
**Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de
Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio
Climático**

CAMBIO CLIMÁTICO 2007: “MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO”

Resumen para responsables de políticas

Traducción sobre la versión del 23 de mayo de 2007

Contenidos:

- A. Introducción
 - B. Tendencias de emisiones de Gases de Efecto Invernadero
 - C. Mitigación a corto y medio plazo (hasta 2030)
 - D. Mitigación a largo plazo (después de 2030)
 - E. Políticas, medidas e instrumentos para mitigar el cambio climático
 - F. Desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático
 - G. Lagunas en los conocimientos
- Caja Final 1: Representación de incertidumbres

A) Introducción

- 1. La contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación (AR4 en sus siglas en inglés) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC en sus siglas en inglés) se centra en la nueva literatura sobre los aspectos científicos, tecnológicos, medio ambientales, económicos y sociales de la mitigación del cambio climático, publicada desde el Tercer Informe de Evaluación (TIE) del IPCC y los Informes Especiales sobre Captura y Almacenamiento de CO₂ y sobre la Protección de la Capa de Ozono y el Sistema Climático Mundial.**

El resumen está organizado en seis secciones tras esta introducción:

- Tendencias en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
- Mitigación a medio y largo plazo, en los diferentes sectores económicos (Hasta 2030)
- Mitigación a largo plazo (A partir de 2030)
- Políticas, medidas e instrumentos para mitigar el cambio climático
- Desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático
- Lagunas en los conocimientos

Las referencias a las correspondientes secciones de los capítulos están indicadas entre paréntesis en cada párrafo. Se puede encontrar una explicación de los términos, acrónimos y símbolos químicos utilizados en este Resumen para Responsables de Políticas (RRP) en el glosario del informe principal.

B) Tendencias en las emisiones de gases de efecto invernadero

- 2. Las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) han crecido desde la era pre-industrial, con un incremento del 70% entre 1970 y 2004 (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*)¹**
 - Desde la era pre-industrial, el incremento de las emisiones de GEI debido a actividades humanas ha conducido a un crecimiento marcado de las concentraciones de GEI en la atmósfera [1.3; RRP GTI]
 - Entre 1970 y 2004 las emisiones globales de CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆, ponderadas por su potencial global de calentamiento (GWP en sus siglas en inglés), han aumentado un 70% (24% entre 1990 y 2004), desde 28,7 a 49 Gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO₂-eq)² (ver figura RRP.1). Las emisiones de estos gases han aumentado a diferentes tasas. Las emisiones de CO₂ entre 1970 y 2004 han aumentado alrededor del 80% (28% entre 1990 y 2004) y representaron un 77% del total de las emisiones antropogénicas de GEI en 2004.
 - El mayor crecimiento de las emisiones globales de GEI entre 1970 y 2004 procede del sector de suministro de energía (un incremento del 145%). El crecimiento en emisiones directas³ en este periodo fue del 120% en el sector del transporte, del 65% en la industria y en el sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF)⁴ un 40%⁵. Entre 1970 y 1990, las emisiones directas en agricultura crecieron un 27%, y en el sector residencial un 26%, y este último permaneció aproximadamente en los niveles de 1990 a partir de entonces. Sin embargo, el sector residencial tiene un nivel alto de utilización

¹ Cada encabezado tiene una afirmación de “acuerdo/evidencia” adjunto que es apoyada por los párrafos siguientes. Esto no significa necesariamente que el nivel de “acuerdo/evidencia” se aplique a cada uno de los subpárrafos. El cuadro final 1 proporciona una explicación de esta representación de incertidumbre.

² La definición de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) es la cantidad de emisiones de CO₂ que causaría el mismo forzamiento radiativo que una mezcla de un gas de efecto invernadero o una mezcla completa de gases de efecto invernadero, todos multiplicados por sus respectivos GWP para tener en cuenta los tiempos diferentes que permanecen en la atmósfera [Glosario del GTI AR4]

³ Las emisiones directas en cada sector no incluyen las emisiones del sector eléctrico para la electricidad consumida en los sectores residencial, industrial y agrícola o las emisiones de las operaciones de refino en el suministro de combustible al sector transporte.

⁴ El término “uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura” es utilizado aquí para describir las emisiones agregadas de CO₂, CH₄, N₂O de la deforestación, quema de biomasa, descomposición de biomasa por corta y deforestación, descomposición de turba y fuegos de turba [1.3.1.]. Esto es más amplio que las emisiones por deforestación, las cuales están incluidas como una parte. Las emisiones informadas aquí no incluyen absorciones de carbono.

⁵ Esta tendencia es para las emisiones totales de LULUCF, de las cuales las emisiones por deforestación son una parte y, debido a las grandes incertidumbres de los datos, es significativamente menos cierta que para otros sectores. La tasa de deforestación globalmente fue significativamente más baja en el periodo 2000-2005 que en el periodo 1990-2000 [9.2.1.]

de electricidad, y por lo tanto, el total de emisiones directas e indirectas en este sector es mucho más alto (75%) que las emisiones directas. [1.3, 6.1, 11.3, Figuras 1.1 y 1.3]

- El efecto en las emisiones globales del decrecimiento de la intensidad energética global (-33%) durante 1970 a 2004 ha sido menor que el efecto combinado del crecimiento global de los ingresos (77%) y el crecimiento global de población (69%); ambos impulsores del crecimiento de las emisiones de CO₂ relacionados con la energía (Figura RRP.2). Las tendencias a largo plazo de un suministro de energía con intensidad en carbono decreciente se invirtió tras el año 2000. Las diferencias en términos de ingresos per cápita, emisiones per cápita e intensidad energética entre países continúa siendo significativa. (Figura RRP.3). En 2004, los países Anexo I de la CMNUCC supusieron un 20% de la población mundial, produjeron el 57% del producto interior bruto basado en la paridad del poder adquisitivo (PIB_{ppa})⁶, y contabilizaron el 46% de las emisiones globales de GEI (figura RRP.3.a) [1.3]
 - Las emisiones de sustancias que causan el agotamiento de la capa de ozono (ODS en sus siglas en inglés) controladas por el Protocolo de Montreal⁷, que son también GEI, han disminuido significativamente desde los noventa. En 2004 las emisiones de estos gases eran aproximadamente de un 20% de su nivel en 1990. [1.3]
1. Un espectro de políticas, incluyendo aquellas sobre cambio climático, la seguridad energética⁸, y el desarrollo sostenible, han sido efectivas en la reducción de emisiones de GEI en diferentes sectores y muchos países. La escala de estas medidas, sin embargo, no ha sido todavía suficiente como para ser contrarrestar el crecimiento global de las emisiones [1.3, 12.2].
- 3. Con las políticas actuales de mitigación del cambio climático y las prácticas de desarrollo sostenible relacionadas, las emisiones globales de GEI continuarán creciendo a lo largo de las próximas décadas (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*)**
- Los escenarios IE-EE (no mitigación) proyectan un incremento de la línea base global de emisiones de GEI en un rango de 9,7 GtCO₂-eq a 36,7 GtCO₂-eq (25-90%) entre 2000 y 2030⁹ (Cuadro RRP.1 y figura RRP.4). En estos escenarios, los combustibles fósiles se mantendrán en su posición dominante en el mix de energía global hasta 2030 y después. Por consiguiente, está previsto que las emisiones de CO₂ provenientes de la utilización de la energía crezcan entre un 40 y un 110% entre 2000 y 2030. Entre dos tercios y tres cuartos de este incremento en las emisiones de CO₂ energéticas procederá de las regiones no Anexo I, con su media de emisiones per cápita por CO₂ energético substancialmente por debajo (2,8-5,1 tCO₂/cap) de la de los países anexo I (9,6-15,1 tCO₂/cap) en 2030. De acuerdo con los escenarios IE-EE, sus economías usarán menos energía por unidad de PIB (6,2-9,9 MJ/US\$ PIB) que aquellas en países no Anexo I (11,0-21,6 MJ/US\$ PIB) [1.3, 3.2]

⁶ El PIB_{ppa} métrico se usa con propósitos ilustrativos solamente para este informe. Para una explicación sobre el PPP y el cálculo de PIB de la tasa de cambio de mercado (TCM) ver nota al pie 12.

⁷ Halones, clorofluorocarbonos (CFCs), hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), cloroformo de metilo (CH₃CCl₃), tetracloruro de carbono (CCl₄) y bromuro de metilo (CH₃Br)

⁸ Seguridad energética se refiere a la seguridad del suministro de energía

⁹ Las emisiones de GEI del IE-EE 2000 se asume aquí que son 39.8 GtCO₂-eq, por ejemplo, mas bajas que las emisiones informadas en la base de datos EDGAR para 2000 (45GtCO₂-eq). Esto es principalmente debido a las diferencias en las emisiones LULUCF.

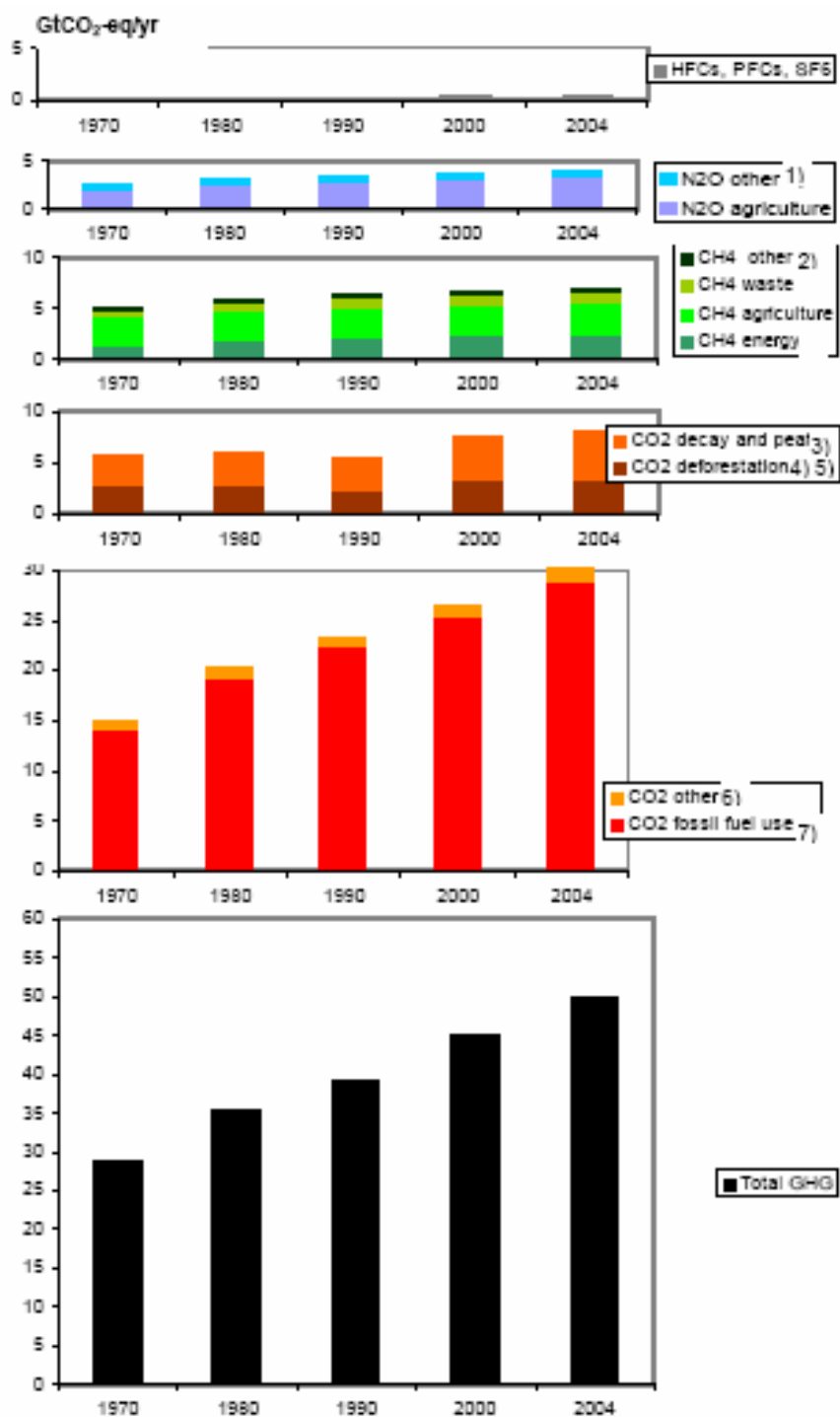


Figura RRP 1: Emisiones globales de gases de efecto invernadero ponderadas por su potencial global de calentamiento entre 1970-2004. Los potenciales globales de calentamiento a 100 años del Segundo Informe de Evaluación del IPCC de 1996 se utilizaron para convertir las emisiones en CO₂-eq (ver Guías Metodológicas de la CMNUCC). CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆ de todas las fuentes están incluidos.

Las dos categorías de emisiones de CO₂ reflejan las emisiones de CO₂ de la producción y utilización de energía (segunda desde el final) y de cambios de uso del suelo (tercera desde el final) [figura 1.1.a]

Notas:

1. "otro N₂O" incluye procesos industriales, deforestación/quema de sabanas, aguas residuales e incineración de residuos.
2. "otro CH₄" es metano de los procesos industriales y quema de sabanas
3. Incluyendo emisiones de la producción y el uso de bioenergía
4. Las emisiones de CO₂ por decaimiento (descomposición) de la biomasa existente sobre el suelo que permanece tras la corta y la deforestación y el CO₂ proveniente de la quema de turba y el decaimiento de los suelos turbosos drenados.
5. Así como el uso de biomasa tradicional del 10% del total, asumiendo un 90% de producción sostenible de la biomasa. Corregido para el 10% de carbono de biomasa que se asume que se mantiene como carbón vegetal tras la combustión.
6. Para la quema a gran escala de biomasa proveniente de bosques y matorrales los datos medios entre 1997-2002 se basan en las bases de datos por satélite de los Datos Globales de Emisiones de Incendios (Global Fire Emissions Data).
7. Producción de cemento y quema de gas natural.
8. El uso de combustibles fósiles incluye emisiones generadas en la extracción de las materias primas.

