Effects of Energy Consumption and CO₂ Emissions by Input-Output Analysis in South Africa*. *Aerosol Air Qual. Res.* 17: 1666-1678. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.04.0150>.
- Bemelmans-Videc, M.-L., Rist, R.C., and Vedung, E., (1998), *Carrots, Sticks & Sermons: Policy Instruments and Their Evaluation*. New Brunswick, NJ: Transaction. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315081748>.
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., Weimer, D. L. (2006), *Cost-benefit Analysis: Concepts and Practice*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. Third Edition.

- Borrego-Marín, M., Gutiérrez-Martín, C., & Berbel, J. (2016), *Water Productivity under Drought Conditions Estimated Using SEEA-Water*. *Water*, 8(4), 138. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/w8040138>.
- Botswana Second National Communication to the UNFCCC. (2012), *Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*. Ministry of Environment, Wildlife and Tourism of the Republic of Botswana. Accessed at: https://www.bw.undp.org/content/botswana/en/home/library/environment_energy/botswana-second-national-communication-to-the-unfccc.html.
- Bromet, L. and de Groot, T. (2019), Initiative for new regulations on climate and nature in Netherlands. <https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9vvijs5epmj1eyo/vkvyko31yzzx>.
- Burke, M., Hsiang, S. M., Miguel, E. (2015), *Global non-linear effect of temperature on economic production*. *Nature* 527:235–239. <https://doi.org/10.1038/nature15725>.
- CEPAL (2018), *Cambio climático en Centroamérica – Impactos potenciales y opciones de política pública*. United Nations. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39150/S1800827_en.pdf?sequence=7.
- CEPE, UNECE (2017), A set of key climate change related statistics using the system of environmental economic accounting. United Nations ECE/CES/BUR/2017/FEB/19, Economic Commission for Europe, Geneva.
- DeFries, Ruth et al, (2019), *The missing economic risks in assessments of climate change impacts*. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics and Political Science. <https://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2019/09/The-missing-economic-risks-in-assessments-of-climate-change-impacts-1.pdf>.
- Ellen MacArthur Foundation (2012), *Towards the circular economy: Economic business rationale for an accelerated transition*. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-work/activities/finance?gclid=CjoKCOjw1a6EBhCoARIsAOiTKrHAbvQBBWmgPlxaVvoOWIaOcM4dnI3KMic5tuOMhD6De6PvtqF8GXyArBPEALw_wcB.
- EUROSTAT, (2017), *Environmental Protection Expenditure Accounts*. 2017 edition. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-GQ-17-004>.
- _____(2016), *Environmental goods and services sector accounts*. Practical Guide. 2016 edition <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/7741794/KS-GQ-16-011-EN-N.pdf>.
- _____(2000), *Classification of Environmental Protection Activities and Expenditure*. http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=CEPA_2000&StrLanguageCode=EN&IntPcKey=&StrLayoutCode=HIERARCHIC.
- Estadísticas de Dinamarca, 2018, <https://www.dst.dk/en/Statistik/emner/geografi-miljoe-og-energi/groent-nationalregnskab>.
- Galvez, J., Tuy, H., & Carrera, J. L. (2014), *Guatemalan Natural Capital Accounts: Findings of the SCAE and their Application in the Public Policy Cycle*. Guatemala City: IARNAURL.
- Government of the Netherlands (2019), *Climate Agreement*. The Hague. <https://www.government.nl/documents/reports/2019/06/28/climate-agreement>.
- Government of Rwanda (2018), *Rwanda Natural Capital Accounts-Ecosystems*. NISR. Ministry of Environment and Ministry of Lands and Forestry. World Bank. Natural Capital Accounts for Land. https://www.researchgate.net/publication/337900953_RWANDA_NATURAL_CAPITAL_ACCOUNTS_-_ECOSYSTEMS.
- Keith, Heather, Michael Vardon, John Stein, Janet Stein and David Lindenmayer (2016), *Experimental Ecosystem Accounts for the Central Highlands of Victoria*. Fenner School of Environment and Society ANU College of Medicine, Biology and Environment https://fennerschool-associated.anu.edu.au/documents/CLE/VCH_Accounts_Summary_FINAL_for_pdf_distribution.pdf.
