

# ¿Qué sabemos sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero?

## Guía simplificada del informe del IPCC “Cambio climático 2001: Mitigación”

### Prefacio

Los conceptos y conclusiones que se presentan en la parte “Cambio Climático 2001: Mitigación” del Tercer informe de evaluación pormenorizado emprendido por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de la OMM y el PNUMA son fundamentales para la acción mundial sobre el cambio climático. Mientras que los primeros dos volúmenes del informe exponen en detalle lo que se conoce sobre las causas, impactos y adaptación, y de esta manera destacan la necesidad de medidas, el tercer volumen sobre mitigación analiza de qué manera tomar medidas, que limiten las emisiones de gases de efecto invernadero. Los encargados de la formulación de políticas en los planos nacional y local, los dirigentes de empresas, los líderes de la comunidad y los particulares y organizaciones interesados pueden utilizar estos instrumentos para mejorar verdaderamente la situación.

La presente guía simplificada expone y explica brevemente las conclusiones del Grupo de Trabajo III, dirigido por sus copresidentes, el Profesor Ogunlade Davidson, de Sierra Leona y el Dr. Bert Metz, de los Países Bajos, cuando evaluaron la bibliografía especializada y revisada por homólogos sobre el tema de la mitigación. La guía no es un documento oficial y no ha sido aprobada ni aceptada por el IPCC. En cambio, representa un esfuerzo para hacer más accesibles a un público más amplio los cientos de páginas de texto detallado y técnico que constituyen el volumen sobre “Mitigación”. Confío sinceramente en que esta introducción les sea útil por si sola y que sirva como punto de partida para mejorar la comprensión y la acción.

**Klaus Töpfer**  
**Director Ejecutivo**  
**Programa de las Naciones**  
**Unidas para el Medio Ambiente**

¿Qué sabemos sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero?



## Acerca del IPCC

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El IPCC no lleva a cabo nuevas investigaciones. En cambio, su mandato consiste en emprender evaluaciones, relevantes desde una perspectiva política, de lo que se ha publicado en todo el mundo sobre los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos del cambio climático. La mayor parte de esta literatura especializada ha aparecido en publicaciones revisadas por otros expertos.

El IPCC ha producido una serie de informes de evaluación, informes especiales, documentos técnicos y metodologías que se han convertido en obras normalizadas de referencia en materia de cambio climático para los encargados de formulación de políticas, expertos y estudiantes. El Grupo de Expertos está organizado en tres grupos de trabajo: El Grupo de Trabajo I se centra en los aspectos

científicos del sistema climático; el Grupo de Trabajo II, en impactos, vulnerabilidad y adaptación; el Grupo de Trabajo III en mitigación, vocablo utilizado para describir las intervenciones humanas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y ampliar los "sumideros" (bosques, océanos y otros sistemas naturales que pueden absorber el dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de la atmósfera y almacenarlos).

El primer Informe de evaluación del IPCC se completó en 1990 y contribuyó a inspirar las conversaciones intergubernamentales que culminaron con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, de 1992. Su segundo Informe de evaluación se publicó en 1996 y sirvió de aportación en las negociaciones sobre el Protocolo de Kyoto. El tercer Informe de evaluación de 2001 se centró en las nuevas conclusiones extraídas desde 1995 y prestó especial atención a lo que se conoce sobre el cambio climático en el plano regional.

## Introducción

Las actividades humanas como la industria y la agricultura emiten dióxido de carbono, metano y otros gases de efecto invernadero que cambian la manera en que la atmósfera absorbe y vuelve a emitir energía. Según las proyecciones actuales, un incremento de las concentraciones atmosféricas de estos gases ha de causar un aumento medio de la temperatura mundial de 1,4 a 5,8°C para el año 2100. Este calentamiento sería mucho mayor y mucho más rápido que cualquier cambio de temperatura experimentado por lo menos en los últimos 10.000 años. Tendría impactos significativos en la sociedad humana y en el medio ambiente natural.

El cambio climático ha de afectar, de forma positiva y negativa, nuestra capacidad futura para satisfacer las necesidades humanas. Ha de alterar las condiciones agrícolas, las tendencias locales y regionales en materia de sequías, inundaciones y tormentas, las tensiones en los edificios y otras infraestructuras de larga duración, los riesgos en la salud y muchos más aspectos. Esos efectos tendrán consecuencias desproporcionadas en los sectores pobres del mundo. Ya se pueden detectar actualmente muchos cambios ambientales que tienen un nexo con el calentamiento del planeta.

Debido a las emisiones pasadas, cierto grado de cambio climático actualmente ya es inevitable. Una estrategia esencial para responder a ello será la adaptación, lo que supone tomar medidas para ayudar a las comunidades y ecosistemas a hacer fren-

te a las condiciones variables del clima.

La segunda estrategia, conocida como mitigación, se basa en medidas para limitar las emisiones netas de gases de efecto invernadero, definidas como el resultado de las emisiones menos la absorción por los sumideros (tales como los bosques). La limitación de las emisiones ha de frenar, y con el tiempo, invertir el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (pues como los gases de efecto invernadero permanecen en la atmósfera durante decenios o períodos más largos, los niveles atmosféricos responden sólo gradualmente a la disminución de las emisiones). De esta manera, la mitigación permitiría reducir al mínimo el cambio climático y sus efectos negativos previstos.

Los gobiernos de los 185 miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático han acordado que su objetivo es estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero en niveles seguros. ¿Cuál es la mejor manera de alcanzar esta meta? ¿Cuáles son las políticas y tecnologías más prometedoras? ¿Cuáles son sus costos y beneficios? ¿Cuáles son los obstáculos para adoptarlas? ¿Y de qué manera las medidas que se adopten sobre el cambio climático pueden apoyarse mutuamente con el desarrollo sostenible? Este folleto investigará las respuestas del IPCC a esas preguntas.

# ¿Cuál es el desafío de la mitigación?

**El cambio climático es un problema mundial, complejo y de larga duración (hasta varios siglos) que aún no se comprende plenamente.**

El cambio climático supone interacciones complejas entre procesos climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos. Si bien el informe del IPCC refleja un amplio consenso científico sobre aspectos fundamentales, tales como los riesgos reales que conlleva, también identifica incertidumbres. Algunas de éstas se relacionan con la complejidad de los sistemas naturales, otras con el hecho de que aún no se conocen las futuras acciones humanas que afecten el cambio climático. Por ejemplo, el tipo, la magnitud, la oportunidad y los costos de las medidas de mitigación dependen de lo que es viable (habida cuenta de las diversas circunstancias nacionales, condiciones socioeconómicas y de tecnología) y las emisiones sobre las que se hayan acordado metas de control. El resultado final es que los gobiernos deben adoptar decisiones sobre el cambio climático en circunstancias caracterizadas por la incertidumbre y el riesgo.

