

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

Resumen para Responsables de Políticas

Este resumen, aprobado en detalle en el 9º Período de Sesiones del Grupo de Trabajo III del IPCC, en Bangkok, Tailandia, representa la declaración acordada formalmente por el IPCC respecto de la mitigación del cambio climático

Nota: el texto, las tablas y los gráficos que se ofrecen aquí son definitivos pero sujetas a cambios por edición y a ajustes editoriales de los gráficos.

Basado en el resumen preparado por:

Terry Barker, Igor Bashmakov, Lenny Bernstein, Jean Bogner, Peter Bosch, Rutu Dave, Ogunlade Davidson, Brian Fisher, Michael Grubb, Sujata Gupta, Kirsten Halsnaes, BertJan Heij, Suzana Kahn Ribeiro, Shigeki Kobayashi, Mark Levine, Daniel Martino, Omar Masera Cerutti, Bert Metz, Leo Meyer, Gert-Jan Nabuurs, Adil Najam, Nebojsa Nakicenovic, Hans Holger Rogner, Joyashree Roy, Jayant Sathaye, Robert Schock, Priyaradshi Shukla, Ralph Sims, Pete Smith, Rob Swart, Dennis Tirpak, Diana Urge-Vorsatz, Zhou Dadi

Este resumen para responsables de políticas debe ser citado del siguiente modo:

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Contenido

A. Introducción	3
B. Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero	3
C. Mitigación a corto y medio plazo (hasta 2030)	9
D. Mitigación a largo plazo (después de 2030)	15
E. Políticas, medidas e instrumentos para mitigar el cambio climático	19
F. Desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático	21
G. Lagunas en el conocimiento	22
Recuadro 1: Representación de incertidumbre	23

A. Introducción

1. La contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (CIE) se centra en la nueva literatura existente sobre los aspectos científicos, tecnológicos, ambientales, económicos y sociales de la mitigación del cambio climático publicada desde el Tercer Informe de Evaluación (TIE) y el Informe Especial sobre la Captura y Almacenamiento del CO₂ (SRCCS) y sobre el Sistema Climático Mundial (SROC).

El siguiente resumen se divide en seis secciones a partir de esta introducción:

- Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero
- Mitigación a corto y medio plazo (hasta 2030)
- Mitigación a largo plazo (después de 2030)
- Políticas, medidas e instrumentos para mitigar el cambio climático
- Desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático
- Brechas en el conocimiento.

Las referencias a las secciones correspondientes se indican en cada párrafo dentro de corchetes. En el glosario del informe principal se encuentran las explicaciones referentes a los términos, siglas y símbolos químicos.

B. Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero

2. **Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se han incrementado desde la era preindustrial, con un aumento de un 70% entre 1970 y 2004 (acuerdo elevado, evidencia alta)¹.**
 - Desde la era preindustrial, las emisiones crecientes de GEI debido a actividades humanas han llevado a un marcado incremento en las concentraciones atmosféricas de los GEI. [1.3; Grupo de Trabajo I RRP].
 - Entre 1970 y 2004, las emisiones mundiales de CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆, medidas por su potencial de calentamiento mundial (PCM), se han

incrementado en un 70% (24% entre 1990 y 2004), pasando de 28,7 a 49 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO₂-eq)² (véase gráfico RRP.1). Las emisiones de estos gases se han incrementado en diferentes tasas. Las emisiones de CO₂ han aumentado entre 1970 y 2004 alrededor de un 80% (28% entre 1990 y 2004) y representaban el 77% del total de emisiones de GEI antropogénicas de 2004.