- Hardin, Garrett 1968, "The Tragedy of the Commons", *Science*, Vol. 162, No. 3859 (December 13, 1968), pp. 1243-1248.

- Hof, A.F., den Elzen, M.G., Admiraal, A., Roelfsema, M., Gernaat, D.E., van Vuuren, D.P., 2017. Global and regional abatement costs of Nationally Determined Contributions (NDCs) and of enhanced action to levels well below 2 C and 1.5 C. *Environ. Sci. Policy* 71, 30e40. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.02.008>.
- Hope, C.W. (2006), *The Marginal Impact of CO₂ from PAGE 2002: An Integrated Assessment Model Incorporating the IPCC's Five Reasons for Concern*. The Integrated Assessment Journal, 6: 19–56. https://www3.nd.edu/~nmark/Climate/Hope_2006.pdf.
- Hunink, J., Gijs, S., et al. (2019), *A Simplified Water Accounting Procedure to Assess Climate Change Impact on Water Resources for Agriculture across Different European River Basins*. Water, MDPI. <https://doi.org/10.3390/w11101976>.
- IPCC. (2019a), Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems Summary for Policymakers Approved Draft. Almut Arneeth, et al.
- _____. (2019b), *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines on National Greenhouse Gas Inventories*. <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>.
- _____. (2018), *Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, et al. (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp. <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
- _____. (2014a), *Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf.
- _____. (2014b), Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- _____. (2014c), Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Field, C.B., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf.
- _____. (2014d), Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf.
- Ivanova, D., Vita, G., Steen-Olsen, K., Stadler, K., Melo, P. C., Wood, R., and Hertwich, E. G. (2017), *Mapping the carbon footprint of EU regions*. *Environmental Research Letters* 12(5): 054013. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa6da9>.
- _____. (2016), *Environmental impact assessment of household consumption*. *Journal of Industrial Ecology* 20(3): 526–536. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12371>.
- Jann W. & K. Wegrich (2007), *Theories of the policy cycle*. In F. Fischer, G.J. Miller, and M.S. Sidney, editors, *Handbook of Public Policy Analysis*, pages 43–62. CRC Press.
- Keith, H., M. Vardon, J. Stein, and D. Lindenmayer (2016), *Experimental Ecosystem Accounts for the Central Highlands of Victoria: Summary Document for Discussion*. Australian National University. https://www.researchgate.net/publication/304523169_Experimental_Ecosystem_Accounts_for_the_Central_Highlands_of_Victoria_Summary_Document_for_Discussion.

- Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson and M. Prather, (2007), *Historical Overview of Climate Change*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4-wg1-chapter1.pdf>.
- Luo Fen ,Brent D. Moyle,Char-lee J. Moyle,Yongde Zhong Shengyi Shi, (2019), Drivers of carbon emissions in China's tourism industry, *Journal of Sustainable Tourism* Volume 28, 2020 -Issue 5. DOI: <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1705315>.
- Margulis, Sergio; Narain, Urvashi (2010), *The costs to developing countries of adapting to climate change: new methods and estimates - the global report of the economics of adaptation to climate change study* (English). Washington, DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/667701468177537886/The-costs-to-developing-countries-of-adapting-to-climate-change-new-methods-and-estimates-the-global-report-of-the-economics-of-adaptation-to-climate-change-study>.
- Melo Leon, S., et al. (2017), *Efectos económicos de futuras sequías en Colombia: Estimación a partir del Fenómeno El Niño 2015*. Documento 466 Dirección de Estudios Económicos 29 de noviembre de 2017. Departamento Nacional de Planeación, Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/466.pdf>.
- Miller, R.E., Blair, P.D. (2009), *Input-Output Analysis, Foundations and Extensions*. Cambridge University Press, New York. http://static.gest.unipd.it/~birolo/didattica11/Materiale_2012/_Materiale_2015/Miller_Blait-input-output_analysis.pdf.
- Nordhaus, W. D. (2008), *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*. Yale University Press.
- _____(1993), *Optimal Greenhouse Gas Reductions and Tax Policy in the 'DICE' Model*. *American Economic Review*, 83: 313–317. <https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v83y1993i2p313-17.html>.