**El cambio climático está íntimamente vinculado con cuestiones más generales de desarrollo.**

Las actividades de mitigación del cambio climático no constituyen un problema aislado, sino que afectarán y serán afectadas por las políticas y las opciones socioeconómicas que tienen que ver con el desarrollo, la sostenibilidad y la equidad. Las políticas para limitar las emisiones netas pueden promover mejor el desarrollo sostenible si son compatibles con los objetivos sociales más generales. Algunas medidas de mitigación pueden incluso promover beneficios más allá de las preocupaciones climáticas inmediatas, tales como atenuar los problemas de salud, aumentar el empleo local, reducir al mínimo la contaminación atmosférica, proteger y mejorar los bosques y cuencas y acelerar el desarrollo y difusión de tecnologías con un uso eficiente de la energía. Análogamente, las opciones de desarrollo que promuevan la sostenibilidad pueden dar como resultado una reducción de las emisiones.

**Se plantean cuestiones de equidad dentro y entre los países y las generaciones.**

Las cuestiones de equidad están configuradas por una distribución desigual de los recursos – tecnológicos, naturales y financieros- entre los países y las regiones y entre las generaciones presentes y futuras. Reflejan la capacidad de algunos países (y generaciones) para reducir emisiones a un menor o mayor costo, con relación a otros. Los efectos del cambio climático y de las políticas en la materia probablemente han de crear o agravar las desigualdades. Las preocupaciones sobre equidad incitaron a los gobiernos a incorporar el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas” en la Convención sobre el Cambio Climático y asignar a los países desarrollados, de donde procede la mayoría de las emisiones hasta la fecha, la responsabilidad de tomar la iniciativa en la reducción de emisiones; los países en desarrollo no han asumido compromisos cuantitativos en materia de emisiones, pero se prevé que emprendan vías de desarrollo que causen menos emisiones.

**Las fuentes de energía favorables al clima son la clave para reducir las emisiones.**

Como los combustibles fósiles son la fuente primordial de emisiones de gases de efecto invernadero, la modificación de la producción y el consumo de energía ha de ser una cuestión fundamental en la reducción de las emisiones. La mayoría de las estrategias disponibles en materia de energía supone utilizar los combustibles fósiles de forma más eficiente o sustituirlos por fuentes que produzcan poco o ningún carbono. La medida en que el balance energético mundial evolucione hacia esas fuentes determinará si las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero se estabilizan, y a qué niveles y costos. En la actualidad, la mayoría de la inversión en producción de energía se orienta a descubrir y desarrollar más recursos de combustibles fósiles.

# Tecnologías y prácticas

## En la actualidad hay muchas tecnologías con bajo nivel de emisiones, pero que no se aprovechan plenamente.

Las emisiones mundiales podrían reducirse por debajo de los niveles actuales dentro de pocos decenios si se utilizan las tecnologías ya disponibles o que se están probando. Estas tecnologías existentes podrían incluso ser suficientes para estabilizar las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en los próximos 100 años a niveles muy por debajo del doble de los niveles preindustriales (es decir, muy por debajo de 550 partes por millón, en relación con 365 en la actualidad). Ello exigiría desarrollar mecanismos para transferir esas tecnologías a países y regiones que actualmente no las tienen. Además, deberán superarse muchos obstáculos que impiden un pleno aprovechamiento de las tecnologías con un bajo nivel de emisiones.

## Todos los sectores económicos han experimentado un desarrollo más acelerado que lo previsto de tecnologías favorables al clima en los últimos diez años.

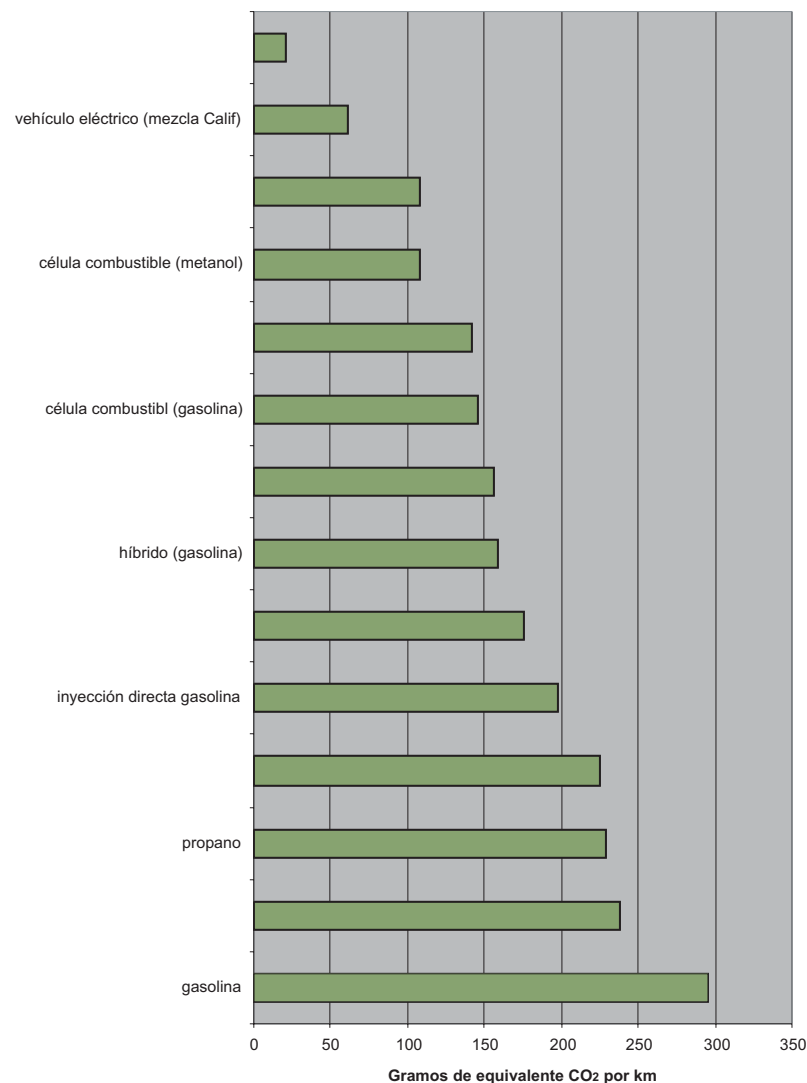
Si bien es esencial que todos los sectores exploten estas nuevas tecnologías, se ilustrarán a continuación dos sectores de importancia particular. El primero es el de la energía y la industria, que incluye la producción de energía más la utilización de la

energía en el transporte, la industria y el sector residencial y de servicios. Se dispone de muchas tecnologías y prácticas relacionadas con la conservación, una mayor eficiencia del combustible y combustibles alternativos, para reducir las emisiones derivadas de la energía. El segundo sector fundamental es la agricultura y silvicultura. En este aspecto, las posibilidades derivan principalmente del almacenamiento de carbono en sumideros y la reducción de emisiones de metano y de óxido nitroso a través de una mejor gestión de la tierra.