- El mayor crecimiento en las emisiones mundiales de GEI entre 1970 y 2004 provino del sector de suministro energético (un incremento de 145%). El incremento en emisiones directas³ del transporte en este período fue de un 120%, de la industria un 65% y de los usos del suelo, cambio de usos del suelo y silvicultura y (LULUCF en sus siglas en inglés)⁴ un 40%⁵. Entre 1970 y 1990 las emisiones directas de la agricultura crecieron un 27% y las de las construcciones un 26%, permaneciendo estas últimas en los niveles alcanzados en 1990. Sin embargo, el sector de la construcción presenta un alto nivel de uso de electricidad, y por ello el total de emisiones directas e indirectas en este sector es mucho mayor (75%) que el de emisiones directas [1.3, 6.1, 11.3, Gráficos 1.1 y 1.3].
- El efecto en las emisiones mundiales de la disminución de la intensidad energética mundial (–33%) entre 1970 y 2004 ha sido menor que el efecto conjunto del crecimiento de la renta per cápita mundial (77 %) y el crecimiento de la población mundial (69%), ambos impulsores de las crecientes emisiones de CO₂ relacionadas con la energía (Gráfico RRP.2). La tendencia a largo plazo de una disminución de la intensidad del carbón en el abastecimiento energético se revirtió después de 2000. Aún resultan significativas las diferencias entre los países en términos de ingreso per cápita, las emisiones per cápita y la intensidad de la energía. (Gráfico RRP.3). En 2004, los países del Anexo I de la CMCC (Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas) constituían el 20% de la población mundial, producían el 57% del Producto Interior Bruto basado en la Paridad del Poder Adquisitivo (PIBppa)⁶, y representaban el 46% de las emisiones globales de los gases de efecto invernadero (GEI) (Gráfico RRP.3a) [1.3].
- Las emisiones de sustancias que destruyen el ozono (ODS en sus siglas en inglés) controladas por el Protocolo de Montreal⁷, y que son también GEI, han

1 Cada afirmación en las cabeceras tiene una evaluación adjunta de “acuerdo/evidencia” sustentada por la explicación posterior. Esto no significa que necesariamente se aplique ese nivel de “acuerdo/evidencia” a cada explicación. El recuadro 1 ofrece una explicación de esta representación de la incertidumbre.

2 La definición de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) es la cantidad de emisiones de CO₂ que causarían el mismo forzamiento radiativo que la cantidad emitida de un gas de efecto invernadero bien mezclado o una mezcla de gases de efecto invernadero bien mezclados, todo multiplicado con sus respectivos PCM para tener en cuenta los diferentes tiempos de permanencia en la atmósfera. [GTI CIE Glosario].

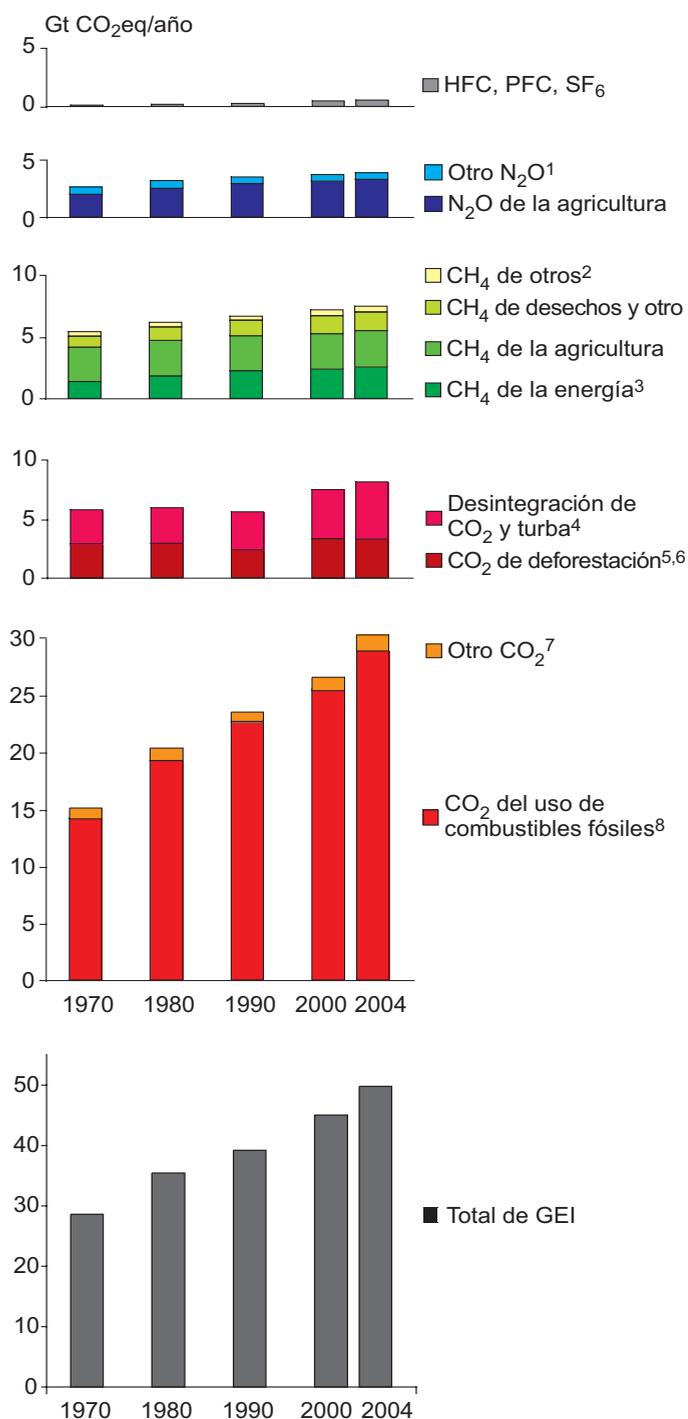
3 Las emisiones directas en cada sector no incluyen emisiones del sector eléctrico respecto de la electricidad consumida en los sectores de la construcción, la industria y la agricultura ni de las emisiones de las operaciones de refinación que suministran combustible a los sectores del transporte.