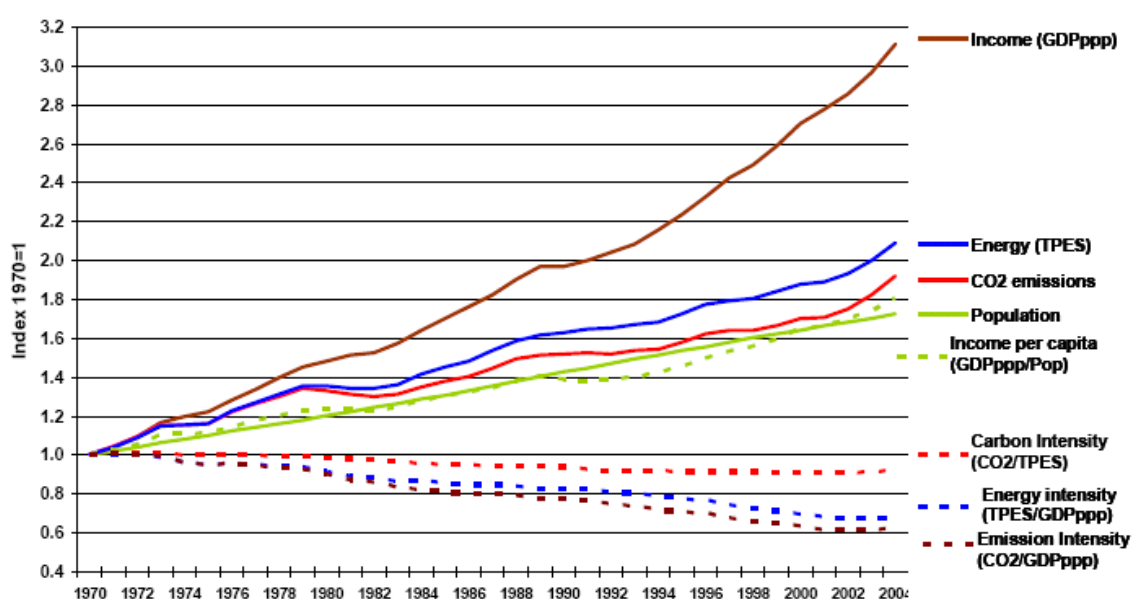


Figura RRP 2: Desarrollo relativo global del Producto Interior Bruto (*GDP*) medido en PPA (GDP_{ppp}), total de suministro de energía primaria (*TPES*), emisiones de CO₂ (por quema de combustibles fósiles, quema de gases y producción de cemento) y población (*Pop*). Además, en líneas punteadas, la figura muestra ingresos per cápita (GDP_{ppp}/pop), intensidad energética ($TPES/GDP_{ppp}$), intensidad en carbono del suministro de energía ($CO_2/TPES$) e intensidad de emisiones de la producción económica (CO_2/GDP_{ppp}) para el periodo 1970-2004. [Figura 1.5]

Figura RRP 3a: Distribución regional de las emisiones per capita de GEI en 2004 (todos los gases Kioto, incluyendo los del cambio de uso de la tierra) sobre la población para diferentes agrupaciones de países. Los porcentajes en la barras indican una media de las regiones en emisiones globales de GEI [figura 1.4a]

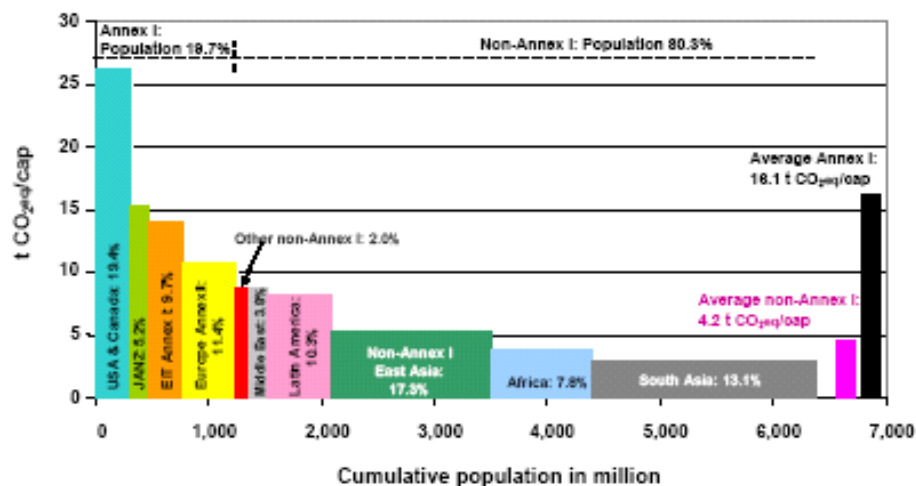
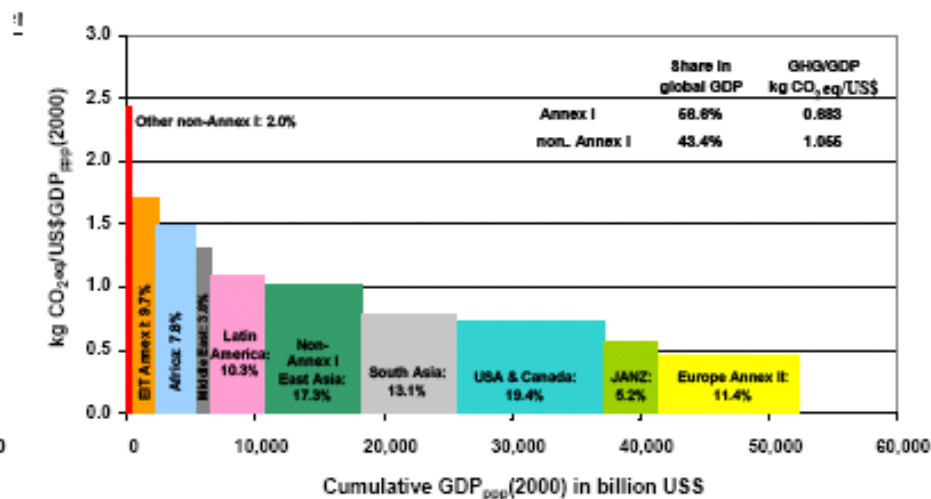


Figura RRP 3b: Distribución regional de las emisiones GEI en el año 2004 (todos los gases Kioto, incluyendo los del cambio de uso de la tierra) por USD del PIBppa (*GDPppp*) sobre el PIBppa para diferentes agrupaciones de países. Los porcentajes en las barras indican la media regional en las emisiones globales de GEI [figura 1.4b]



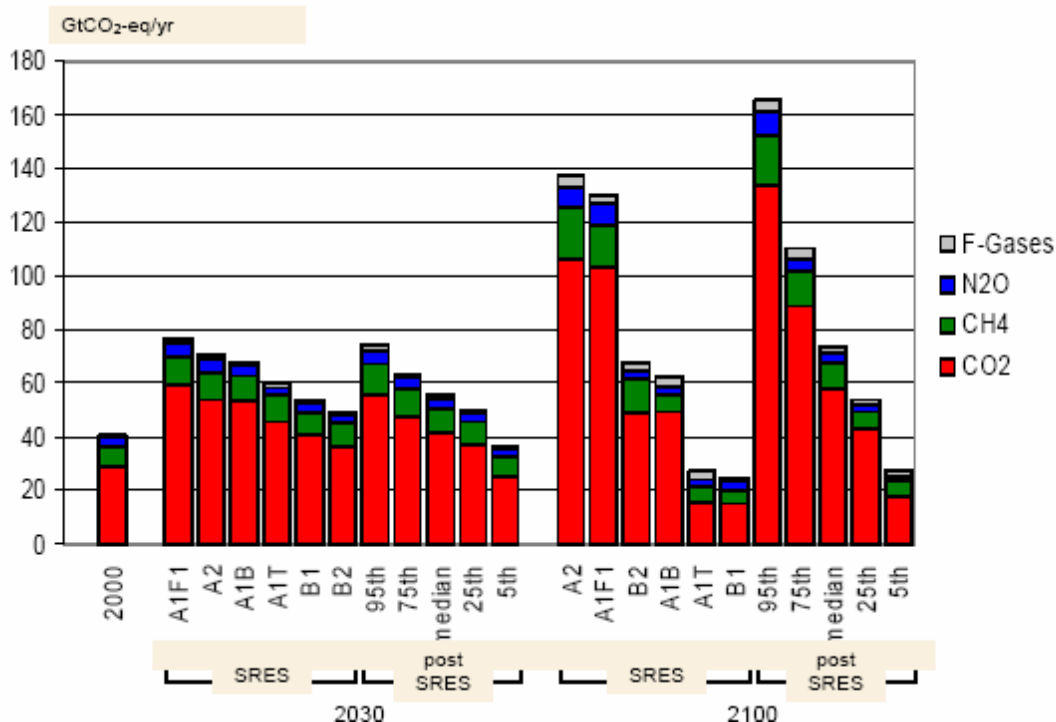


Figura RRP 4: Emisiones globales de GEI para 2000 y proyección de emisiones de referencia para 2030 y 2100 por los escenarios IE-EE del IPCC (*SRES IPCC*) y la literatura post- IE-EE. Esta figura proporciona las emisiones de los seis escenarios ilustrativos de IE-EE. También proporciona la distribución de frecuencias de emisiones en los escenarios post- IE-EE (5°, 25° mediana, 75°, 95° percentiles), como se explica en el capítulo 3. Los F-gases cubren HFCs, PFCs y SF₆ [1.3, 3.2, Figura 1.7] [cambio editorial: subíndices en la leyenda]

4. Los escenarios de emisiones de referencia publicados desde el IE-EE¹⁰ son comparables en rango a aquellos presentados en el Informe Especial de Escenarios de Emisiones (IE-EE) del IPCC (25-135 Gt CO₂eq/año en 2100, ver Figura RRP.4.) (Elevado acuerdo, mucha evidencia)

- Estudios desde el IE-EE han utilizado valores más bajos para algunos de los factores determinantes de las emisiones, notablemente las proyecciones de población. Sin embargo, para aquellos estudios que incorporan las nuevas proyecciones de población, los cambios en otros factores, como el crecimiento económico, han resultado en cambios pequeños en los niveles de emisiones globales. Las proyecciones de crecimiento económico para África, América Latina y el Medio Oriente hasta 2030 en los escenarios de referencia posteriores a los IE-EE son más bajas que en los IE-EE, pero esto sólo tiene efectos menores en el crecimiento económico global y las emisiones totales. [3.2]
- La representación de las emisiones de aerosoles y precursores de aerosoles, incluido el dióxido de azufre, el hollín y el carbono orgánico, que tienen un efecto de enfriamiento neto¹¹, ha mejorado. En general, se prevé que sean más bajas que lo que se obtiene en los IE-EE. [3.2]
- Los estudios disponibles indican que la elección de una tasa de cambio para el PIB (TCM o PPA) no afecta de forma apreciable a las emisiones proyectadas cuando la métrica se usa de manera consistente¹². Las diferencias, si hay alguna, son pequeñas comparadas con las incertidumbres causadas por los supuestos en otros parámetros, por ejemplo el cambio tecnológico. [3.2]

¹⁰ Los escenarios de referencia no incluyen ninguna política climática adicional a las actuales; estudios más recientes difieren con respecto a la inclusión de la CMNUCC y el Protocolo de Kioto.

¹¹ Ver el informe del GTI AR4, capítulo 10.2

¹² Desde el TIE, ha habido un debate sobre la utilización de diferentes tasas de cambio en los escenarios de emisiones. Dos métricas se usan para comparar PIB entre países. El uso de TCM es preferible en análisis que implique productos que se comercializan internacionalmente. El uso de PPA es preferible en análisis que implican comparaciones de ingresos entre países en estados muy diferentes de desarrollo. Muchas de las unidades monetarias en este informe están expresadas en TCM. Esto refleja que la gran mayoría de la literatura de mitigación de emisiones es calibrada en TCM. Cuando las unidades monetarias se expresan en PPA se mostrará como PIB_{ppa}.

Cuadro RRP.1: *Los escenarios de emisiones del Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (IE-EE) del IPCC*

A1. La familia de escenarios y línea evolutiva A1 describe un mundo futuro de crecimiento económico muy rápido; la población mundial alcanza su nivel más alto a mitad del siglo y disminuye posteriormente, produciéndose una rápida introducción de nuevas tecnologías más eficaces. Las cuestiones importantes subyacentes son la convergencia entre las regiones, la capacitación y mayores interacciones culturales y sociales, con una importante reducción de las diferencias regionales en los ingresos per cápita. La familia de escenarios A1 se divide en tres grupos que describen las distintas direcciones del cambio tecnológico en el sistema energético. Los tres grupos A1 se distinguen por su énfasis tecnológico: fuentes de energía intensivas de origen fósil (A1FI), de origen no fósil (A1T) o un equilibrio entre todas las fuentes (A1B) (el equilibrio se define como la no dependencia excesiva de una fuente de energía concreta, suponiendo que se apliquen ritmos similares de mejoras en todas las formas de aprovisionamiento energético y en las tecnologías de uso final).