## Todos los sectores pueden aspirar a mejoras en la conservación y eficiencia de la energía.

Existen cientos de tecnologías y prácticas para convertir de manera más eficiente los combustibles fósiles en energía, reduciendo de este modo las emisiones de gases de efecto invernadero de los hogares, la infraestructura, el transporte y la industria. Por ejemplo, las turbinas de gas de ciclo combinado, que permiten captar el calor de los gases de escape de la turbina y utilizarlo para alimentar una turbina de vapor, pueden elevar la eficiencia de la generación de energía en más de un 70%; a largo plazo, las nuevas tecnologías podrían duplicar la eficiencia de las centrales eléctricas. En el ínterin, las celdas combustible y otras tecnologías de automotores avanzadas pueden reducir las emisiones procedentes del transporte (véase la Figura 1).

Figura 1. Emisiones de gases de efecto invernadero de tecnologías de automotores avanzadas y combustibles alternativos



Nota: Los diversos gases de efecto invernadero se traducen en "CO<sub>2</sub> equivalente" que luego se suman para producir una cifra única.

## La principal opción de la industria a mediano plazo es mejorar la eficiencia de la energía.

La industria genera más del 40% de las emisiones mundiales de dióxido de carbono, y su eficiencia energética varía ampliamente de un país a otro. Podrían obtenerse algunas mejoras a corto plazo con una generación combinada de calor y electricidad, otras utilizations del calor de residuo, una mejor gestión de la energía y la introducción de innovaciones en los procesos de fabricación. El mejoramiento de la eficiencia energética en la utilización de los materiales a través de un mejor diseño del producto, el reciclaje reciclado y la sustitución de materiales también contribuiría a reducir las emisiones. Las mejoras en la eficiencia de la energía seguirán siendo un factor importante para la industria también a largo plazo.

## Hay muchas opciones para adoptar fuentes de energía más limpias.

Una de las fuentes prometedoras de reducción de emisiones por unidad de energía es el gas natural, un combustible fósil que libera menos CO<sub>2</sub> que el carbón o el petróleo. Hay diversas formas de energía renovables que también pueden recortar las emisiones. Éstas incluyen las fuentes de biomasa, tales como la leña, el alcohol fermentado del azúcar, aceites combustibles extraídos de soja y gas metano emitido por los vertederos de desechos desechos. Para reducir las emisiones en general, estas fuentes deben producirse de forma sostenible, por ejemplo, mediante plantaciones periódicas de árboles. Cuando se dispone de tierras y aguas adaptadas que no son necesarias para la producción de alimentos, los cultivos transformados en combustibles de biomasa pueden complementar las fuentes

de biomasa que existen naturalmente.

Entre otras fuentes de energía renovables que producen pocas o ninguna emisión pueden mencionarse la electricidad hidráulica, las celdas fotovoltaicas solares, la energía eólica y las celdas combustibles de hidrógeno. Si bien la hidroelectricidad en gran escala puede contribuir considerablemente a la reducción de emisiones, su utilización puede verse restringida por preocupaciones relacionadas con sus impactos en los asentamientos humanos y los sistemas fluviales. La utilización de energías renovables que no son hidroeléctricas sigue creciendo a medida que sus costos disminuyen, si bien su contribución al suministro mundial de energía actualmente está por debajo del 2%.

La energía nuclear tampoco emite prácticamente gases de efecto invernadero. Sin embargo, suscita en el público preocupaciones en lo que respecta a la seguridad, el transporte y la disposición de los desechos radioactivos y la proliferación de armas.

En el interin, han aparecido nuevas tecnologías que pueden captar el dióxido de carbono emitido por las centrales eléctricas basadas en combustibles fósiles y otras grandes "fuentes puntuales" antes que llegue a la atmósfera. Siempre que sea viable desde el punto de vista económico, esas tecnologías podrían ofrecer una solución competitiva, basada en una energía "fósil limpia", como alternativa a las fuentes renovables. El dióxido de carbono captado se almacenaría subterráneamente, en depósitos vacíos de petróleo o de gas, depósitos de aguas subterráneas, yacimientos de carbón no utilizados o en las profundidades de los océanos. Algunas de estas aplicaciones ya están en funcionamiento. Sin embargo, se necesita más investigación sobre la manera de reducir los costos y evaluar los posibles riesgos e impactos ambientales.

## La ampliación de los sumideros de carbono puede compensar parcialmente las emisiones de combustibles fósiles.

A medida que los árboles crecen, almacenan carbono y, de esta manera, lo mantienen fuera de la atmósfera (véase la Figura 2). Los bosques y otros sumideros tienen la posibilidad de absorber cerca de 10 a 20% de las emisiones derivadas de combustible fósil en los próximos 50 años. Los sumideros pueden, por lo tanto, dejar tiempo para elaborar tecnologías con un bajo índice de emisiones. Ello podría lograrse:

1. conservando los sumideros de carbono existentes, por ejemplo, frenando o poniendo término a la deforestación;
2. ampliando el tamaño de los sumideros de carbono, por ejemplo, plantando árboles o mejorando la capacidad del suelo para retener el carbono, y
3. sustituyendo los combustibles fósiles y productos basados en combustibles fósiles por productos biológicos producidos de forma sostenible, por ejemplo, utilizando combustibles de biomasa en lugar de carbón o de petróleo para generar energía, o madera en lugar de acero para la construcción.

Si están debidamente administrados, los sumideros de bosques y del suelo pueden también producir beneficios sociales, económicos y ambientales, además de reducir el dióxido de carbono atmosférico. Los bosques sanos que absorben CO<sub>2</sub> pueden también conservar la naturaleza, prevenir la erosión, y crear empleo rural. Si están mal administrados, los bosques y los suelos pueden dejar de almacenar CO<sub>2</sub>, afectar la diversidad biológica, contaminar las aguas subterráneas y perturbar a las comunidades locales.

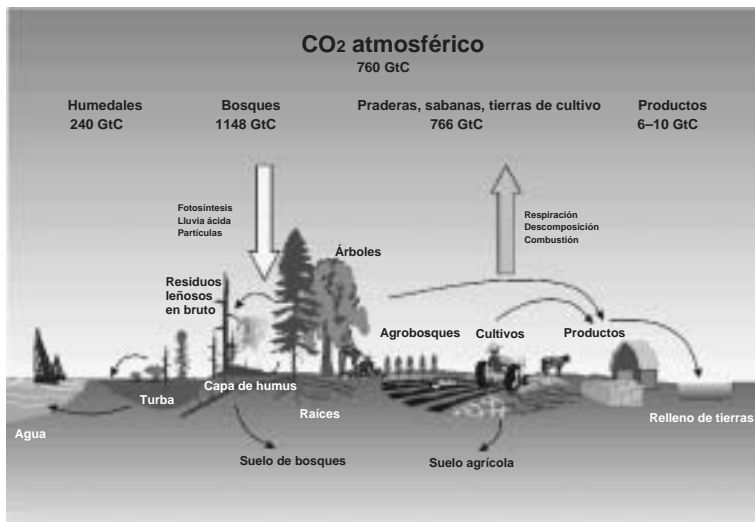
Aún cuando el carbono almacenado en los árboles, la vegetación y los suelos aumente, persiste el riesgo de que se libere CO<sub>2</sub> en el futuro, si el ecosistema subyacente más tarde se ve perturbado por incendios, desmonte de tierras u otros cambios naturales o inducidos por el hombre. Por consiguiente, es esencial una gestión adecuada y a largo plazo de la tierra en las zonas en que se almacena carbono.