4 El término “usos del suelo, cambio en los usos del suelo y silvicultura” se utiliza aquí para describir las emisiones agregadas de CO₂, CH₄, N₂O a partir de la deforestación, la biomasa y combustión, la descomposición por los maderables y la deforestación, y la descomposición y quema de la turba [1.3.1]. Es más amplio que las emisiones de la deforestación, que se incluye como un subconjunto. Las emisiones reportadas aquí no incluyen la absorción de carbono (eliminación).

5 Esta tendencia cubre el total de emisiones LULUCF, entre las que las emisiones de la deforestación constituyen un subconjunto, y debido a la gran incertidumbre de los datos, es significativamente más incierta que para otros sectores. La tasa de deforestación global fue ligeramente menor durante el período 2000–2005 en comparación con el período 1990–2000 [9.2.1].

6 En este informe, la medida PIBppa se utiliza únicamente con un propósito ilustrativo. Para una explicación de los cálculos PPA y del PIB (Tasa de Cambio de Mercado, MER en sus siglas en inglés), véase pie de página 12.

7 Halones, clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), metilclorofloro (CH₃CCl₃), tetracloruro de carbono (CCl₄) y metilbromuro (CH₃Br).



disminuido significativamente desde la década de 1990. Las emisiones de estos gases en 2004 eran alrededor del 20% del nivel alcanzado en 1990 [1.3].

- Una serie de políticas, incluidas las de cambio climático, seguridad energética,⁸ y desarrollo sostenible, ha sido eficaz en la reducción de emisiones de GEI en

Gráfico RRP.1: El Potencial de calentamiento mundial (PCM) ponderó las emisiones de gases de efecto invernadero globales durante 1970-2004. Los potenciales de calentamiento de 100 años del IPCC de 1996 se usaron para convertir las emisiones a CO₂-eq. (ver guías metodológicas de la CMNUCC). Se incluyen el CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆ de todas las fuentes. Las dos categorías de emisiones de CO₂ reflejan emisiones de CO₂ de la producción y uso de energía (la segunda de abajo hacia arriba) y de los cambios en los usos del suelo (tercero de abajo hacia arriba). (Gráfico 1.1a).