A2. La familia de escenarios y línea evolutiva A2 describe un mundo muy heterogéneo. La cuestión subyacente es la autosuficiencia y preservación de las identidades locales. Los perfiles de fertilidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrea un aumento continuo constante de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

B1. La familia de escenarios y línea evolutiva B1 describe un mundo convergente, con la misma población mundial, que alcanza su nivel más alto a mediados del siglo para disminuir posteriormente, como en la línea evolutiva A1 pero con cambios rápidos en las estructuras económicas hacia una economía de la información y de los servicios, con reducciones en el consumo de materiales e introducción de tecnologías limpias y de recursos eficaces. En esta línea evolutiva se hace hincapié en las soluciones mundiales a la sostenibilidad económica, social y ambiental, incluyendo una mejora de la equidad, pero sin iniciativas climáticas adicionales.

B2. La familia de escenarios y línea evolutiva B2 describe un mundo en el que se hace hincapié en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Se trata de un mundo cuya población mundial crece continuamente, a un ritmo menor al de la línea evolutiva A2, con niveles medios de desarrollo económico y cambios tecnológicos menos rápidos y más variados que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque el escenario también está orientado hacia la protección ambiental y la equidad social, se centra en los niveles local y regional.

Se ha escogido un escenario ilustrativo de cada uno de los seis grupos de escenarios A1B, A1FI, A1T, A2, B1 y B2. Todos deben considerarse igualmente adecuados.

Los escenarios del IE-EE no incluyen otras iniciativas climáticas, lo cual significa que no se incluyen los escenarios que suponen explícitamente la aplicación de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, o los objetivos de emisiones del Protocolo de Kioto.

Este cuadro resumen de los escenarios del IE-EE está extraído del Tercer Informe de Evaluación (TIE) y ha sido sujeta a aprobación previa del panel línea por línea.

C) Mitigación en el corto y medio plazo (hasta 2030)

Cuadro RRP 2: Potenciales de Mitigación y enfoques analíticos

El concepto de “potencial de mitigación” se ha desarrollado para valorar la escala de reducciones de GEI que podría lograrse, en relación a las líneas de referencia de las emisiones, para un nivel del precio del carbono dado (expresado en coste por unidad de emisión de dióxido de carbono equivalente evitada o reducida). El potencial de mitigación se diferencia en “potencial de mercado” y “potencial económico”.

El **potencial de mercado** es el potencial de mitigación basado en los costes privados y las tasas de descuento privadas¹³, las cuales podría ser que ocurrieran bajo las condiciones de mercado previstas, incluyendo políticas y medidas actualmente en marcha, y teniendo en cuenta que las barreras limitan la respuesta real. [2.4]

El **potencial económico**, es el potencial de mitigación, que tiene en cuenta beneficios y costes sociales y tasas de descuento social¹⁴, asumiendo que la eficiencia del mercado se ve mejorada por las políticas y medidas y que las barreras desaparecen. [2.4]

Se pueden utilizar estudios sobre el potencial de mercado para informar a los responsables de políticas sobre el potencial de mitigación con las políticas y las barreras existentes, mientras que los estudios sobre potenciales económicos muestran qué podría lograrse si se ponen en marcha políticas nuevas y adicionales para eliminar barreras e incluyendo costes y beneficios sociales. El potencial económico es por lo tanto, en general, mayor que el potencial de mercado.

El potencial de mitigación se estima utilizando diferentes tipos de enfoques. Hay dos clases amplias – enfoques “bottom-up” y “top-down”, que primeramente se han usado para valorar el potencial económico.

Los estudios “bottom-up” se basan en el análisis de opciones de mitigación, enfatizando tecnologías y regulaciones específicas. Son típicamente sectoriales, suponiendo que la macro-economía no varía. Las estimaciones sectoriales se han agregado, como en el TIE, para proporcionar una estimación del potencial global de mitigación para este análisis.

Los estudios “top-down” valoran el potencial de las opciones de mitigación para toda la economía en su conjunto. Utilizan marcos consistentes globalmente e información agregada sobre opciones de mitigación y capturan retroacciones macroeconómicas y de mercado.

Los modelos bottom-up y top-down han empezado a ser más similares desde el TIE, ya que los modelos top-down han incorporado más opciones de mitigación tecnológica y los modelos bottom-up han incorporado más retroacciones de mercado y macroeconómicas, así como la adopción de un análisis de barreras dentro de sus estructuras de modelo.

¹³ Costes privados y tasas de descuento reflejan la perspectiva de consumidores privados y empresas; ver el glosario para una descripción más completa.

¹⁴ Costes sociales y tasas de descuento reflejan la perspectiva de la sociedad. Las tasas de descuento social son más bajas que aquellas usadas por los inversores privados; ver el glosario para una descripción más completa.

Los estudios Bottom-up son muy útiles en particular para la valoración de opciones de políticas específicas a nivel sectorial, por ejemplo, opciones para la mejora de la eficiencia energética, mientras que los estudios top-down son útiles para valorar políticas de cambio climático multisectoriales y a nivel de la economía en general, tales como tasas de carbono y políticas de estabilización.

Sin embargo, los actuales estudios bottom-up y top-down del potencial económico tienen limitaciones en la consideración de opciones de estilo de vida, y en la inclusión de todas las externalidades, tales como la contaminación del aire local. Estos estudios tienen representación limitada de algunas regiones, países, sectores, gases y barreras. Los costes de mitigación proyectados no tienen en cuenta los potenciales beneficios de evitar el cambio climático.

Cuadro RRP 3: *Supuestos en estudios en carteras de mitigación y costes macro-económicos.*

Los estudios de carteras de mitigación y costes macroeconómicos analizados en este informe están basados en modelos top-down. Muchos modelos utilizan el enfoque del menor coste total en carteras de mitigación y con un comercio de emisiones global, asumiendo mercados transparentes, sin costes de transacciones, y por consiguiente, la perfecta implementación de las medidas de mitigación durante el siglo XXI. Los costes se proporcionan para un momento específico en el tiempo.

Los costes globales obtenidos a partir del modelo aumentarán si algunas regiones, sectores (por ejemplo uso del suelo), opciones o gases se excluyen. Los costes globales modelizados disminuirán con líneas de referencia más bajas, con el uso de ingresos por tasas de carbono y con subastas de derechos, y si se incluye el aprendizaje tecnológico inducido. Estos modelos no consideran beneficios climáticos y en general tampoco los co-beneficios de las medidas de mitigación, o cuestiones de equidad.

5. Ambos estudios, bottom-up y top-down, indican que hay un potencial económico sustancial para la mitigación de las emisiones globales de GEI durante las próximas décadas, que podría compensar el crecimiento proyectado de emisiones globales o reducir las emisiones por debajo de los niveles actuales (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*).

Las incertidumbres en las estimaciones se muestran como rangos en las tablas inferiores para reflejar los rangos de líneas de referencia, tasas de cambio tecnológico y otros factores que son específicos de los diferentes enfoques. Además, las incertidumbres surgen de la limitación de la información por la cobertura de países, sectores y gases.

Estudios Bottom-up:

- En 2030 el potencial económico estimado por esta evaluación de enfoques bottom-up (ver Cuadro RRP-2) se presenta en la tabla RRP 1 y la figura RRP 5A. Para referencia: las emisiones en 2000 fueron 43 GtCO₂-eq [11.3]:

Tabla RRP 1: *Potencial de mitigación económico global en 2030 estimado por estudios bottom-up.*

Precio del carbono (US\$/tCO ₂ -eq)	Potencial económico de mitigación (GtCO ₂ -eq/año)	Reducción con respecto a IE-EE A1B (68 GtCO ₂ -eq/año) %	Reducción con respecto a IE-EE B2 (49 GtCO ₂ -eq/año) %
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

- Los estudios sugieren que las oportunidades de mitigación con costes negativos netos¹⁵ tienen el potencial de reducir emisiones en aproximadamente 6 GtCO₂-eq/año en 2030. Materializar este potencial requiere el enfrentarse a las barreras de implementación [1.3].
- Ningún sector o tecnología puede asumir el reto completo de mitigación. Todos los sectores valorados contribuyen al total (ver figura RRP 6). Las tecnologías principales de mitigación y las prácticas para los respectivos sectores se muestran en la tabla RRP.3 [4.3, 4.4, 5.4, 6.5, 7.5, 8.4, 9.4, 10.4].

Estudios top-down:

- Los estudios top-down calculan una reducción de emisiones en 2030 tal y como se presenta en la tabla RRP 2 y en la figura RRP 5B. Los potenciales económicos globales extraídos de los estudios top-down están en línea con los estudios bottom-up (ver figura RRP 2), aunque hay diferencias considerables a nivel sectorial [3.6].

Tabla RRP 2: *potencial económico global en 2030 estimado por estudios top-down.*

Precio del carbono (US\$/tCO ₂ -eq)	Potencial económico (GtCO ₂ -eq/año)	Reducción con respecto a IE-EE A1B (68 GtCO ₂ -eq/año) %	Reducción con respecto a IE-EE B2 (49 GtCO ₂ -eq/año) %
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

- Las estimaciones en la tabla RRP 2 se obtienen de los escenarios de estabilización, por ejemplo, ejecutados para la estabilización a largo plazo de la concentración de GEI en la atmósfera [3.6]

¹⁵ En este informe, como en el SIE y el TIE, las opciones con costes negativos netos (sin oportunidades de vuelta atrás) se definen como aquellas opciones cuyos beneficios tales como la reducción de costes de energía y reducción de emisiones de contaminantes locales/regionales son iguales o exceden sus costes a la sociedad, excluyendo el beneficio del cambio climático evitado (ver Cuadro RRP 1)

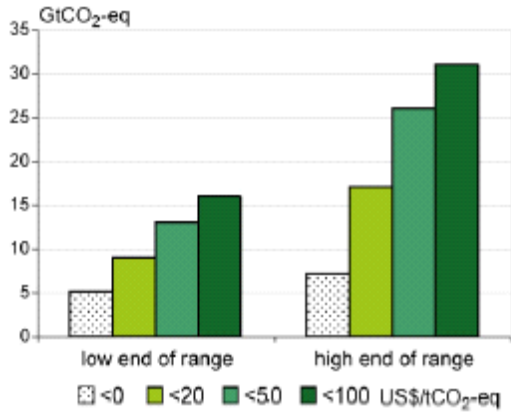


Figura RRP 5A:
Potencial económico de mitigación global en 2030 estimado por estudios bottom-up (datos de la tabla RRP 1)

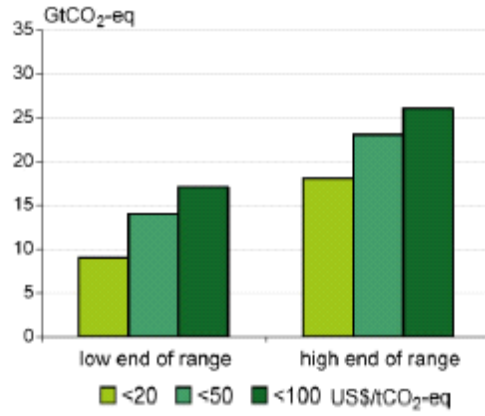


Figura RRP 5B:
Potencial económico de mitigación global en 2030 estimado por estudios top-down (datos de la tabla RRP 2)

Tabla RRP 3: Tecnologías claves de mitigación y prácticas por sectores. La lista de sectores y las tecnologías no sigue ningún orden particular. Las prácticas no tecnológicas, tales como cambios en los estilos de vida, que afectan a varios sectores, no se han incluido en esta tabla (pero se tratan en el párrafo 7 de este RRP)