Las medidas para la conservación de los bosques amenazados pueden no contrarrestar las emisiones, si se limitan a desplazar la tala de árboles o el desmonte a otras zonas. Para ser sostenible, cualquier estrategia de ampliación de los sumideros debe abordar las causas socioeconómicas más generales de la deforestación y otras actividades que destruyen los sumideros de carbono.

## El mejoramiento de la gestión agrícola puede impulsar el almacenamiento de carbono.

El carbono almacenado en los suelos agrícolas puede a menudo preservarse o ampliarse a través de técnicas no basadas o muy poco basadas en la labranza, que frenan la velocidad de descomposición de la materia orgánica del suelo. También se puede contribuir a ese proceso si se modifica la utilización de una parcela de terreno, por ejemplo, convertir tierras de cultivo en tierras de pastoreo, que se adaptan mejor a las características del suelo. La introducción de legumbres que fijan el nitrógeno en las tierras de pastoreo fomenta la productividad y la materia orgánica del suelo y de ese modo favorece el almacenamiento de carbono. La reducción de la erosión a través del aterrazado, los rompevientos y la gestión de los residuos puede también prevenir las pérdidas de carbono (así como de nitrógeno). Sin embargo, todavía no se conoce con certeza el

Figura 2. Reservas y flujos de carbono.



Diferentes ecosistemas, sus componentes y actividades humanas. Las reservas de carbono asociadas con los diferentes ecosistemas se almacenan en la biomasa por encima y debajo del suelo, la materia orgánica muerta y el suelo. El carbono se retira de la atmósfera a través de la fotosíntesis (flecha vertical descendente) y vuelve por procesos de oxidación que incluyen respiración de la planta, descomposición y combustión (flecha vertical ascendente). El carbono también se transfiere dentro de los ecosistemas y a otros lugares (flechas horizontales). Los procesos naturales y las actividades humanas afectan los flujos de carbono. Las actividades de mitigación dirigidas a un componente del ecosistema en general tienen efectos adicionales que influyen en la acumulación o pérdida de carbono de otros componentes.

Nota: GtC = Gigatoneladas de carbono; 1 G = 1,000,000,000 toneladas.

efecto de la erosión del suelo en el almacenamiento del carbono, ya que el carbono de los suelos erosionados puede simplemente depositarse en el suelo en otras partes, y quedar por lo menos parcialmente estabilizado.

En los arrozales, se pueden suprimir en cierta medida las emisiones de metano a través de prácticas de labranza, gestión del agua y rotación de cultivos. En general, la utilización más eficiente de fertilizantes basados en nitrógeno puede mitigar las emisiones de óxido nítrico, que es un potente gas de efecto invernadero.

### Los cambios de comportamiento y económicos pueden apoyar las soluciones técnicas.

Las tecnologías favorables al clima son fundamentales para reducir las emisiones, pero la educación, la capacitación, la sensibi-

lización del público, el compromiso político y los cambios institucionales son otros factores que pueden contribuir. Los estudios indican que los actuales sistemas de incentivos, basados en leyes, normas, impuestos y otros incentivos de reglamentación o de mercado que motivan a los particulares o a las organizaciones para actuar de una determinada manera, no desalientan, e incluso pueden promover pautas de producción y consumo con gran utilización de recursos. Esta tendencia podría invertirse con nuevos incentivos que promuevan cambios favorables al clima en los estilos de vida, las pautas de consumo y la organización social. Tales cambios podrían ser, por ejemplo, la copropiedad o arrendamiento de equipo, la utilización del transporte público o de bicicletas, la reducción de las necesidades de transporte incrementando la densidad urbana y la introducción de cambios en la alimentación.

# Costos y beneficios

## Las políticas de mitigación pueden tener costos y beneficios

Los costos de reducción de emisiones probablemente serán relativamente inmediatos y estarán soportados por un grupo identificable. Sin embargo, los beneficios de la prevención del cambio climático estarán distribuidos en un periodo más largo y su precio será más difícil de determinar. Muchos de esos beneficiarios son generaciones futuras e industrias que aún no existen. Además de estos costos y beneficios directos, en la ecuación íntegra se deben considerar los efectos indirectos de las políticas de reducción de emisiones. Estos efectos "secundarios" están definidos como los costos y beneficios de una política por encima y más allá del cambio climático que se ha impedido. Muchos efectos, tales como una mejor calidad de la atmósfera y una reducción de la congestión del tráfico, representan beneficios inmediatos.

## Los costos estimados de la protección del clima dependen de las hipótesis básicas

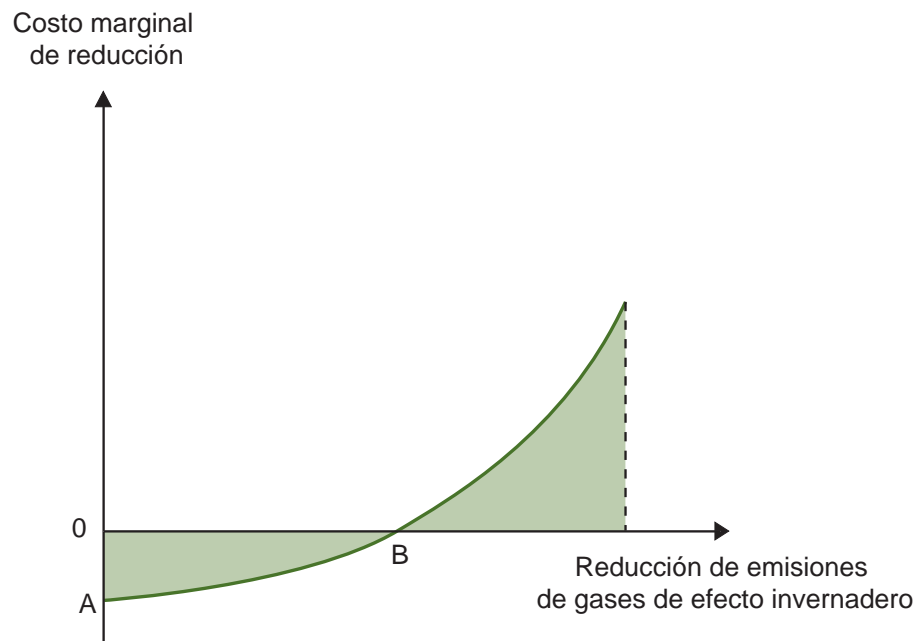
Los costos de la mitigación son objeto de un acalorado debate por parte de los economistas y dependen en cierta medida de determinadas hipótesis (véase la Figura 3):

- *La definición de la base de referencia*, es decir, las emisiones de gases de efecto invernadero que se producirían en caso de que no hubiera políticas sobre emisiones. Esta base permite

determinar cuán onerosos podrían resultar los recortes de las emisiones. Se basa en hipótesis sobre las futuras tendencias demográficas, crecimiento económico y cambio tecnológico.