Notes:

1. Otros N₂O incluyen procesos industriales, deforestación/quema de sabanas, agua residuales e incineración de residuos.
2. Otros CH₄ de los procesos industriales y la quema de sabanas.
3. Emisiones de CO₂ a partir de la descomposición de la biomasa del suelo que queda después de la tala y deforestación y el CO₂ de la quema de turba y la descomposición de los suelos de turba drenados.
4. Al ser el uso tradicional de la biomasa un 10% del total, se asume que el 90% proviene de la producción de biomasa sostenible. Corregido para el 10% de carbono de biomasa que se supone permanece como carbón después de la combustión.
5. Datos promedio de quema de biomasa forestal y de monte bajo entre 1997 y 2002, basados en datos de satélite de los Datos Globales de Emisiones de Incendios (Global Fire Emissions Data).
6. Producción de cemento y quema del gas natural. El uso de combustible fósil incluye emisiones relacionadas con las materias primas.

diferentes sectores y en muchos países. La escala de estas medidas, sin embargo, no ha sido suficientemente amplia como para contrarrestar el crecimiento mundial de las emisiones [1.3, 12.2].

3. Con las políticas actuales de mitigación del cambio climático y las prácticas relacionadas de desarrollo sostenible, las emisiones mundiales de GEI continuarán en aumento en las próximas décadas (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Los escenarios IE-EE (sin mitigación) proyectan un incremento de las emisiones básicas mundiales de GEI dentro de un rango de 9,7 Gt (gigatoneladas) de CO₂-eq a 36,7 GtCO₂-eq (25-90%) entre 2000 y 2030⁹ (Cuadro RRP.1 y Gráfico RRP.4). En estos escenarios, se proyecta que los combustibles fósiles mantendrán su posición dominante en el conjunto global de energías hasta 2030 y después. Por tanto, se proyecta que las emisiones de CO₂ entre 2000 y 2030 provenientes del uso energético crecerán de un 40% a un 110% en ese período. Se proyecta que entre dos terceras partes y tres cuartas partes de este incremento de las emisiones energéticas de CO₂ provendrán de regiones no incluidas en el Anexo I, y que sus emisiones promedio per cápita de CO₂ permanecerán sustancialmente más bajas (2,8-5,1 tCO₂/cap) que las de las regiones del Anexo I (9,6-15,1 tCO₂/cap) para 2030. Según estos escenarios IE-EE, se proyecta que sus economías presentarán un uso energético menor por unidad de PIB (6,2-9,9 MJ/USD PIB) que el de los países no incluidos en el Anexo I (11,0-21,6 MJ/USD PIB). [1.3, 3.2]

⁸ La seguridad energética se refiere a la seguridad en el suministro de energía.

⁹ Los escenarios IE-EE 2000 de emisiones GEI presentados aquí son de 39,8 GtCO₂-eq, es decir, menores que las emisiones reportadas en la base de datos EDGAR para 2000 (45 GtCO₂-eq). Esto se debe principalmente a la diferencia en las emisiones LULUCF.