Sector	Tecnologías clave de mitigación y prácticas disponibles comercialmente en la actualidad.	Tecnologías clave de mitigación con potencial y prácticas que se espera que serán comercializadas antes de 2030
Suministro energético [4.3, 4.4]	Mejora de la eficiencia en la producción y distribución, cambio de combustibles del carbón al gas, energía nuclear, producción de energía y calor mediante renovables (hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica, y bioenergía), generación combinada de energía y calor, aplicaciones tempranas de CCS (por ejemplo, almacenaje de CO ₂ retirado de gas natural)	Captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CCS) para instalaciones para la generación de electricidad mediante gas, biomasa y quema del carbono, energía nuclear avanzada, renovables avanzadas, incluyendo energía de mareas y olas, solar concentrada y solar fotovoltaica.
Transporte [5.4]	Mayor eficiencia de uso de combustibles en los vehículos, vehículos híbridos, vehículos diesel más limpios, biocombustibles, cambios modales de transporte por carretera a trenes y sistemas transporte público, transporte no motorizado (bicicleta, caminar), planificación del uso del suelo y el transporte.	Biocombustibles de segunda generación, aviones más eficientes, vehículos híbridos y eléctricos avanzados con baterías más duraderas y fiables
Residencial [6.5]	Iluminación eficiente y aprovechamiento de la luz diurna, electrodomésticos y aparatos de refrigeración y calefacción más eficientes, mejora de las cocinas, mejora del aislamiento, diseño de sistemas de refrigeración y ventilación pasivos y activos a través de la energía solar, fluidos de refrigeración alternativos, recuperación y reciclado de gases fluorados	Diseño integrado en edificios comerciales, incluyendo tecnologías tales como contadores inteligentes que proporcionan feedback y control, electricidad solar fotovoltaica integrada en los edificios
Industria [7.5]	Equipamientos para el uso final de la electricidad más eficientes, recuperación de calor y energía, reciclado y sustitución de material, control de las emisiones de gases no-CO ₂ , y un amplio espectro de tecnologías específicas para los procesos	Eficiencia energética avanzada, CCS para el cemento, amoníaco, producción de hierro, electrodos inertes para la producción de aluminio
Agricultura [8.4]	Gestión mejorada de las tierras para cultivos y pastos para aumentar la absorción de carbono en el suelo; restauración de suelos turbosos en tierras cultivadas y tierras degradadas, mejora en las técnicas de cultivo del arroz y la gestión de la ganadería y el estiércol para reducir las emisiones de CH ₄ , mejora en las técnicas de aplicación de fertilizantes de nitrógeno para reducir las emisiones de N ₂ O; uso de los cultivos energéticos para sustituir el uso de combustibles fósiles; mejora de la eficiencia energética	Mejoras en el rendimiento de los cultivos
Silvicultura/bosques [9.4]	Forestación, reforestación, gestión forestal, reducción de la deforestación, gestión de productos madereros, uso de productos forestales como bioenergía para sustituir el uso de combustibles fósiles	Mejora de especies arbóreas para aumentar la productividad de biomasa y el secuestro de carbono. Mejora de las tecnologías de control remoto para el análisis del secuestro potencial de carbono en suelo/vegetación y elaboración de mapas de cambios de uso del suelo.
Residuos [10.4]	Recuperación del metano de los vertederos, incineración de residuos con recuperación de energía, compostaje de residuos orgánicos, tratamiento controlado de las aguas residuales, reciclaje y minimización de los residuos	Biocubiertas y biofiltros para optimizar la oxidación del CH ₄

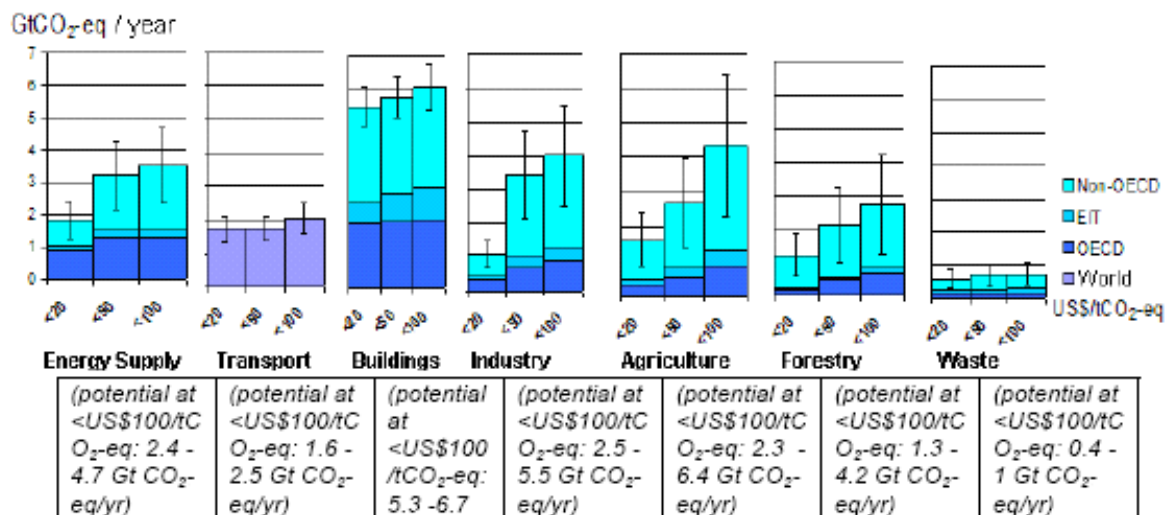


Figura RRP 6: Potencial económico sectorial estimado para la mitigación global de diferentes regiones en función del precio del carbono en 2030 proveniente de estudios “bottom-up”, comparados con las líneas base respectivas asumidas en las evaluaciones de los sectores. Una explicación detallada de la obtención de esta figura se explica en 11.3.

Notas:

1. Los rangos para los potenciales económicos globales tal y como se evalúan en cada sector se muestran en líneas verticales. Los rangos se basan en las asignaciones de emisiones de uso final, lo que quiere decir que las emisiones del uso de electricidad se cuentan en el sector de uso final y no en el sector de suministro de energía.
2. Los potenciales estimados se han limitado por la disponibilidad de estudios, particularmente para niveles de precio de carbono altos.
3. Los sectores utilizan diferentes líneas de referencia. Se ha tomado el escenario de base IE-EE B2, para suministro de energía y transporte, se ha utilizado el WEO 2004; el sector residencial está basado en una línea de referencia entre los escenarios IE-EE B2 y A1B; para residuos, se utilizaron los factores determinantes del IE-EE A1B para construir una línea de referencia específica para este sector, los sectores de agricultura y silvicultura utilizaron líneas base que utilizaron fundamentalmente los factores determinantes del IE-EE B2.
4. Sólo se muestran los totales globales para el transporte, debido a que la aviación internacional está incluida [5.4]
5. Las categorías excluidas son: emisiones no-CO₂ en residencial y transporte, parte de las opciones de eficiencia de materiales, producción de calor y cogeneración en el suministro energético; vehículos pesados; tráfico marítimo y transporte de pasajeros de alta ocupación; la mayoría de las opciones de mayor coste para el sector residencial; tratamiento de aguas residuales, reducción de emisiones de minas de carbón y conducciones de gas, gases fluorados del suministro de energía y transporte. La estimación a la baja del potencial económico total debido a estas emisiones es del orden del 10-15%.

6. En 2030, los costes macroeconómicos de la mitigación “multi-gas”, consistentes con las trayectorias de emisiones hacia una estabilización entre 445 y 710 ppm CO₂-eq, se estiman entre un 3% de disminución del PIB global y un pequeño incremento, comparado con la base de referencia (ver tabla RRP 4). Sin embargo, los costes regionales pueden diferir significativamente de las medias globales (*elevado acuerdo, evidencia media*) (ver Cuadro RRP 3 para las metodologías y supuestos de estos resultados).
- La mayoría de los estudios concluyen que la reducción del PIB con respecto a la base de referencia del PIB aumenta con las exigencias del objetivo de estabilización.

Tabla RRP.4: Estimación de costes macroeconómicos globales en 2030^{a)} para trayectorias de menor coste hacia diferentes niveles de estabilización a largo plazo^{b)c)}.

Niveles de estabilización (ppm CO ₂ -eq)	Reducción media del PIB ^{d)} (%)	Rango de reducción del PIB ^{d)e)} (%)	Reducción de la tasa de crecimiento media anual del PIB (puntos porcentuales) ^{d)b)}
590-710	0.2	-0.6-1.2	<0.06
535-590	0.6	0.2-2.5	<0.1
445-535 ^{e)}	No disponible	<3	<0.12

a) Para un nivel de estabilización dado, la reducción del PIB podría aumentar a lo largo del tiempo en muchos modelos después de 2030. Los costes a largo plazo también empiezan a ser más inciertos. [Figura 3.25]

b) Resultados basados en estudios utilizando varias bases de referencia.

c) Los estudios varían en términos del momento en el tiempo en que se logra la estabilización; generalmente es 2100 o más tarde.

d) Este es el PIB global basado en tasas de cambio de mercado.

e) Se proporciona la media y el rango percentil 10° y 90° de los datos analizados

f) El cálculo de la reducción de la tasa anual de crecimiento se basa en la reducción media durante el periodo hasta 2030 que resultaría en el decrecimiento de PIB indicado en 2030.

g) El número de estudios que informan sobre resultados de PIB es relativamente pequeño y generalmente usan líneas de referencia bajas.

- Dependiendo del sistema de tasas existente y el gasto de los ingresos, los estudios de modelización indican que los costes pueden ser sustancialmente menores bajo la hipótesis de que los ingresos de las tasas de carbono o la subasta de derechos en un sistema de comercio de emisiones sean utilizados para promover tecnologías bajas en carbono o reformar las tasas existentes [11.4]
 - Los estudios que asumen la posibilidad de que la política de cambio climático induzca mejoras tecnológicas también dan costes más bajos. Sin embargo, esto puede requerir mayores inversiones de antemano para alcanzar las reducciones de costes después [3.3, 3.4, 11.4, 11.5, 11.6]
 - Aunque la mayoría de los modelos muestran pérdidas de PIB, algunos muestran ganancias en el PIB ya que asumen que las líneas de base no son óptimas y las políticas de mitigación mejoran la eficiencia del mercado, o asumen que las políticas de mitigación pueden inducir más cambios tecnológicos. Recursos no utilizados, subsidios y/o tasas que distorsionen son ejemplos de ineficiencias en el mercado [3.3, 11.4]
 - Un enfoque multi-gas y la inclusión de sumideros de carbono generalmente reducen los costes sustancialmente si se compara con la reducción de emisiones de CO₂ solamente.
 - Los costes regionales son altamente dependientes del nivel de estabilización asumido y el escenario de referencia. El régimen de asignación también es importante, pero para la mayoría de los países, en menor medida que el nivel de estabilización [11.4, 13.3]
7. Los cambios en el estilo de vida y los patrones de comportamiento pueden contribuir a la mitigación del cambio climático en todos los sectores. Las prácticas de gestión también pueden tener un papel positivo. (*alto acuerdo, evidencia media*)
- Los cambios en el estilo de vida pueden reducir las emisiones. Los cambios en estilos de vida y patrones de consumo que enfatizan la conservación de los recursos pueden contribuir a desarrollar una economía baja en carbono que sea equitativa y sostenible [4.1, 6.7]

- Los programas de educación y formación pueden ayudar a superar las barreras de la aceptación en el mercado de la eficiencia energética, particularmente en combinación con otras medidas [tabla 6.6]
 - Los cambios en el comportamiento ocupacional, patrones culturales y elecciones del consumidor y el uso de las tecnologías pueden resultar en una reducción considerable de las emisiones de CO₂ relacionadas con el uso de energía en edificios [6.7]
 - La Gestión de la Demanda de Transporte, que incluye planeamiento urbanístico (que puede reducir la demanda de viajar) y la provisión de información y técnicas educacionales (que pueden reducir el uso del coche y llevar a un estilo de conducción más eficiente) pueden apoyar la reducción de GEI [5.1]
 - En industria, las herramientas de gestión que incluyen formación de las plantillas, sistemas de incentivos, feedback regulares, documentación sobre prácticas existentes, pueden ayudar a superar las barreras organizativas en la industria, reducir el uso de energía y las emisiones de GEI [7.3]
- 8. Mientras que los estudios utilizan diferentes metodologías, en todas las regiones analizadas, los beneficios para la salud a corto plazo originados por la reducción de la contaminación del aire como resultado de acciones para reducir las emisiones de GEI pueden ser sustanciales y pueden compensar fracciones importantes de los costes de mitigación (elevado acuerdo, mucha evidencia)**
- La inclusión de otros co-beneficios distintos a la salud, como el aumento de la seguridad energética y el aumento en la producción agrícola y la reducción de la presión sobre ecosistemas naturales, debido a la disminución de las concentraciones del ozono troposférico, puede mejorar todavía más los ahorros en los costes [11.8]
 - La integración de la reducción de la contaminación del aire y las políticas de mitigación del cambio climático ofrece potencialmente elevadas reducciones de costes comparado con el tratamiento de dichas políticas de forma aislada. [11.8]
- 9. La literatura desde el TIE confirma que puede haber efectos de las acciones de países Anexo I en la economía global y las emisiones globales, aunque la escala de la fuga de carbono sigue siendo incierta (acuerdo medio, evidencia media).**
- Las naciones exportadoras de combustibles fósiles (tanto en Países Anexo I como no-Anexo I) pueden esperar, tal y como se indicó en el TIE¹⁶, una menor demanda y precios y menor crecimiento del PIB debido a las políticas de mitigación. El alcance de este efecto *spill-over*¹⁷ depende de forma importante de los supuestos relacionados con las decisiones sobre políticas y las condiciones del mercado de petróleo. [11.7]
 - Existen incertidumbres críticas en la evaluación de las fugas de carbono¹⁸. La mayoría de los modelos de equilibrio apoyan la conclusión del TIE sobre fugas a nivel de la economía general por acciones Kioto del orden del 5-20%, que podrían ser menores si se difundieran de forma efectiva tecnologías bajas en emisiones [11.7]

¹⁶ Ver el RRP del GT III del TIE (2001) párrafo 16

¹⁷ Los efectos *spill-over* de la mitigación en una perspectiva multisectorial son los efectos de las políticas de mitigación y las medidas en un país o grupo de países en sectores en otros países

¹⁸ La fuga de carbono se define como el incremento en las emisiones de CO₂ fuera de los países que toman acciones domésticas de mitigación dividida por la reducción de emisiones en esos países.

10. Las inversiones en el suministro en nuevas infraestructuras energéticas en países en desarrollo, la modernización de las infraestructuras energéticas en países industrializados y las políticas que promueven la seguridad energética, pueden, en muchos casos, crear oportunidades para alcanzar reducciones en emisiones de GEI con respecto a los escenarios base. Los co-beneficios adicionales son específicos de los países, pero a menudo incluyen reducción de la contaminación del aire, el equilibrio en la mejora del comercio, la provisión de servicios de energía modernos a áreas rurales y empleo (elevado acuerdo, mucha evidencia).