- *El tipo de descuento*, medida que los economistas utilizan para comparar los costos y beneficios futuros en relación con los costos y beneficios actuales. Un tipo de descuento elevado reduce la importancia actual de los costos y beneficios futuros.
- *La flexibilidad de las políticas gubernamentales*. Los costos de la reducción de emisiones con frecuencia están influidos por las políticas adoptadas por los gobiernos nacionales para abordar el cambio climático. Cuanto más flexibilidad permitan las políticas, más bajos serán los costos generales para la economía de lograr una reducción determinada.
- *Los costos y beneficios secundarios de las políticas de reducción de emisiones*. Las políticas sobre cambio climático pueden tener una serie de efectos colaterales indirectos, ya sean positivos o negativos, en la contaminación atmosférica, el transporte, la agricultura, las prácticas de utilización de la tierra, el empleo, y la seguridad de los combustibles. La inclusión de estos efectos en la ecuación de costos puede reflejarse en un aumento o disminución de los costos de mitigación.
- *La disponibilidad de "opciones útiles*

Figura 3. Curva de costos típica, que muestra costos en aumento con el nivel de reducción de los gases de efecto invernadero.



Nota: De A a B, los costos marginales de reducción son negativos, y representan soluciones “útiles en todo caso”. De B en adelante, los costos marginales son positivos.

en todo caso”, que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero al mismo tiempo que generan beneficios directos e indirectos (secundarios) suficientes para compensar sus costos. Estas opciones de costos negativos o nulos pueden, obviamente, no ser suficientes por sí solas para alcanzar una meta en materia de emisiones, y por ende, necesitarían ser completadas con otras medidas. Además, pueden existir obstáculos sociales, económicos o de otro tipo a su adopción.

### Los permisos de emisiones sujetos a comercio internacional podrían reducir los costos.

En virtud del sistema internacional de permisos de emisiones que pueden comercializarse, tales como el sistema establecido en el marco del Protocolo de Kyoto, cada país podría emitir una determinada cantidad de gases de efecto invernadero por año. Los países que puedan reducir sus emisiones de forma poco onerosa podrían vender el excedente de la cantidad autorizada a países

para los cuales las medidas nacionales resultan más caras. De esta manera, las emisiones tenderían a recortarse donde es menos oneroso hacerlo, y disminuirían los costos generales. Cuanto más países participen en el sistema, probablemente menores serán los costos. En general, los economistas estiman que la aplicación del Protocolo de Kyoto reduciría el producto interno bruto proyectado de los países de la OCDE (desarrollados) en un 0,2 a 2% para 2010. Sin embargo, un sistema de comercio de emisiones permitiría disminuir estas pérdidas del futuro PIB, según una estimación, hasta 0,1 a 1%. Si se toman en cuenta los costos de las transacciones reales las pérdidas estimadas en el PIB serían mayores; si se toman en cuenta los sumideros, las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero diferentes del CO<sub>2</sub>, los beneficios secundarios y otros factores, las pérdidas se reducirían aún más.

### Las políticas de mitigación de emisiones de los países desarrollados podrían afectar a las economías de los países en desarrollo.

Como la economía mundial está tan entrelazada, las medidas que adopten los países desarrollados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero tienen consecuencias para los países en desarrollo, conocidas como efectos indirectos. Estos efectos en general se reflejan en un aumento de las emisiones en los países en desarrollo, que compensa en parte la disminución en los países desarrollados. Según las estimaciones actuales, la aplicación del Protocolo de Kyoto a plena escala podría causar que un 5 al 20% de los recortes de

las emisiones en los países desarrollados se “fugue” a los países en desarrollo.

Por ejemplo, la reducción de las emisiones en los países desarrollados podría disminuir la demanda de petróleo y de esta manera los precios internacionales del petróleo. Los países que no buscan reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero podrían aprovecharse de la reducción de los precios e importar más petróleo, impulsar la producción industrial y emitir más CO<sub>2</sub>, algo que no habrían hecho de otra manera. Como resultado, los países importadores de petróleo se beneficiarían económicamente, mientras que los países exportadores de petróleo podrían percibir menores ingresos.

Otro ejemplo tiene que ver con las decisiones de cambiar la localización de industrias que generan grandes volúmenes de emisiones de carbono. Los estudios indican que las empresas pueden responder a los controles de emisiones en los países desarrollados trasladando algunas instalaciones a países que no tienen esos controles. Este traslado redundaría en beneficio de los países en desarrollo desde el punto de vista económico, a costa de los países desarrollados. Un ejemplo adicional también podría ser una disminución de las exportaciones de los países en desarrollo, si los controles de emisiones frenan el crecimiento económico en los países desarrollados. Existen asimismo ejemplos positivos de efectos indirectos; uno sería la propagación internacional de tecnologías ecológicamente racionales en respuesta a las presiones para reducir las emisiones.

### Las medidas para reducir las emisiones derivadas del sector energético podrían tener consecuen-

## **cias sociales y económicas para muchos sectores.**

La producción y el empleo en las industrias del carbón y el petróleo podrían disminuir. La industria del gas natural podría o no beneficiarse en los próximos 20 años, según la disponibilidad local de gas, las posibilidades de que el gas sustituya al carbón en la generación de electricidad y otros factores. El sector de las energías renovables ganaría mercados más importantes, si bien en gran parte depende de los adelantos tecnológicos; además, las perspectivas del sector varían de una región a otra. Las ganancias de mercado para las energías renovables podrían estimular mayores actividades de investigación y desarrollo, así como inversiones, lo que permitiría reducir los costos y ampliar los mercados. A su vez, las economías de los países en desarrollo podrían beneficiarse con las oportunidades de hacer “saltos tecnológicos” hacia tecnologías energéticas más avanzadas. Estos países podrían saltar algunas de las etapas de los países industrializados en su avance a tecnologías adelantadas. La transferencia de tecnología podría brindar oportunidades para establecer instituciones y conocimientos técnicos en el plano local.

## **Los efectos en la industria probablemente han de estar mezclados.**

Algunas industrias y tecnologías producen más valor por unidad de combustible fósil que otras, por lo cual son menos vulnerables a la evolución de los precios del combustible; el sector de los servicios es un ejemplo importante. Análogamente, algunos sec-

tores serán más capaces que otros para adaptar sus técnicas de producción a fin de reducir las emisiones, y para otros será más fácil trasladar el aumento de los costos a sus consumidores.

Las empresas responderán a las políticas de mitigación mediante la conservación de energía, el pago de los costos de los controles nacionales o el desplazamiento de la producción a países extranjeros, ya sea como inversión extranjera directa o empresas mixtas. Estas medidas con frecuencia han de crear beneficios secundarios, que incluyen la reducción de la contaminación atmosférica local, mayores conocimientos científicos y tecnológicos sobre productos y procesos favorables al clima y la transferencia de tecnología a las regiones en desarrollo.