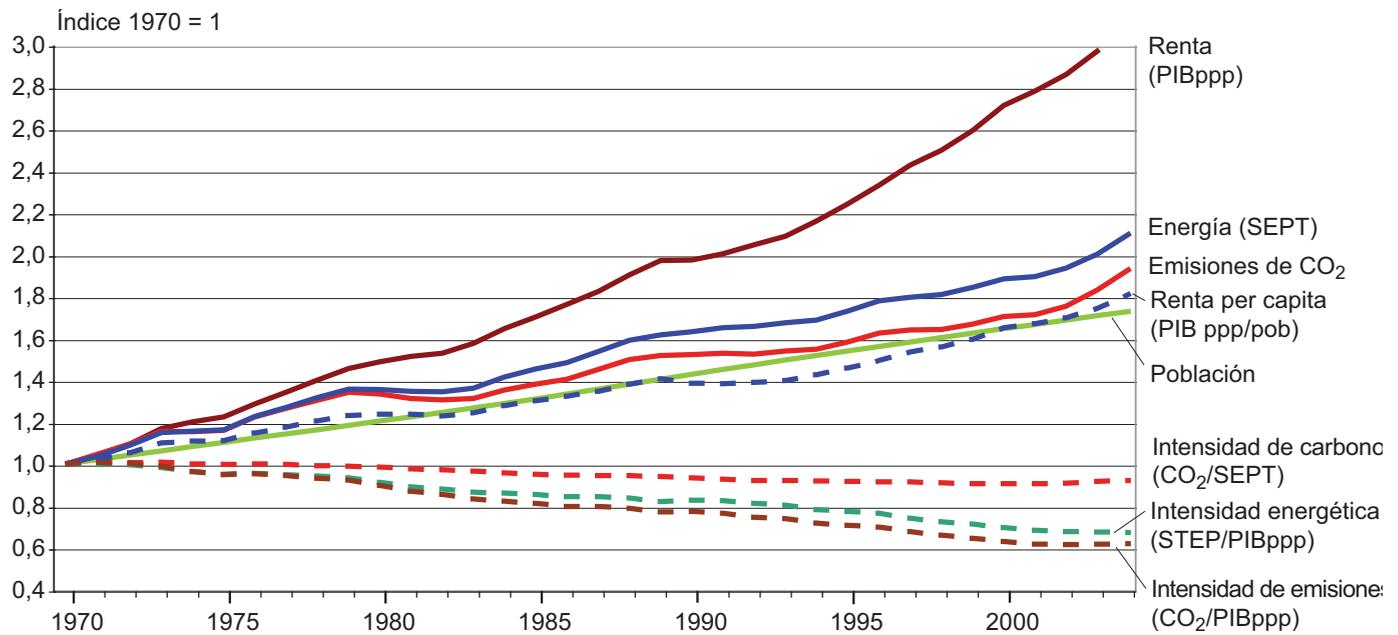


Gráfico RRP.2: Desarrollo relativo mundial del Producto Interior Bruto expresado en PPA (PIBppa), Suministro Total de Energía Primaria (TPES en sus siglas en inglés), emisiones de CO₂ (de la quema de combustibles fósiles, quema de gas y producción de cemento) y Población (Pob). Además, las líneas discontinuas del gráfico muestran ingresos per cápita (PIB_{ppa}/Pob), Intensidad Energética (SEPT/PIB_{ppa}), Intensidad de carbón del suministro energético (CO₂/SEPT) e Intensidad Energética de los procesos económicos de (CO₂/PIB_{ppa}) para el período 1970–2004. [Gráfico 1.5]

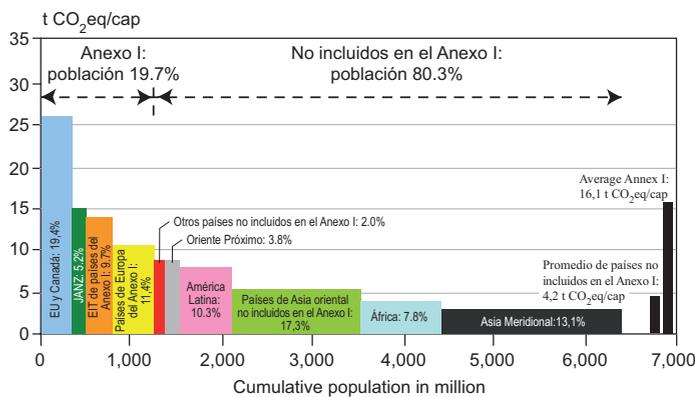


Gráfico RRP.3a: Distribución de las emisiones regionales de GEI per cápita (todos los gases de Kyoto, incluidos los de usos del suelo) sobre las poblaciones de diferentes grupos de países en 2004. El porcentaje de las barras indica la parte de cada región de las emisiones globales de GEI [Gráfico 1.4a].