- Las decisiones sobre las inversiones en futuras infraestructuras energéticas, que se estima que sumen más de 20 trillones de US\$¹⁹ entre el momento actual y 2030, tendrán impactos a largo plazo en las emisiones de GEI, debido a las infraestructuras energéticas de larga vida y otros *stocks* de capital de infraestructura. La difusión generalizada de tecnologías bajas en carbono pueden tardar varias décadas, incluso si las inversiones tempranas en estas tecnologías se hacen atractivas. Las estimaciones iniciales muestran que para hacer que las emisiones de CO₂ relacionadas con el consumo energético global alcancen los niveles de 2005 en 2030 se necesitaría un gran cambio en el patrón de inversión, aunque la inversión adicional neta necesitara rangos de despreciable a 5-10% [4.1, 4.4, 11.6].
- Es generalmente más coste-efectivo invertir en mejoras de la eficiencia en los usos finales de la energía que en el aumento del suministro energético para satisfacer la demanda de servicios energéticos. Las mejoras en la eficiencia tienen un efecto positivo en la seguridad energética, reducción de la contaminación del aire local y regional y el empleo. [4.2, 4.3, 6.5, 7.7, 11.3, 11.8]
- Las energías renovables generalmente tienen un efecto positivo en la seguridad energética, el empleo y la calidad del aire. Dados unos costes respecto a otras opciones de suministro, la electricidad renovable, que supone el 18% del suministro de energía en 2005, puede tener una cuota del 30-35% del total del suministro de electricidad en 2030 con unos precios del carbono de hasta 50 US\$/ tCO₂-eq. [4.3, 4.4, 11.3, 11.6, 11.8]
- Cuanto mayores sean los precios de mercado de los combustibles fósiles, más competitivas serán las alternativas bajas en carbono, aunque la volatilidad de los precios será un desincentivo para los inversores. Los recursos de petróleo convencionales de precios más altos, por otro lado, pueden ser reemplazados por alternativas elevadas en carbono, como las arenas oleaginosas, esquistos, crudos pesados y combustibles sintéticos provenientes de carbón y el gas, dando lugar a aumentos en las emisiones de GEI, salvo que las plantas de producción se equipen con CCS. [4.2, 4.3, 4.4, 4.5]
- Dados los costes relativos respecto a otras opciones de suministro, la generación nuclear, que supone el 16% de la energía suministrada en 2005, puede tener una cuota del 18% del total del suministro de electricidad en 2030 con precios de carbono de hasta 50 US\$/ tCO₂-eq, pero la seguridad, la proliferación de armas y los residuos se mantienen como restricciones [4.2, 4.3, 4.4]²⁰

11. Hay múltiples opciones de mitigación en el sector transporte²¹, pero sus efectos pueden ser contrarrestados por el crecimiento en el sector. Las opciones de mitigación se enfrentan a numerosas barreras, tales como las preferencias de los consumidores y la falta de marcos políticos (acuerdo medio, evidencia media).

- Las medidas de mejora de eficiencia en los vehículos, dirigidas a ahorrar combustible, en muchos casos tienen beneficios netos (al menos para vehículos ligeros), pero el potencial de mercado es mucho menor que el potencial económico, debido a la influencia de otras consideraciones por parte de los consumidores, tales como las prestaciones y el tamaño. No hay suficiente información para valorar el potencial de mitigación de vehículos pesados. Las fuerzas del mercado por sí solas, incluidos los incrementos de los costes del combustible, no se espera que den lugar a reducciones de emisiones significativas. [5.3, 5.4]
- Los biocombustibles podrían jugar un importante papel en la reducción de emisiones en el sector del transporte, dependiendo de su senda de producción. Se espera que la proporción de los biocombustibles como gasolina y los aditivos/sustitutos de los combustibles diesel aumenten un 3% en el total de los

¹⁹ 20 trillones = 20.000 billones = 20*10¹²

²⁰ Austria no estuvo de acuerdo con esta declaración

²¹ Ver tabla RRP 1 y figura RRP 6

combustibles del transporte en la línea base en 2030. Esto podría aumentar entre un 5 y un 10%, dependiendo de los precios futuros del petróleo y el carbono, de las mejoras en la eficiencia en los vehículos y del éxito de las tecnologías de utilización de biomasa de celulosa. [5.3, 5.3]

- Los cambios modales de carretera a tren y a transporte fluvial y costero por barco y de transporte de pasajeros de baja ocupación a alta ocupación²², así como uso del suelo, planificación urbana y transporte no motorizado ofrecen oportunidades para la mitigación de los GEI, dependiendo de las políticas y condiciones locales.
- El potencial de mitigación a medio plazo para las emisiones de CO₂ del sector de la aviación puede venir de la mejora de la eficiencia del combustible, que puede ser alcanzada a través de una variedad de medios, incluyendo tecnología, gestión de las operaciones y del tráfico aéreo. Sin embargo, se prevé que estas mejoras sólo compensen parcialmente el crecimiento de las emisiones de aviación. El potencial de mitigación total del sector necesitará también contabilizar los impactos en el clima de los gases no-CO₂ de las emisiones de aviación. [5.3, 5.4]
- Alcanzar reducciones de emisiones en el sector del transporte es, a menudo, un co-beneficio de la gestión de la congestión del tráfico, la calidad del aire y la seguridad energética. [5.5]

12. Las opciones de eficiencia energética para edificios nuevos y ya existentes podrían reducir significativamente las emisiones de CO₂ con beneficios económicos netos. Existen muchas barreras a la explotación de este potencial, pero hay también grandes co-beneficios. (Elevado acuerdo, mucha evidencia).

- En 2030, cerca del 30% de las emisiones de GEI proyectadas en el sector residencial podrán ser evitadas con un beneficio económico neto. [6.4, 6.5]
- La eficiencia energética en los edificios, a la vez que limita el crecimiento en las emisiones de CO₂, puede mejorar la calidad del aire dentro y fuera, mejorar el bienestar social y mejorar a seguridad energética. [6.6,6.7]
- Las oportunidades de obtener reducciones de GEI en el sector residencial existen a nivel global. Sin embargo, existen múltiples barreras que dificultan la realización de este potencial. Estas barreras incluyen la disponibilidad de tecnología, la financiación, la pobreza, los altos costes de la información fiable, las limitaciones inherentes a los diseños de edificios y una cartera apropiada de políticas y programas [6.7, 6.8]
- La magnitud de las barreras mencionadas es mayor en los países en desarrollo y esto hace más difícil para estos países el alcanzar el potencial de reducción de GEI del sector residencial. [6.7]

13. El potencial económico en el sector industrial está localizado predominantemente en las industrias intensivas en energía. El uso completo de las opciones de mitigación disponibles no se está llevando a cabo ni en países industrializados ni en desarrollo. (Elevado acuerdo, mucha evidencia)

- Muchas instalaciones industriales en países en desarrollo son nuevas e incluyen las últimas tecnologías con las menores emisiones específicas. Sin embargo, las instalaciones más antiguas, e ineficientes se mantienen en países tanto en desarrollo como desarrollados. La modernización de estas instalaciones podría dar lugar a importantes reducciones de las emisiones. [7.1, 7.3, 7.4]
- La lenta tasa de reemplazo de bienes de capital, la falta de financiación y recursos técnicos y las limitaciones en la capacidad de las firmas, particularmente en la pequeña y mediana empresa, para acceder y absorber información tecnológica, son barreras claras para el uso total de las opciones de mitigación disponibles [7.6]

14. Las prácticas agrícolas colectivamente pueden suponer contribuciones significativas a bajo coste para aumentar los sumideros de carbono de los suelos, reducir las emisiones de GEI y aportando biomasa para uso energético. (acuerdo medio, evidencia media)

²² incluyendo transporte masivo por tren, carretera y marino y viajes en coche compartido

- Una gran proporción del potencial de mitigación de la agricultura (excluyendo bioenergía) surge del secuestro de carbono de los suelos, que tiene fuertes sinergias con la agricultura sostenible y generalmente reduce la vulnerabilidad al cambio climático. [8.4, 8.5, 8.8]
 - El carbono almacenado puede ser vulnerable de ser perdido por cambios de gestión del suelo y el cambio climático. [8.10]
 - También hay un potencial de mitigación considerable en las reducciones de emisiones de metano y óxido nítrico en algunos sistemas agrícolas [8.4, 8.5]
 - No hay una lista universalmente aplicable de prácticas de mitigación; las prácticas necesitan ser evaluadas para sistemas y marcos agrícolas individuales [8.4]
 - La biomasa de los residuos agrícolas y los cultivos energéticos pueden ser una importante materia prima para bioenergía, pero su contribución a la mitigación depende de la demanda de bioenergía por parte del transporte y el suministro de energía, de la disponibilidad de agua y de los requisitos de suelo para la producción de alimentos o fibra. El amplio uso de tierras agrícolas para la producción de biomasa para energía puede competir con otros usos del suelo y puede haber impactos e implicaciones positivos y negativos para la seguridad alimentaria [8.4, 8.8]
- 15. Las actividades de mitigación relacionadas con bosques pueden reducir considerablemente las emisiones por las fuentes e incrementar las absorciones de CO₂ por los sumideros a bajo coste, y deben ser diseñadas para crear sinergias con la adaptación y el desarrollo sostenible. (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*)²³**
- Alrededor del 65% del potencial de mitigación (hasta 100US\$/tCO₂-eq) se encuentra en los trópicos, y alrededor del 50% del total se podría alcanzar mediante la reducción de la deforestación. [9.4]
 - El cambio climático puede afectar el potencial de mitigación del sector forestal (por ejemplo, plantaciones y bosques nativos) y se espera que sea diferente para diferentes regiones y sub-regiones, en magnitud y dirección. [9.5]
 - Las opciones de mitigación relacionadas con bosques pueden ser diseñadas e implementadas para que sean compatibles con la adaptación, y pueden tener co-beneficios sustanciales en relación con el empleo, la generación de ingresos, conservación de biodiversidad y cuencas, producción de energías renovables y reducción de pobreza. [9.5, 9.6, 9.7]
- 16. Los residuos generados tras el consumo²⁴ son una pequeña contribución a las emisiones totales de GEI²⁵ (<5%), pero el sector de los residuos puede contribuir de forma positiva a la mitigación de GEI a bajos costes y promover el desarrollo sostenible. (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*)**
- Las prácticas de gestión de residuos existentes pueden proporcionar la mitigación efectiva de las emisiones de GEI de este sector: un amplio rango de tecnologías maduras, efectivas medioambientalmente están disponibles comercialmente para mitigar emisiones y proporcionar co-beneficios como mejorar la salud y seguridad públicas, la protección del suelo y la prevención de la contaminación, y el abastecimiento de energía local [10.3, 10.4, 10.5]
 - La minimización de residuos y el reciclaje proporcionan unos beneficios de mitigación indirectos importantes a través de la conservación de energía y materiales [10.4]
 - La falta de capital es la limitación clave para la gestión de residuos y aguas residuales en los países en desarrollo y países con economías en transición. La falta de experiencia en tecnología sostenible es también una importante barrera [10.6]
- 17. Las opciones de ingeniería geológica, como la fertilización oceánica para extraer CO₂ directamente de la atmósfera, o la obstaculización de la luz solar en la parte superior de la atmósfera, son todavía opciones especulativas y no probadas, y con riesgos de efectos secundarios desconocidos.**

²³ Tuvalu destacó dificultades con la referencia al “bajo coste”, ya que en la página 15 del capítulo 9 del informe del GTIII se dice que “el coste de los proyectos de mitigación de bosques aumentan significativamente cuando los costes de oportunidad del suelo se toman en cuenta”

²⁴ Los residuos industriales están recogidos en el sector industrial

²⁵ los GEI de residuos incluyen metano de vertederos y de aguas residuales, N₂O de aguas residuales, y CO₂ de la incineración de carbono fósil.

No se han publicado estimaciones fiables de los costes de estas opciones. (*Acuerdo medio, evidencia limitada*) [11.2]

D) Mitigación a largo plazo (después de 2030)

18. Para estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera, las emisiones deberían alcanzar un punto máximo y después disminuir. Cuanto más bajo sea el nivel de estabilización, más rápido deberán ocurrir el pico y la disminución. Los esfuerzos de mitigación en las próximas dos o tres décadas tendrán un gran impacto sobre las oportunidades de alcanzar niveles de estabilización más bajos (Ver Tabla RRP.5 y Figura RRP.8)²⁶ (*elevado acuerdo, mucha evidencia*).

- Recientes estudios que utilizan reducciones multi-gas han explorado niveles de estabilización más bajos de los que se informaba en el TIE. [3.3.]
- Los estudios valorados contienen un rango de perfiles para el logro de la estabilización de las concentraciones de GEI²⁷. Muchos de estos estudios utilizan un enfoque de coste mínimo e incluyen reducciones de emisiones tempranas y tardías (figura RRP.7) [Cuadro RRP2]. La tabla RRP.5 resume los niveles de emisión requeridos por los diferentes grupos de concentraciones de estabilización y el asociado incremento de la temperatura media global de equilibrio²⁸, usando la “mejor estimación” de la sensibilidad del clima (ver también Figura RRP.8 para el rango de probabilidad de la incertidumbre)²⁹. La estabilización a concentraciones más bajas y los niveles de temperatura de equilibrio asociados adelantan la fecha en la que las emisiones necesitan alcanzar el pico y requieren mayores reducciones de emisiones en 2050. [3.3.]

²⁶ El párrafo 2A trata las emisiones históricas de GEI desde la era pre-industrial

²⁷ Los estudios varían en relación al momento en el tiempo en el que la estabilización se alcanza; generalmente esto es alrededor de 2100 o más tarde.