- _____(1991), *To Slow or Not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect*. *Economic Journal*, 101: 920–937. DOI: <http://doi.org/10.2307/2233864>.
- OCDE (2011). *Organisation for Economic Co-operation and Development. Towards Green Growth*. OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris.
- _____(2008a), *Measuring material flows and resource productivity, volume I: the OECD Guide*. Paris. <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/MFA-Guide.pdf>
- _____(2008b), *Measuring material flows and resource productivity, Volume II: the accounting framework*. Paris. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/MFA-Accounting-Framework.pdf>
- _____(1993), *Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*. OCDE Environment Monographs. No.83. Paris.
- ONU (2021), *System of Environmental-Economic Accounting— Ecosystem Accounting Final Draft Version 5* February 2021 https://unstats.un.org/unsd/statcom/52nd-session/documents/BG-3f-SEEA-EA_Final_draft-E.pdf.
- _____(2017a), United Nations, European Union Food and Agriculture Organization of the United Nations. *SCAE-Water: System of Environmental-Economic Accounting for Water*. Statistical Papers, Series F, No.100. Sales No. E11.XVII.12. https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/ae_final_en.pdf.
- _____(2017b), United Nations. *System of Environmental-Economic Accounting 2012- Applications and Extensions*. https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/ae_final_en.pdf.
- _____(2016), Naciones Unidas Unión Europea Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Fondo Monetario Internacional Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos Banco Mundial. *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica 2012 Marco Central* ISBN: 987-92-1-161563-0 https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/CF_trans/SEEA_CF_Final_sp.pdf.
- _____(2015a), United Nations. *The Paris Agreement*, at https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf.
- _____(2015b), United Nations A/Res/70/, *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015.

- PAGE (2019), Output Conference Document, Partnership for Action on Green Economy. Ministerial Conference, Advancing Inclusive and Green Economies. Cape Town, South Africa, 2019. Available online: <https://sdg.iisd.org/events/third-partnership-for-action-on-green-economy-page-ministerial-conference/>.
- PNUMA (2011), Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers, www.unep.org/greeneconomy.
- Republic of Rwanda, NISR. (2019), Rwanda Natural Capital Accounts, at https://www.wavespartnership.org/sites/waves/files/kc/Rwanda%20NCA%20Ecosystem%20Accounts%20_Published%20on%203-12-2019.pdf.
- Reyer, C., Adams, S., Albrecht, T. et al. (2017), *Climate change impacts in Latin America and the Caribbean and their implications for development*. Reg Environ Change 17, 1601–1621 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0854-6>.
- Schenau, S., (2009), *SCAE as a framework for assessing policy responses to climate change*. Statistics Canada environmental accounts at https://www.researchgate.net/publication/237348885_SEEA_as_a_framework_for_assessing_policy_responses_to_climate_change.
- Statistics Denmark (2018), Green National Accounts for Denmark, Geography, environment and energy ISBN: 978-87-501-2291-3. <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelses/GetPubFile.aspx?id=27468&sid=gntak>.
- Statistics Netherlands (2017b), The SCAE CEE carbon account for the Netherlands. Statistics Netherlands, The Hague.
- _____ (2013a), Environmental accounts of the Netherlands, 2012. The Hague. UN. SCAE-CEE (2012). United Nations. Experimental Ecosystem Accounts.
- _____ (2011), *Environmental accounts of the Netherlands 2011*. The Hague/Heerlen: Statistics Netherlands. <https://www.wavespartnership.org/sites/waves/files/images/Netherlands%20env%20acct%202010.pdf>.
- Statistics Norway (2018), Environmental Accounts at Statistics Norway (2018). Environmental Accounts <https://www.ssb.no/en/natur-og-miljo?de=Environmental+accounts>.
- Statistics Sweden (2017), "System of Environmental and Economic Accounts." <https://www.scb.se/mi1301-en>.
- _____ (2015), Carbon dioxide emissions from Swedish final consumption 1990–2015. Statistics Sweden, Stockholm.
- Stern N. (2006), *Stern review: the economics of climate change*. United Kingdom. http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf.