## **Las políticas de mitigación pueden mejorar las prácticas de uso de la tierra.**

Las actividades de mitigación basadas en la tierra, tales como la ampliación de los sumideros de carbono y la producción de biocombustibles pueden tener importantes efectos en los usos de la tierra. Si se adoptan en gran escala, podrían promover la conservación de la diversidad biológica, el empleo rural y la protección de las cuencas, contribuyendo de esta manera al desarrollo sostenible. La mejor manera de promover esos beneficios sería haciendo participar a las comunidades e industrias locales en la concepción y ejecución de tales actividades.

# Obstáculos a la acción

## **Hay muchos obstáculos a la difusión de tecnologías favorables al clima.**

Pese a que se dispone de tecnologías eficaces a costos relativamente bajos, los esfuerzos para el control de las emisiones no han avanzado mucho. El motivo, según el IPCC, es que una amplia gama de obstáculos técnicos, económicos, políticos, culturales, sociales, de comportamiento e institucionales obstruye las oportunidades para reducir emisiones..

## **Los obstáculos institucionales existen en algún grado en todos los países.**

Muchos países tienen una capacidad humana e institucional limitada para aplicar y seguir de cerca las medidas de mitigación. Esto limita y frena el proceso de adopción de tecnologías más eficientes para reemplazar a las que se usan actualmente. La falta de organismos de reglamentación eficaces es también una limitación. Muchos países tienen excelentes disposiciones constitucionales y jurídicas para la protección del medio ambiente, pero no las ponen en práctica en los hechos. Otro problema es la falta o escasez de información; si no poseen la información adecuada, las empresas y los consumidores no pueden adoptar decisiones acertadas sobre las tecnologías que deben utilizar.

## **Entre los obstáculos culturales pueden mencionarse los modelos actuales de estilo de vida, comportamiento y consumo.**

Las condiciones sociales pueden afectar el

consumo, por ejemplo, al asociarse determinados objetos con la posición y clase social. La elección de pautas más sostenibles de consumo depende no sólo de la correspondencia entre esas pautas y las necesidades percibidas de los individuos, sino también de la medida en que se conozcan y estén disponibles otras opciones de consumo.

## **Los obstáculos económicos constituyen indicadores negativos para los productores y consumidores.**

La inestabilidad de las condiciones macroeconómicas aumenta los riesgos generales de la inversión y puede desalentar la pronta adopción de tecnologías ecológicamente racionales, que con frecuencia tienen costos iniciales muy elevados. Algunos impuestos, subvenciones a combustibles fósiles, obstáculos al comercio y otras intervenciones de política también pueden frenar la difusión de esas tecnologías. Los obstáculos comerciales pueden favorecer las tecnologías poco eficientes o impedir el acceso a tecnologías extranjeras eficientes.

## **Pueden existir obstáculos tecnológicos en las primeras etapas de la introducción de una tecnología.**

Las nuevas tecnologías pueden exigir una infraestructura que no está disponible inicialmente. Por ejemplo, el atractivo de los vehículos que utilizan gas natural comprimido depende de que haya sitios cómodos para recargar el combustible. Al mismo tiempo, el establecimiento de una infraestructura de distribución de combustibles depende del nivel de la demanda.

# Políticas y medidas favorables al clima

## Muchas políticas y medidas diferentes pueden ayudar a superar los obstáculos

Se pueden concebir políticas y medidas que influyan en una amplia gama de actividades económicas o sólo en un sector específico. Una lista de las opciones posibles probablemente incluiría:

- Impuesto sobre las emisiones, el carbono o la energía;
- Subvenciones a las actividades favorables al clima;
- Sistemas de depósito / reembolso para aparatos eléctricos, baterías u otros artículos;
- Acuerdos voluntarios, en particular entre los gobiernos y el sector privado;
- Regímenes de comercio de emisiones;
- Reglamentaciones (tales como normas sobre eficiencia de energía para los edificios);
- Normas mínimas de rendimiento para las tecnologías,
- Prohibición de productos con alto nivel de emisiones; e
- Inversión directa del gobierno en tecnologías energéticamente eficientes.

## Las políticas y medidas deben seleccionarse sólo tras una evaluación rigurosa

Los criterios fundamentales que deben considerarse son:

- *Eficacia para el medio ambiente.* ¿Hasta qué punto la política alcanza su meta de reducir las emisiones? ¿la consecución de esa meta es fiable? ¿su eficacia ha de mermar con el tiempo? ¿ha de crear incentivos continuos para mejorar los productos o procesos de maneras que reduzcan las emisiones? ¿tendrá la política efectos ambientales más amplios, tales como un mejoramiento de la calidad de la atmósfera local?
- *Eficacia en función de los costos.* ¿alcanzará la política su meta ambiental al costo más bajo, tomando en cuenta los costos de transacción, información y observancia? ¿qué otros beneficios tendrá la política o la medida?
- *Consideraciones de equidad.* ¿cómo se distribuirán los costos del logro de la meta ambiental entre todos los grupos de la sociedad, ahora y en el futuro? ¿cómo afectará la política aspectos como la inflación, la competitividad, el empleo y el comercio?

- *Viabilidad administrativa y política.* ¿Se aplicará realmente en la práctica la política o medida? ¿es aceptable desde el punto de vista político? ¿cuáles son los requisitos administrativos? ¿podrá la política observarse en la práctica? ¿cómo ha de interactuar con otros objetivos gubernamentales (tales como el logro de objetivos fiscales)? ¿contribuirá al cambio de actitudes y una mayor sensibilización en el cambio climático?

Como la importancia de estos criterios ha de diferir según el momento y el lugar, la mayoría de los gobiernos limitarán las emisiones netas a través de un conjunto de instrumentos de política, más que de una política única. De esta manera, los encargados de formulación de políticas pueden combinar las ventajas de diversos instrumentos de política, al mismo tiempo que compensan sus deficiencias, y de esta manera se mejora la eficacia y eficiencia general.

## Los países pueden beneficiarse con la coordinación de sus políticas y medidas

La coordinación de las medidas entre los países y sectores podría contribuir a abor-

dar preocupaciones sobre la competitividad y los conflictos posibles con las normas del comercio internacional. Ello podría también ayudar a reducir los costos. Algunas opciones son:

- Los mecanismos del Protocolo de Kyoto, a saber, la aplicación conjunta, el Mecanismo para un Desarrollo Limpio y el comercio internacional de emisiones;
- Un impuesto internacional sobre emisiones, carbono o energía,
- Normas sobre productos coordinadas en el plano internacional; y
- Acuerdos voluntarios internacionales.

## Las políticas no relacionadas con el clima también pueden afectar las emisiones de gases de efecto invernadero

Entre los ejemplos pueden mencionarse la liberalización del comercio, las reformas de precios y subvenciones y la apertura de los mercados de energía. Estas políticas macroeconómicas pueden crear las condiciones para promover inversiones en actividades favorables al clima.