²⁸ La información de la temperatura media global se extrae del informe del GTI del AR4, capítulo 10.8. Estas temperaturas se alcanzan bastante después de la estabilización de las concentraciones.

²⁹ La sensibilidad climática de equilibrio es una medida de la respuesta del sistema climático al forzamiento radiativo sostenido. No es una proyección, pero se define como el calentamiento medio global de la superficie que sigue a un doblamiento de las concentraciones de dióxido de carbono [RRP GTI AR4]

Tabla RRP.5: Características de los escenarios de estabilización post-TIE [tabla ST 2, 3.10]^{a)}

Categoría	Forzamiento radiativo	Concentración de CO ₂ ^{e)}	Concentración de CO ₂ -eq ^{e)}	Aumento de la temperatura media global sobre el nivel pre-industrial en equilibrio, usando la sensibilidad climática “mejor estimada” ^{b),c)}	Año de “pico” para las emisiones de CO ₂ ^{d)}	Cambio en las emisiones globales de CO ₂ en 2050 (% de emisiones de 2000) ^{d)}	Número de escenarios valorados
	W/m ²	ppm	ppm	°C	Año	(%)	
I	2.5-3.0	350-400	445-490	2.0-2.4	2000-2015	-85 a -50	6
II	3.0-3.5	400-440	490-535	2.4-2.8	2000-2020	-60 a -30	18
III	3.5-4.0	440-485	535-590	2.8-3.2	2010-2030	-30 a +5	21
IV	4.0-5.0	485-570	590-710	3.2-4.0	2020-2060	+10 a +60	118
V	5.0-6.0	570-660	710-855	4.0-4.9	2050-2080	+25 a +85	9
VI	6.0-7.5	660-790	855-1130	4.9-6.1	2060-2090	+90 a +140	5
Total							117

^{a)} La comprensión de la respuesta del sistema climático al forzamiento radiativo, así como las retroalimentaciones se valoraron en detalle en el informe del GTI del AR4. Las retroalimentaciones entre el ciclo de carbono y el cambio climático afectan a la mitigación requerida para un nivel de estabilización específico de la concentración atmosférica de dióxido de carbono. Estas retroalimentaciones se espera que aumenten la fracción de emisiones antropogénicas que permanecen en la atmósfera a medida que el sistema climático se calienta. Por lo tanto, las reducciones de emisiones para lograr un nivel específico de estabilización presentado en los estudios de mitigación valorados aquí podría estar infravalorado.

^{b)} La mejor estimación de la sensibilidad climática es 3°C [RRP GTI]

^{c)} Nótese que la temperatura media global en equilibrio es diferente de la media global de temperatura esperada en el momento de la estabilización de la concentración de GEI debido a la inercia del sistema climático. Para la mayoría de los escenarios valorados, la estabilización de las concentraciones de GEI ocurrirá entre 2100 y 2150.

^{d)} Rangos correspondientes a los percentiles 15° y 85° de la distribución de escenarios post-TIE. Las emisiones de CO₂ se muestran de manera que los escenarios multi-gas pueden ser comparados con los escenarios CO₂ únicamente.

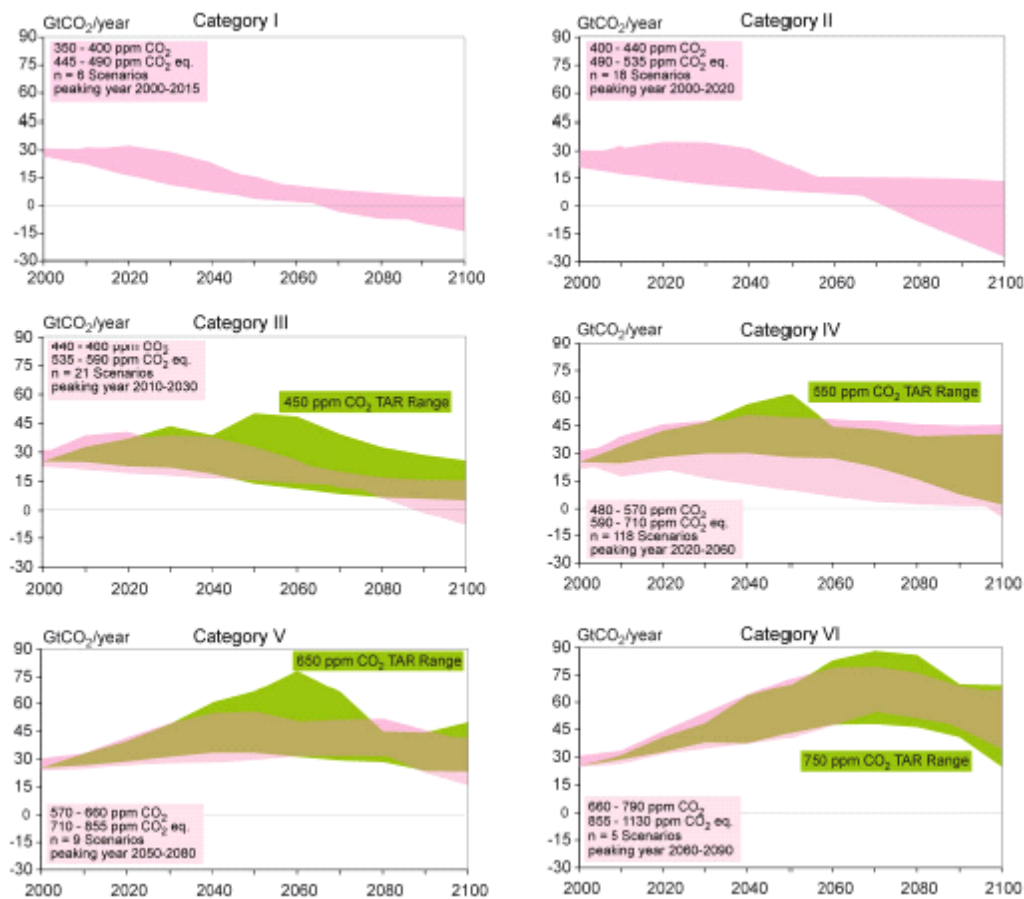


Figura RRP 7: Sendas de emisiones de los escenarios de mitigación para categorías de niveles de estabilización alternativas (Categorías I hasta VI tal y como se definen en el cuadro de cada panel). Las sendas son para emisiones de CO₂ únicamente. La zona de tonalidad rosada son las emisiones de CO₂ de escenarios de mitigación desarrollados tras el TIE. Las zonas de tonalidad verdosa representan los rangos de más de 80 escenarios de estabilización del TIE. Las emisiones del año base pueden diferir entre modelos debido a diferencias en la cobertura del sector y la industria. Para alcanzar los niveles de estabilización más bajos algunos escenarios utilizan la retirada de CO₂ de la atmósfera (emisiones negativas) utilizando tecnologías tales como la producción de energía con biomasa y la utilización de captura y almacenamiento de dióxido de carbono. [Figura 3.17]

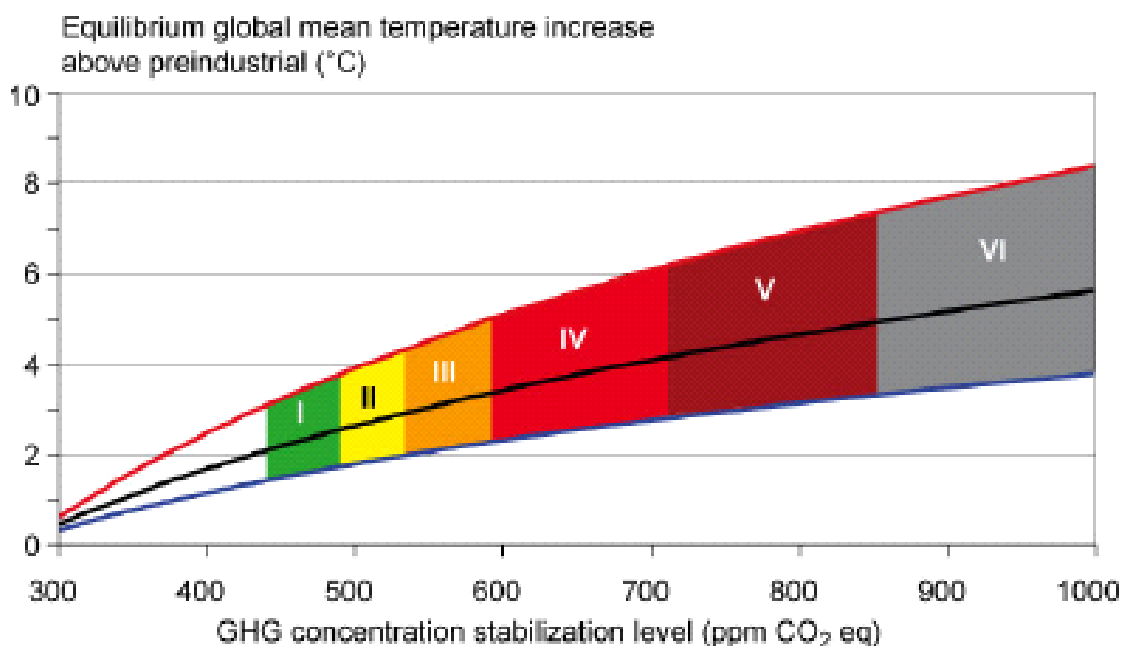


Figura RRP 5: Categorías de escenarios de estabilización como las presentadas en la figura RRP. 7 (bandas coloreadas) y su relación con los cambios en la temperatura media global de equilibrio por encima de los niveles pre-industriales, usando (i) “la mejor estimación” de la sensibilidad climática de 3°C (línea negra en el medio del área sombreada), (ii) límite superior del rango probable de sensibilidad climática de 4.5°C (línea roja en la parte superior del área sombreada) (iii) límite inferior del rango probable de sensibilidad climática de 2°C (línea azul en la parte inferior de la zona sombreada). Las sombras coloreadas muestran las bandas de concentración para la estabilización de los gases de efecto invernadero en la atmósfera correspondientes a las categorías I a VI de escenarios de estabilización tal y como se indica en la Figura RRP7. Los datos se extraen del GTI del 4IE, capítulo 10.8.

19. El rango de los niveles de estabilización evaluados puede alcanzarse mediante el despliegue de una cartera de tecnologías que estén disponibles en la actualidad y aquellas que se esperan comercializar en las próximas décadas. Esto asume que se podrán en funcionamiento incentivos apropiados y efectivos para el desarrollo, adquisición, despliegue y difusión de las tecnologías y para tratar las barreras relacionadas. (Acuerdo elevado, mucha evidencia).

- La contribución de las distintas tecnologías a la reducción de emisiones requeridas para la estabilización variará con el tiempo, la región y el nivel de estabilización.
 - La eficiencia energética juega un papel fundamental en muchos escenarios para la mayor parte de las regiones y escalas temporales.
 - Para niveles de estabilización más bajos, los escenarios ponen más énfasis en el uso de fuentes de energía bajas en carbono, como las renovables y la nuclear, y en el uso de la captura y almacenamiento de CO₂ (CCS). En estos escenarios las mejoras en la intensidad del carbono del suministro de energía y la economía global tienen que ser mucho más rápidas que en el pasado.
 - Incluyendo las opciones de mitigación de gases no-CO₂ y de CO₂ por el uso de la tierra y la silvicultura se consigue una mayor flexibilidad y costo-efectividad para alcanzar la estabilización. La bioenergía moderna podría contribuir sustancialmente a la parte de renovables en la cartera de mitigación.
 - Para ejemplos ilustrativos de carteras de opciones de mitigación véase la Figura RRP.9. [3.3, 3.4]

- Las inversiones y el despliegue a nivel global de tecnologías bajas en emisiones de GEI así como las mejoras tecnológicas a través de I+D+i público y privado, serán necesarias para conseguir los objetivos de estabilización así como para reducir costes. Cuanto más bajos sean los niveles de estabilización, especialmente 550ppm CO₂eq o menor, mayor será la necesidad de esfuerzos más eficientes en I+D+i e inversión en nuevas tecnologías durante las próximas décadas.
- Incentivos apropiados podrían tratar estas barreras y ayudar a alcanzar los objetivos en un amplio abanico de carteras tecnológicas. [2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6]