- Sueyoshi, Toshiyuki, Aijun Li, Xiaohong Liu, (2019), Exploring sources of China's CO₂ emission: Decomposition analysis under different technology changes. European Journal of Operational Research 279 (2019) 984–995. <https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v279y2019i3p984-995.html>.
- Tol, Richard S. J. (2002a), *Estimates of the Damage Costs of Climate Change, Part I: Benchmark Estimates*. Environmental and Resource Economics, 21: 47–73. 20. DOI: 10.1023/A:1014500930521.
- _____ (2002b), *Estimates of the Damage Costs of Climate Change, Part II: Dynamic Estimates*. Environmental and Resource Economics, 21: 135–160. https://econpapers.repec.org/article/kapenreec/v_3a21_3ay_3a2002_3ai_3a2_3ap_3a135-160.htm.
- Toll (2018), The Economic Impacts of Climate Change Review of Environmental Economics and Policy, volume 12, issue 1, Winter 2018, pp. 4–25. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1093/reep/rex027>.
- UNEP (2012), The 10 Years Framework of Programme on Sustainable Consumption and Production. Brochure del Marco de Trabajo de 10 Años de Programas de Consumo y Producción Sustentables. Global Action for Sustainable Consumption and Production. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/944brochure10yfp.pdf>.
- UNECE (2017), *A set of key climate change related statistics using the system of environmental economic accounting*. United Nations ECE/CES/BUR/2017/FEB/19, Economic Commission for Europe, Geneva. https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/ece/ces/2016/mtg/19-Report_on_climate_indicators_final.pdf.

- UNDP (2015), *Methodological Guidebook: Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR)* at https://www.undp.org/content/dam/rbap/docs/Research%20&%20Publications/democratic_governance/RBAP-DG-2015-CPEIR-Methodological-Guidebook.pdf.
- UNFCCC (2012), *A literature review on the topics in the context of thematic area 2 of the work programme on loss and damage: a range of approaches to address loss and damage associated with the adverse effects of climate change*, FCCC/SBI/2012/INF.14, 15 November 2012. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2012/sbi/eng/inf14.pdf>.
- Uganda Bureau of Statistics (2019), *System of Environmental Economic Accounting 2015-2018 Water Accounts Report*. https://www.ubos.org/wp-content/uploads/publications/12_2019Report-for-SCAE-water-acs-2019-1821.pdf.
- Vargas R, Cabrera M, Cicowiez M, Escobar P, Hernández V, Cabrera J and Guzmán V (2018), *Climate risk and food availability in Guatemala*. *Environment and Development Economics* 23.
- World Bank (2019), *Modelling the Impact on South Africa's Economy of Introducing a Carbon Tax*, commissioned by the PMR Secretariat for the National Treasury of South Africa to support the preparation of South Africa's Market Readiness Proposal. At http://www.treasury.gov.za/comm_media/press/2016/2016111001%20-%20Carbon%20Tax%20Modelling%20Report%20Final%20Oct%202016.pdf.
- World Bank and BPS (2019), *Pilot Ecosystem Account for Indonesian Peatlands Sumatra and Kalimantan Islands*. Washington, DC: World Bank.

Debido a su naturaleza global y al alcance de su impacto, el cambio climático plantea una serie de desafíos complejos e interconectados para la política pública. Por ello, los países necesitan disponer de una amplia variedad de datos e indicadores para comprender todos los factores vinculados a la gestión climática y las múltiples dimensiones que esta abarca: las presiones y fuerzas motrices que actúan sobre el cambio climático, los efectos directos e indirectos que este tiene en los sistemas humanos y ambientales y, sobre todo, la evaluación de las respuestas que ofrece la gestión pública. El Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) conceptualiza el nexo entre medio ambiente y economía aplicando un enfoque sistémico para integrar información de distintos ámbitos. El objetivo de este documento es explicar cómo el SCAE puede usarse para apoyar la toma de decisiones relativas al cambio climático, teniendo en cuenta que solo un marco estadístico completo, que integre información de múltiples fuentes y sistemas, puede dar cuenta de la complejidad del cambio climático y permitir la generación de la información necesaria para adoptar decisiones adecuadas.