# Hacia el desarrollo sostenible

## Las cuestiones ambientales y de desarrollo están íntimamente entrelazadas

El cambio climático, la pérdida de la diversidad biológica, la desertificación, la escasez de agua dulce, la degradación de los bosques y la pobreza están vinculados a través de un complejo conjunto de procesos físicos, químicos, biológicos y sociales (véase la Figura 4). El cambio climático, por ejemplo, altera el ciclo hidrológico mundial, afecta al funcionamiento de los sistemas ecológicos y acelera la degradación de la tierra y la desertificación. Estos impactos negativos pueden reforzarse mutuamente y amenazar gravemente la productividad de la tierra, la alimentación, los abastecimientos de agua dulce y la diversidad biológica. Las políticas que aborden el cambio climático pueden, pues, contribuir a resolver otros problemas. Sin embargo, también pueden suponer efectos negativos. Por ejemplo, según como esté administrada, una plantación de árboles en gran escala destinada al secuestro del carbono podría afectar negativamente la diversidad biológica local y las posibilidades de desarrollo local.

## Los tratados sobre medio ambiente y desarrollo sostenible comparten metas y medios comunes

La comunidad internacional está abordan-

do el medio ambiente y el desarrollo sostenible a través de una gama de acuerdos vinculantes y no vinculantes. Estos acuerdos, por ejemplo, los tratados sobre desertificación, diversidad biológica, cambio climático y ozono, tienden a interactuar en muchos niveles. Comparten también muchas características comunes, que exigen a sus miembros:

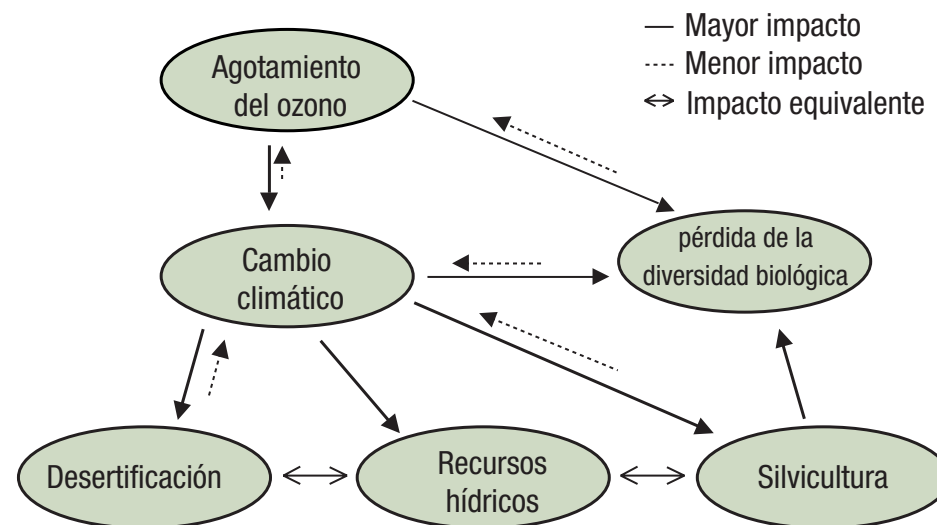
- establecer instituciones gubernamentales y civiles para ejecutar las medidas acordadas en el plano internacional;
- formular estrategias y planes de acción como marco para la ejecución a nivel del país;
- recopilar datos y presentar informes sobre sus obligaciones; y
- reforzar la capacidad de los recursos humanos e instituciones.

La coordinación de la aplicación de estos acuerdos en los planos local, nacional e internacional puede reforzar su eficacia y evitar una duplicación de esfuerzos.

## Las políticas nacionales pueden garantizar que las metas en materia de cambio climático y desarrollo sostenible se apoyen mutuamente

Las políticas para limitar las emisiones pueden ser más eficaces cuando toman en cuenta las cuestiones relativas al desarrollo. A la inversa, las políticas que no apun-

Figura 4. Vínculos entre las cuestiones ambientales.



# Próximos pasos

ten al clima pueden producir beneficios en el clima. El reconocimiento de las posibilidades de sinergias entre clima y desarrollo puede atenuar los obstáculos políticos e institucionales que afecten las medidas específicas para el clima. Es posible establecer muchas sinergias en las medidas relacionadas con la industria, el transporte, la agricultura, la silvicultura y los asentamientos humanos.

Por ejemplo, las pautas de desarrollo descentralizado basadas en realzar el papel de las ciudades de pequeño y mediano tamaño pueden frenar el éxodo rural y reducir las necesidades de transporte. También pueden estimular las tecnologías basadas en la energía solar, pequeñas centrales hidroeléctricas y de otro tipo que permitan a las comunidades aprovechar sus recursos naturales de manera sostenible. Análogamente, la adopción de tecnologías ecológicamente racionales para la producción y el consumo de energía puede reducir las inversiones públicas, mejorar la competitividad en las exportaciones y mantener reservas de energía, al paso que se evitan emisiones de gases de efecto invernadero.

En África, un creciente número de comunidades está volviendo a la agrosilvicultura, que supone plantar árboles para delimitar las parcelas de terreno, al mismo tiempo que sirve para la fijación de nitrógeno en el suelo. Los árboles también contribuyen al

secuestro del carbono, previenen la erosión del suelo, suministran leña y pienso para animales y son fuente de ingresos.

La agricultura orgánica también puede reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero al mismo tiempo que mejora la fertilidad del suelo gracias al añadido de materia orgánica. Los daños y enfermedades causadas por los insectos pueden prácticamente eliminarse a través de la técnica de “sembrar en corredores”, que además evita los costos de los abonos y plaguicidas.

## Pueden establecerse sinergias a través de cambios institucionales y la participación de las partes interesadas.

En muchos países, hay un organismo gubernamental diferente que se ocupa de cada cuestión ambiental. Esto a veces puede provocar una duplicación de las tareas, una corriente mediocre de información, una asignación poco eficiente de los recursos y una falta general de coordinación. Si se mejoran los nexos entre los organismos e instituciones nacionales ello podría contribuir considerablemente al programa de desarrollo sostenible. Podrían alcanzarse incluso mayores sinergias si los organismos con un programa mundial y local ejecutan juntos sus actividades.

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC ha reafirmado que la amenaza del cambio climático es real. Hay suficientes pruebas que justifican medidas inmediatas por parte de los gobiernos y demás partes interesadas. Ha llegado el momento de actuar sobre la base de las decisiones fundamentales, a saber, la manera de adaptarse a los efectos previstos, limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, las acciones prioritarias que deberán emprenderse en primer lugar, y el modo de garantizar su eficacia y reducir al mínimo sus costos.

Afortunadamente, las oportunidades para reducir las emisiones netas abundan. Todas consisten en reducir las emisiones provocadas por el hombre o capturar el dióxido de carbono de la atmósfera y secuestrarlo. Estas opciones incluyen inversiones en tecnologías con bajas emisiones, cambios institucionales y de reglamentación que desalienten las emisiones, y una amplia gama de prácticas técnicas y cambios sociales. Los costos para reducir al mínimo el cambio climático pueden mantenerse a un nivel relativamente bajo si los recortes de emisiones se escalonan en el tiempo para coincidir con nuevas inversiones en la producción de energía, utilización de la energía e infraestructura. Hay muchos obstáculos que se oponen a la acción, pero los encargados de la formulación de políticas pueden

ahora acelerar sus esfuerzos para superarlos. La participación activa de la sociedad civil también es fundamental.