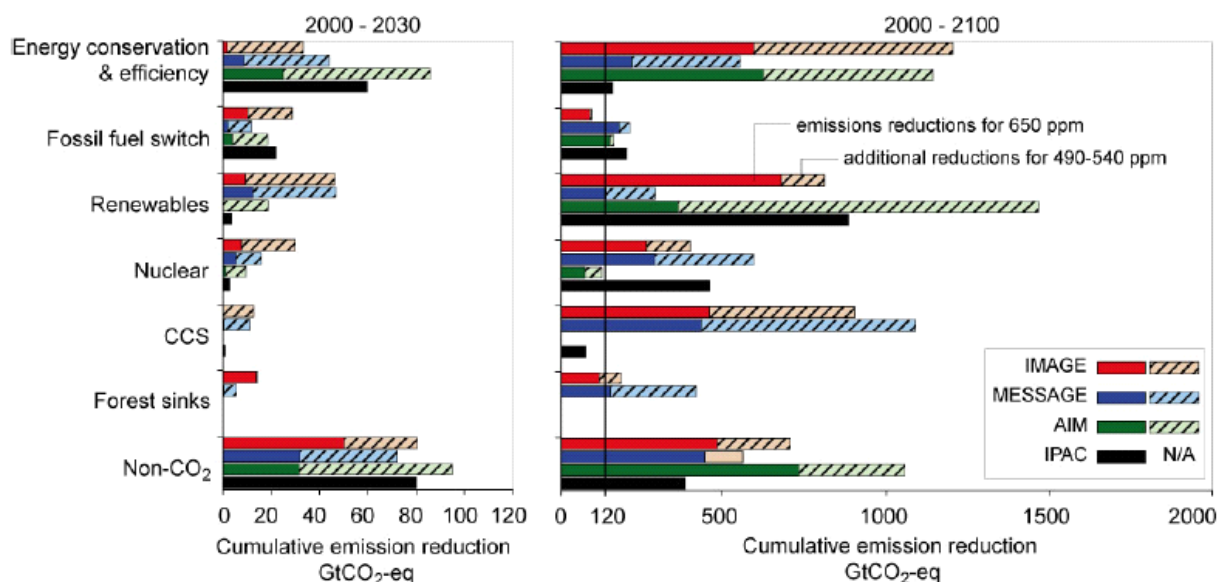


Figura RRP 9: Reducciones acumuladas de emisiones para alternativas de medidas de mitigación del 2000 al 2030 (parte izquierda del panel) y del 2000 al 2100 (parte derecha del panel). La figura muestra los escenarios ilustrativos de cuatro modelos (AIM, IMAGE, IPAC y MESSAGE) con el objetivo de estabilización a 490-540 ppm CO₂eq y niveles de 650 ppm CO₂eq respectivamente. Las barras oscuras indican las reducciones para un objetivo de 650 ppm CO₂eq y las barras claras las reducciones adicionales para alcanzar 490-540 ppm CO₂eq. Téngase en cuenta que algunos modelos no consideran la mitigación a través de la mejora de los bosques como sumideros (AIM e IPAC) o a través de CCS (AIM) y que el porcentaje de opciones energéticas bajas en carbono en el total del suministro de energía es determinado también por la inclusión de estas opciones en la base de referencia. CCS incluye almacenaje y captura de carbono de biomasa. Sumideros forestales incluye reducción de emisiones por deforestación. [Figura 3.23]

20. En el 2050³⁰ los costes macroeconómicos globales medios para la mitigación multigas enfocada a una estabilización entre 710 y 450 ppm CO₂-eq están entre una ganancia del 1% y una pérdida de 5,5% del PIB global (ver tabla RRP.6). Para países y sectores específicos, los costes varían considerablemente de la media global (ver Cuadro RRP.3 para las metodologías y suposiciones y párrafo 5 para explicaciones sobre los costes negativos). (*Acuerdo elevado, evidencia media*)

Tabla RRP.6: Costes macro-económicos globales estimados en 2050 con respecto a la base de referencia para las trayectorias menos costosas para diferentes objetivos de estabilización a largo plazo^{a)}. [3.3, 13.3]

Niveles de estabilización (ppm CO ₂ -eq)	Reducción mediana de PIB ^{b)} (%)	Rango de reducción del PIB ^{b)c)} (%)	Reducción de las tasas de crecimiento medio anual del PIB (puntos porcentuales) ^{b)d)}
590-710	0.5	(-1) - 2	<0.05
535-590	1.3	ligeramente negativo - 4	<0.1
445-535 ^{e)}	No disponible	<5.5	<0.12

^{a)} Esto corresponde a la literatura completa a través de todas los escenarios de bases de referencia y mitigación que proporcionan los números del PIB

^{b)} Este es el PIB global basado en tasas de cambio de mercado

^{c)} Se proporcionan la mediana y el rango percentil 10º y 90º de los datos analizados

^{d)} El cálculo de la reducción de la tasa anual de crecimiento se basa en la reducción media durante el periodo hasta 2050 que resultaría en el indicado decrecimiento del PIB en 2050

^{e)} El número de estudios es relativamente pequeño y, generalmente, usan líneas de referencia bajas. Las líneas de referencia altas generalmente llevan a costes mayores.

21. La toma de decisiones sobre el nivel apropiado de mitigación global a lo largo del tiempo implica un proceso de gestión de riesgo iterativo que incluye mitigación y adaptación, teniendo en cuenta daños del cambio climático reales y evitados, co-beneficios, sostenibilidad, equidad y actitudes hacia el riesgo. Las elecciones sobre la escala y el calendario de la mitigación de GEI requiere la realización de un balance entre los costes económicos de las reducciones de emisiones más rápidas ahora y los riesgos climáticos correspondientes por retraso a medio y largo plazo. (*Acuerdo elevado, mucha evidencia*)

- Resultados analíticos limitados y tempranos del análisis integrado de los costes y beneficios de la mitigación indican que estos son ampliamente comparables en magnitud, pero no tanto como para permitir una determinación no ambigua de una senda de emisiones o nivel de estabilización donde los beneficios superan a los costes [3.5]
- La valoración integrada de los costes y beneficios económicos de las distintas sendas de mitigación muestra que el calendario económicamente óptimo y el nivel de mitigación dependen de la forma y el carácter de la incertidumbre de la curva de costes de los daños por cambio climático asumida. Para ilustrar esta dependencia:
 - Si la curva de coste de los daños por cambio climático crece lenta y regularmente, y hay una buena previsión (que aumente el potencial de una adaptación a tiempo), se justifica económicamente una mitigación posterior y menos rigurosa.
 - Alternativamente, si la curva del coste de los daños aumenta bruscamente, o no es lineal (por ejemplo, los umbrales de vulnerabilidad o todavía menores probabilidades de eventos catastróficos), se justifica económicamente una mitigación temprana y más rigurosa [3.6]

³⁰ En el párrafo 5 se presenta la estimación de costes para 2030.

- La sensibilidad climática es una incertidumbre clave para los escenarios de mitigación que tratan de alcanzar un nivel específico de temperatura. Los estudios muestran que si la sensibilidad climática es alta, el calendario y el nivel de mitigación son más tempranos y rigurosos que cuando es bajo. [3.5, 3.6]
- Las reducciones de emisiones tardías conducen a inversiones que se estancan en infraestructuras y sendas de desarrollo más intensivas en emisiones. Esto limita considerablemente las oportunidades de alcanzar niveles de estabilización más bajos (como se muestra en la tabla RRP.6) y aumenta el riesgo de impactos de cambio climático más severos. [3.4, 3.1, 3.5, 3.6]

Cuadro RRP.4: *Cambio tecnológico inducido por modelos*

La literatura relevante implica que las políticas y medidas pueden inducir un cambio tecnológico. Se ha alcanzado un progreso remarcable en la aplicación de enfoques basados en cambios tecnológicos inducidos a estudios de estabilización; sin embargo, permanecen cuestiones conceptuales. En los modelos que adoptan estos enfoques, los costes proyectados para un nivel de estabilización son reducidos; las reducciones son mayores a niveles de estabilización más bajos.

E) Políticas, medidas e instrumentos para mitigar el cambio climático.

22. Están disponibles para los gobiernos una amplia variedad de políticas e instrumentos nacionales, con el fin de crear los incentivos para la acción de mitigación. Su aplicabilidad depende de las circunstancias nacionales y del conocimiento de sus interacciones, pero la experiencia de la ejecución en varios países y sectores muestra que hay ventajas y desventajas para cada instrumento. (Acuerdo elevado, mucha evidencia)

- Se utilizan principalmente cuatro criterios principales para evaluar las políticas e instrumentos: efectividad ambiental, efectividad en términos de costes, efectos de distribución, incluida la equidad, y la viabilidad institucional [13.2]
- Todos los instrumentos pueden ser diseñados bien o pobremente y ser rigurosos o laxos. Además, el seguimiento para mejorar la ejecución es una cuestión importante para todos los instrumentos. Las conclusiones generales sobre el rendimiento de las políticas son: [7.9, 12.2, 13.2]
 - *La integración de políticas climáticas en políticas de desarrollo más amplias* facilita la implementación y la superación de barreras
 - *Las regulaciones y estándares* generalmente proporcionan certidumbre sobre los niveles de emisión. Pueden ser preferibles frente a otros instrumentos cuando la información u otras barreras impiden que los productores y consumidores respondan a las señales de los precios. Sin embargo, pueden no inducir innovaciones y tecnologías más avanzadas.
 - *Tasas y cargos* pueden fijar el precio para el carbono, pero no pueden garantizar un nivel de emisiones particular. La literatura identifica las tasas como una manera eficiente de internalizar los costes de las emisiones de GEI.
 - *Los derechos comercializables* establecerán el precio del carbono. El volumen de emisiones permitidas determina la efectividad ambiental, mientras que la asignación de derechos tiene consecuencias de distribución. La fluctuación en el precio del carbono dificulta la estimación del coste total del cumplimiento con derechos de emisión.
 - *Los incentivos financieros* (subsidios y créditos tributarios) son usados frecuentemente por los gobiernos para estimular el desarrollo y difusión de las nuevas tecnologías. Mientras los costes económicos son generalmente mayores que para el resto de instrumentos de esta lista, a menudo son críticos para superar las barreras.
 - *Los acuerdos voluntarios* entre la industria y los gobiernos son atractivos políticamente, conciencian a las partes implicadas, y han jugado un papel muy importante en la evolución de muchas políticas nacionales. La mayoría de los acuerdos no ha logrado reducciones de emisiones significativas más allá del business as usual (tendencial). Sin embargo, algunos acuerdos recién

tes, en unos pocos países, han acelerado la aplicación de la mejor tecnología disponible y han llevado a reducciones de emisiones medibles.

- *Instrumentos de información* (por ejemplo, campañas de sensibilización) pueden afectar positivamente a la calidad ambiental promocionando opciones y contribuyendo posiblemente a cambios en los comportamientos, sin embargo, su impacto en las emisiones no ha sido todavía cuantificado.
- *I+D+i* puede estimular los avances tecnológicos, reducir costes y posibilitar el progreso hacia la estabilización.
- Algunas corporaciones, autoridades locales y regionales, ONGs y grupos civiles están adoptando una amplia variedad de acciones voluntarias. Estas acciones voluntarias pueden limitar las emisiones de GEI, estimular las políticas innovadoras y promover el despliegue de nuevas tecnologías. Por sí mismos, generalmente tienen un impacto limitado en el nivel nacional o regional de emisiones [13.4].
- Las lecciones aprendidas a través de la aplicación de políticas nacionales e instrumentos en sectores específicos se muestran en la Tabla RRP.7

23. las políticas que proporcionan un precio de carbono real o implícito podrían crear incentivos para productores y consumidores para invertir significativamente en productos, tecnologías y procesos bajos en GEI. Estas políticas podrían incluir instrumentos económicos, financiación y regulación gubernamental. (*acuerdo alto, mucha evidencia*)

- Una señal efectiva del precio de carbono podría conseguir un potencial de mitigación significativo en todos los sectores [11.3, 13.2]
- Los estudios de modelización (ver Cuadro RRP.3) muestran que un aumento de los precios de carbono de 20 a 80US\$/tCO₂-eq en 2030 y 30 a 155 US\$/CO₂-eq en 2050 es consistente con la estabilización alrededor de 550 ppm CO₂-eq en 2100. Para el mismo nivel de estabilización, los estudios desde el TIE que tienen en cuenta cambio tecnológico inducido dan unos rangos de precios menores, de 5 a 65 US\$/tCO₂-eq en 2030 y de 15 a 130 US\$/tCO₂-eq en 2050 [3.3, 11.4, 11.5]
- La mayoría de las valoraciones top-down y algunos análisis bottom-up en 2050, sugieren que unos precios de carbono, reales o implícitos, de 20 a 50 US\$/CO₂-eq, sostenidos o aumentados durante décadas, podrían llevar a un sector de generación de energía con emisiones de GEI bajas en 2050 y hacer económicamente atractivas muchas opciones de mitigación en los sectores de uso final.. [4.4, 11.6]
- Las barreras para la ejecución de opciones de mitigación son multitud y varían por sector y país. Pueden estar relacionadas con aspectos financieros, tecnológicos, institucionales, de información y de comportamiento. [4.5, 5.5, 6.7, 7.6, 8.6, 9.6, 10.5]

Tabla RRP.7: Políticas, medidas e instrumentos sectoriales seleccionados que han demostrado ser efectivas medioambientalmente en el respectivo sector en, al menos, un número de casos nacionales.