Gran parte del debate sobre el cambio climático gira en torno a las cuestiones más generales de desarrollo y la distribución desigual de la riqueza entre los países del mundo. Si se aplican políticas climáticas en el contexto del desarrollo sostenible, y se toma en cuenta el cambio climático en todos los aspectos de la actividad nacional de formulación de políticas, los gobiernos pueden minimizar el cambio climático y al mismo tiempo alcanzar otras metas sociales.

Si bien se han hecho grandes adelantos en la comprensión del cambio climático y las posibilidades de mitigación, la investigación sobre la solución de incertidumbres persistentes debe continuar con la mayor rapidez. Hay un creciente consenso sobre la disponibilidad de tecnologías con un bajo nivel de emisiones, pero se necesita seguir investigando los obstáculos que impiden su asimilación, las políticas y medidas para superarlos y sus costos y beneficios. Con todo, si bien esos estudios prometen reforzar los esfuerzos de mitigación a largo plazo, las conclusiones del IPCC demuestran la importancia de comenzar ahora a reducir las emisiones.

<b>Acuerdo voluntario</b>	Acuerdo entre el gobierno y la empresa o compromiso unilateral del sector privado que está reconocido por el gobierno, destinado a alcanzar objetivos ambientales o mejorar los resultados ambientales.
<b>Adaptación</b>	Ajuste de los sistemas naturales o humanos para hacer frente al cambio climático real o previsto y sus efectos.
<b>Base de referencia</b>	Nivel de emisiones de gases de efecto invernadero que se producirían si no hubiera intervenciones en materia de cambio climático; utilizada como base para analizar la eficacia de las políticas de mitigación.
<b>Biocombustible</b>	Combustible producido a partir de materia orgánica seca o aceites combustibles de plantas, tales como el alcohol de azúcar fermentada, la lejía negra del proceso de fabricación del papel, la leña y el aceite de soja.
<b>Biomasa</b>	Masa total de organismos vivos en una zona o volumen determinados; la biomasa puede utilizarse como fuente sostenible de combustible, con emisiones netas bajas o nulas.
<b>Combustibles fósiles</b>	Combustibles basados en carbono procedentes de yacimientos de carbono fósil, que incluye el carbón mineral, el petróleo y el gas natural.
<b>Emisiones antropogénicas</b>	Emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con actividades humanas tales como la quema de combustible fósiles o la tala de árboles.
<b>Efectos secundarios</b>	Efectos colaterales de las políticas para reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero, tales como la reducción de los contaminantes de la atmósfera asociados con los combustibles fósiles o los efectos socioeconómicos sobre el empleo o la eficiencia agrícola.
<b>Efectos indirectos</b>	Efectos económicos de las medidas de mitigación nacionales y sectoriales en otros países o sectores, que pueden ser positivos o negativos e incluyen los efectos sobre el comercio, las fugas de carbono y la transferencia y difusión de tecnologías ecológicamente racionales.
<b>Energías alternativas</b>	Energía procedente de fuentes de combustibles no fósiles.
<b>Energías renovables</b>	Fuentes de energía que, en un período de tiempo que es relativamente breve en relación con los ciclos naturales de la tierra, son sostenibles; como ejemplo pueden mencionarse las tecnologías que no utilizan carbono, tales como la energía solar, la energía hidroeléctrica y eólica, así como las tecnologías con una producción neutra de carbono, tales como la biomasa.

<b>Fugas</b>	Se producen cuando la reducción de emisiones en los países desarrollados en parte está compensada por un aumento por encima de los niveles de la base de referencia en países en desarrollo, debido al desplazamiento de la producción con un gran consumo de energía, un mayor consumo de combustibles fósiles cuando la disminución de la demanda en el país desarrollado hace bajar los precios internacionales del petróleo, los cambios en los ingresos y, de este modo en la demanda de energía, debido a las mejores condiciones del comercio, o cuando las actividades de los sumideros tales como la plantación de árboles en una parcela de tierra estimula actividades que producen emisiones en otros lugares.
<b>Impuesto sobre emisiones</b>	Gravamen impuesto por un gobierno sobre cada unidad de emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente, por una fuente sujeta al impuesto; puede ser aplicada como una tasa sobre el carbono para reducir las emisiones de dióxido de carbono resultantes de los combustibles fósiles.
<b>Medidas voluntarias</b>	Medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que adoptan las empresas u otros actores a falta de disposiciones del gobierno; abarca poner a disposición procesos o productos más favorables al clima o alentar a los consumidores a incorporar valores ambientales en sus elecciones de mercado.
<b>Mitigación</b>	Medidas para reducir las fuentes o ampliar los sumideros de gases de efecto invernadero.
<b>Obstáculos</b>	Todas las barreras a la difusión de tecnologías o prácticas de mitigación eficaces en función de los costos, que pueden ser institucionales, sociales, económicas, políticas, culturales o tecnológicas.
<b>Opciones biológicas</b>	Existen tres: conservar un reservorio de carbono existente, y de esa manera prevenir que las emisiones penetren en la atmósfera, proceder al secuestro de un mayor volumen de CO <sub>2</sub> de la atmósfera, aumentando el tamaño de los reservorios de carbono existentes, y sustituir los combustibles fósiles o productos de gran consumo de energía por productos biológicos, reduciendo de esta manera las emisiones de CO <sub>2</sub> .
<b>Países / Partes del Anexo B</b>	Países desarrollados incluidos en el Anexo B del Protocolo de Kyoto, que asigna metas cuantitativas de emisiones para el período 2008-2012.
<b>Partes interesadas</b>	Personas o entidades con intereses que se verían afectados por una medida o política en particular.

**Políticas y medidas**

Medidas de los gobiernos para promover la reducción de las emisiones por parte de empresas, particulares y otras agrupaciones; las medidas incluyen las tecnologías, los procesos y las prácticas; las políticas incluyen los impuestos sobre el carbono u otras energías y las normas unificadas sobre eficiencia de combustible para los automóviles.

**Políticas “útiles en todo caso”**

Políticas que generan beneficios sociales netos, se produzca o no un cambio climático, por ejemplo, cuando el valor de la disminución de los costos de energía o de la contaminación local supera el costo de reducción de las emisiones asociadas.

**Secuestro**

Proceso de retirar y almacenar dióxido de carbono de la atmósfera a través, por ejemplo, de cambios en el uso de la tierra, forestación, reforestación o ampliaciones de carbono en los suelos agrícolas.

**Subvención**

Pago directo del gobierno a una entidad, o reducción fiscal a esa entidad, para la aplicación de una práctica que el gobierno desea estimular; las emisiones de gases de efecto invernadero pueden desalentarse reduciendo las subvenciones a los combustibles fósiles u otorgando subvenciones para aislar edificios o plantar árboles.

**Transferencia de tecnología**

Intercambio de conocimientos, dinero o bienes que promueve la propagación de tecnologías para adaptarse o mitigar el cambio climático; la expresión en general se refiere a la difusión de tecnologías y cooperación tecnológica entre y dentro de los países.