Sector	Políticas ^{a)} , medidas e instrumentos efectivos medioambientalmente	Limitaciones y oportunidades clave
Suministro de energía [4.5]	Reducción de subsidios para combustibles fósiles	La resistencia por los intereses creados puede hacer que sean difíciles de ejecutar
	Tasas o cargos al carbono en combustibles fósiles	
	Tarifas introducidas para tecnologías de energías renovables	Puede ser apropiado crear mercados para tecnologías bajas en emisiones
	Obligaciones de energías renovables	
	Subsidios para productores	
Transporte [5.5]	Economía de combustible obligatoria, mezcla de biocombustibles y estándares de CO ₂ para transporte en carretera	La cobertura parcial de la flota vehicular puede limitar la efectividad
	Tasas en compra, registro y uso de vehículos, y combustibles de motor, asignación de precios en carreteras y aparcamientos	La efectividad puede bajar con rentas más altas
	Influencia en las necesidades de movilidad a través de regulación del uso del suelo y la planificación de infraestructuras	Particularmente apropiado para países que están construyendo sus sistemas de transporte
	Inversiones en instalaciones de transporte público atractivas y formas no motorizadas de transporte	
Residencial [6.8]	Aplicación de criterios y etiquetado	Se necesita una revisión periódica de criterios
	Códigos de construcción y certificación	Atractivo para edificios nuevos. Hacerlo obligatorio puede ser difícil
	Programas de gestión del lado de la demanda	Necesidad de regulación para que las empresas puedan sacar provecho
	Programas públicos de liderazgo, incluyendo gestión	La adquisición del gobierno puede expandir la demanda de productos eficientes energéticamente
	Incentivos para compañías de servicio energético	Factor de éxito: acceso a financiación de terceras partes
Industria [7.9]	Suministro de información de benchmark	Pueden ser apropiados para estimular la respuesta tecnológica. La estabilidad de la política nacional es importante a la vista la competencia internacional
	Estándares de ejecución	
	Subsidios, créditos tributarios	
	Derechos transferibles	Unos mecanismos de asignación previsibles y señales estables de los precios son importante para la inversión

Sector	Políticas ^{a)} , medidas e instrumentos efectivos medioambientalmente	Limitaciones y oportunidades clave
	Acuerdos voluntarios	Los factores de éxito incluyen: objetivos claros, escenarios de referencia, implicación de terceras partes en el diseño, revisión y suministro formal de seguimiento, cooperación cercana entre gobierno e industria
Agricultura [8.6, 8.7, 8.8]	Incentivos financieros y regulaciones para la mejora de la gestión del suelo, mantenimiento del contenido de carbono en el suelo, uso eficiente de fertilizantes y riego	Puede fomentarse la sinergia con el desarrollo sostenible y la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático, de ese modo, superando las barreras de ejecución.
Selvicultura/bosques [9.6]	Incentivos financieros (nacionales e internacionales) para aumentar la superficie de bosque, reducir la deforestación y mantener y gestionar bosques	Las limitaciones incluyen falta de capital de inversión y cuestiones de tenencia del suelo. Puede contribuir a la reducción de la pobreza.
	Control y regulación del uso del suelo	
Gestión de residuos [10.5]	Incentivos financieros para residuos mejorados y gestión de aguas residuales	Puede estimular la difusión de tecnología
	Incentivos u obligación para la energía renovable	Disponibilidad local de combustible a bajo coste
	Regulaciones de gestión de residuos	Aplicado más efectivamente a nivel nacional con estrategias de control

^{a)} Se ha probado que la inversión pública en I+D+i en tecnologías bajas en emisiones es efectiva en todos los sectores

24. El apoyo gubernamental mediante contribuciones financieras, créditos fiscales, fijación de estándares y creación de mercados es importante para un desarrollo, innovación y despliegue tecnológico efectivo. La transferencia de tecnologías a países en desarrollo depende de las inversiones y de las condiciones que las faciliten (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*)

- Los beneficios públicos de las inversiones en I+D+i son mucho más altos que los beneficios alcanzados por el sector privado, justificando así el apoyo público a la I+D+i.
- La financiación gubernamental en términos reales absolutos para la mayoría de los programas de investigación en energía ha sido nula o decreciente durante cerca de dos décadas (incluso una vez que entró en vigor la Convención Marco de Naciones Unidas en Cambio Climático) y está actualmente cerca de la mitad de los niveles de 1980. [2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2]
- Los gobiernos tienen un papel crucial de apoyo en proporcionar un respaldo apropiado, tal como marcos institucionales, políticos, legales y regulatorios³¹, para mantener flujos de inversión y para una transferencia de tecnología efectiva – sin la cual sería difícil alcanzar reducciones de emisiones a una escala significativa. La movilización de financiación para los costes incrementales de tecnologías bajas en carbono es fundamental. Los acuerdos tecnológicos internacionales podrían fortalecer la infraestructura del conocimiento. [13.3]
- El efecto beneficioso potencial de la transferencia de tecnología a países en desarrollo derivada de la acción de los países Anexo I puede ser sustancial, pero no hay estimaciones fiables disponibles.[11.7]
- Los flujos financieros a los países en desarrollo mediante los proyectos de MDL tienen el potencial de alcanzar niveles del orden de varios billones de dólares americanos por año³², los cuales son más altos que los flujos obtenidos a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF- FMAM), compara-

³¹ Ver el Informe Especial del IPCC sobre Cuestiones Metodológicas y Tecnológicas en Transferencia de Tecnología

³² Depende de forma muy importante del precio de mercado que ha fluctuado entre 4 y 26 dólares americanos por tn/CO₂eq y se basa en aproximadamente 1000 proyectos MDL propuestos más los propuestos registrados que probablemente generarán más de 1.3 billones de créditos de reducción de emisiones antes de 2012

bles a los flujos de asistencia al desarrollo orientados a la energía, pero al menos de un orden de magnitud más bajo que el total de los flujos de las inversiones extranjeras directas. Los flujos financieros del MDL, GEF y de la ayuda al desarrollo en la transferencia de tecnología han sido, hasta el momento, limitado y distribuido geográficamente de forma desigual. [12.3, 13.3]

25. Los logros más notables de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto son el establecimiento de una respuesta global al problema del clima, la estimulación de una variedad de políticas nacionales, la creación de un mercado del carbono internacional y el establecimiento de nuevos mecanismos institucionales que podrían proporcionar la base para esfuerzos de mitigación futuros. (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*)

- El impacto del primer periodo de compromiso del Protocolo respecto a las emisiones globales será posiblemente limitado. Sus impactos económicos en los países anexo B que participan en el mismo serán posiblemente menores que los presentados en el TIE, que mostraba un PIB entre un 0,2-2% más bajo en 2012 sin comercio de emisiones, y un 0,1-1,1% con comercio de emisiones entre los países Anexo B. [1.4, 11.4, 13.3]

26. La literatura identifica muchas opciones para alcanzar reducciones de las emisiones de GEI globales a nivel internacional a través de la cooperación. Esto sugiere también que los acuerdos exitosos son medioambientalmente eficientes, coste-eficientes, incorporan consideraciones sobre la distribución y la equidad, y son institucionalmente realizables. (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*).

- Mayores esfuerzos cooperativos para reducir las emisiones ayudarán a reducir los costes globales para alcanzar un nivel de mitigación dado, o mejorará la efectividad medioambiental [13.3]
- La mejora y la expansión de ámbito de los mecanismos de mercado (tales como comercio de emisiones, Aplicación Conjunta y MDL) podrían reducir los costes totales de mitigación. [13.3]
- Los esfuerzos de abordar el cambio climático pueden incluir diversos elementos, tales como objetivos de emisiones; acciones sectoriales, locales, sub-nacionales y regionales; programas de I+D+i; la adopción de políticas comunes; la ejecución de acciones orientadas al desarrollo; o expansión de instrumentos financieros. Estos elementos pueden ser ejecutados de manera integrada, pero la comparación de los esfuerzos realizados por diferentes países de forma cuantitativa podría ser compleja y requerir muchos recursos. [13.3]
- Las acciones que pueden elegir los países participantes pueden diferenciarse tanto en términos de cuándo se llevan a cabo esas acciones, como de quién participa y qué tipo de acción será. Las acciones pueden ser vinculantes o no vinculantes, incluir objetivos fijos o dinámicos, y la participación puede ser estática o variar a lo largo del tiempo. [13.3]

F) Desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático.

27. Conseguir un desarrollo más sostenible mediante un cambio de las sendas de desarrollo puede contribuir de manera importante a la mitigación del cambio climático, pero la ejecución puede requerir recursos para superar múltiples barreras. Hay un creciente conocimiento de las posibilidades de elegir y ejecutar opciones de mitigación en varios sectores para tener en cuenta las sinergias y evitar conflictos con otras dimensiones del desarrollo sostenible. (*Elevado acuerdo, mucha evidencia*)

- Con independencia de la escala de las medidas de mitigación, son necesarias medidas de adaptación [1.2]
- El tratamiento del cambio climático puede ser considerado como un elemento integral de las políticas de desarrollo sostenible. Las circunstancias nacionales y la solidez de las instituciones determinan cómo afectan las políticas de desarrollo a las emisiones de GEI. Cambios en las sendas de desarrollo surgen de interacciones entre procesos de toma de decisiones públicas y privadas implicando gobiernos, empresas,

sector privado y la sociedad civil, muchos de los cuales no son considerados tradicionalmente como “política climática”. Este proceso es más efectivo cuando los actores participan equitativamente y los procesos de toma de decisiones descentralizados están coordinados. [2.2, 3.3, 12.2]

- El cambio climático y otras políticas de desarrollo sostenible son, a menudo pero no siempre, sinérgicos. Hay una evidencia creciente de que las decisiones sobre política macroeconómica, política agrícola, préstamos de bancos multilaterales de desarrollo, prácticas de seguro, reformas del mercado eléctrico, seguridad energética y conservación de bosques, por ejemplo, las cuales se tratan a menudo como no relacionadas con política climática, pueden reducir significativamente las emisiones. Por otra parte, las decisiones sobre mejoras en el acceso rural a fuentes de energía modernas por ejemplo, pueden no tener una influencia muy grande en las emisiones globales de GEI. [12.2]
- Las políticas de cambio climático relacionadas con la eficiencia energética y las energías renovables, son a menudo beneficiosas económicamente, mejoran la seguridad energética y reducen las emisiones de contaminantes locales. Otras opciones de mitigación relacionadas con el suministro energético pueden ser diseñadas para conseguir también beneficios de desarrollo sostenible como evitar el desplazamiento de poblaciones locales, creación de empleo, y beneficios para la salud. [4.5, 12.3]
- La reducción de la pérdida de hábitats naturales y de la deforestación puede tener un impacto significativo en la biodiversidad, beneficios en la conservación del suelo y el agua, y puede ser ejecutada de manera social y económicamente sostenible. La forestación y las plantaciones bioenergéticas pueden llevar a la recuperación de tierras degradadas, a la gestión de escorrentías, a la retención de carbono en el suelo y a beneficiar a las economías rurales, pero pueden competir con tierras para la producción de alimentos y pueden ser negativas para la biodiversidad, si no se diseñan adecuadamente. [9.7, 12.3]
- Hay también buenas posibilidades para reforzar el desarrollo sostenible a través de acciones de mitigación en los sectores de la gestión de residuos, el transporte y el sector residencial. [5.4, 6.6, 10.5, 12.3]
- Tender a un desarrollo más sostenible puede mejorar tanto la capacidad mitigación como de adaptación, y reducir las emisiones y la vulnerabilidad ante el cambio climático. Las sinergias entre mitigación y adaptación pueden existir, por ejemplo, en la producción de biomasa adecuadamente diseñada, la formación de áreas protegidas, la gestión del suelo, el uso de energía en edificios y la silvicultura. En otras situaciones, puede haber compensaciones, como un incremento en las emisiones de GEI debido a un incremento del consumo de energía debido a respuestas de adaptación. [2.5, 3.5, 4.5, 6.9, 7.8, 8.5, 9.5, 11.9, 12.1]

G) Lagunas en el conocimiento

- 28. Hay todavía importantes lagunas en el conocimiento disponible actualmente en relación con algunos aspectos de la mitigación del cambio climático, especialmente en países en desarrollo. Investigación adicional que trate estas lagunas podría reducir las incertidumbres y por lo tanto, facilitar la toma de decisiones relacionada con la mitigación del cambio climático [RT.14].**

Cuadro Final I: Representación de la incertidumbre

La incertidumbre es una característica inherente a cualquier evaluación. El Cuarto Informe de Evaluación clarifica las incertidumbres asociadas con declaraciones esenciales.

Las diferencias fundamentales entre las disciplinas científicas subyacentes en cada uno de los informes de los tres Grupos de Trabajo hacen que un enfoque común no sea práctico. El enfoque de “probabilidad” aplicado en “Cambio Climático 2007, la base física científica”, y el enfoque de “confianza” y “probabilidad” usado en “Cambio Climático 2007, impactos adaptación y vulnerabilidad” se consideraron inadecuados para tratar con las incertidumbres específicas incluidas en este informe de mitigación, ya que se consideran elecciones humanas.

En este informe se usa una escala bi-dimensional para el tratamiento de la incertidumbre. La escala se basa en juicio experto de los autores del Grupo de trabajo III en el nivel de concurrencia en la literatura sobre una conclusión particular (nivel de acuerdo) y el número y calidad de las fuentes independientes cualificadas por las reglas del IPCC en el cual se basa la conclusión (cantidad de evidencia³³) (ver tabla RRP E.1). Este no es un enfoque cuantitativo, del que se puedan derivar probabilidades relacionadas con la incertidumbre.

Tabla RRP E.1. Definición cualitativa de incertidumbre.

↑ Nivel de acuerdo (en una conclusión particular)	Acuerdo elevado, evidencia limitada	Acuerdo elevado, evidencia media	Acuerdo elevado, mucha evidencia
	Acuerdo medio, evidencia limitada	Acuerdo medio, evidencia media	Acuerdo medio, mucha evidencia
	Acuerdo bajo, evidencia limitada	Acuerdo bajo, evidencia media	Acuerdo bajo, mucha evidencia
	Cantidad de evidencia ^{a)} (número y calidad de las fuentes independientes) →		

^{a)} “evidencia” en este informe se define como: información o signos indicando si una creencia o proposición es verdadera o válida. Ver glosario

Debido a que el futuro es inherentemente incierto, los escenarios, por ejemplo, imágenes de diferentes futuros internamente consistentes – no predicciones del futuro – se han usado de manera extensiva en este informe.

³³ “evidencia” en este informe se define como: información o signos indicando si una creencia o proposición es verdadera o válida. Ver glosario.