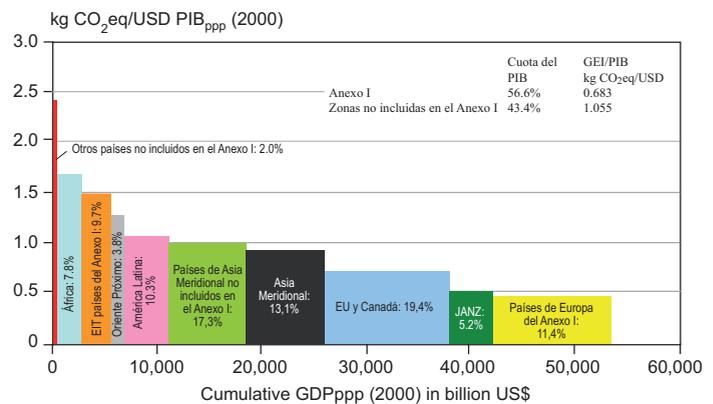


Gráfico RRP.3b: Distribución de las emisiones regionales de GEI (todos los gases de Kyoto, incluidos los de usos del suelo) por dólar estadounidense de PIBppa sobre el PIBppa de diferentes grupos de países en 2004. El porcentaje de las barras indica la parte correspondiente a cada región de las emisiones globales de GEI [Gráfico 1.4b].

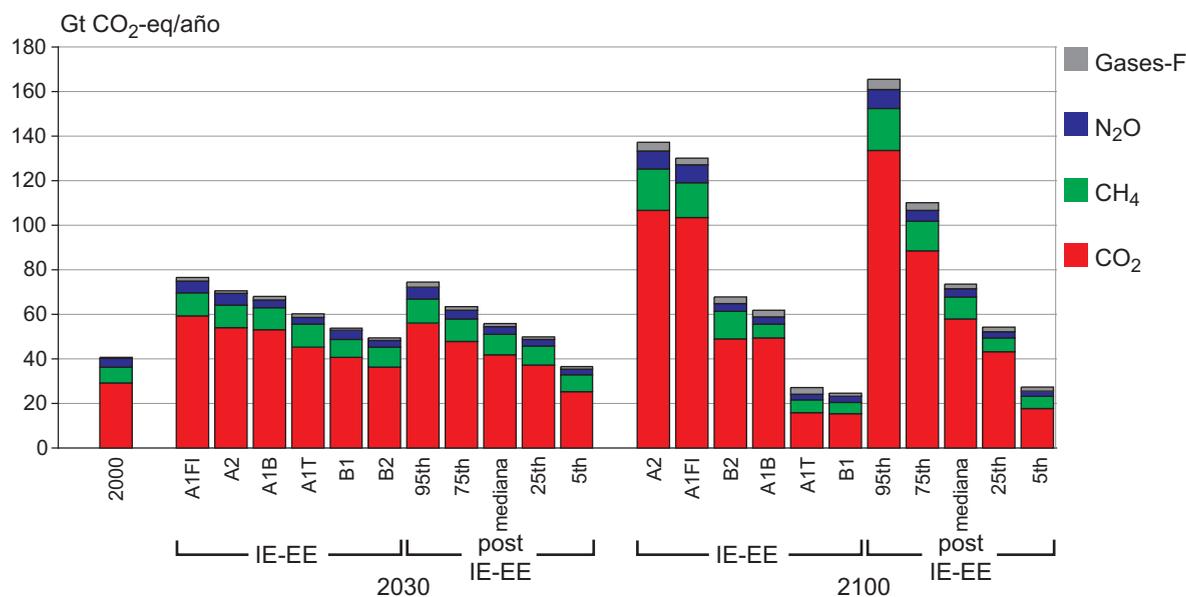


Gráfico RRP.4: Emisiones de GEI mundiales para 2000 y emisiones¹⁰ de referencia para 2030 y 2100 tomadas de los escenarios IE-EE del IPCC y de la literatura posterior e esos escenarios. El gráfico muestra las emisiones de de los seis escenarios IE-EE ilustrativos. También presenta la distribución de la frecuencia de las emisiones de los escenarios post IE-EE (percentil 5, 25, media, 75, 95) tal como aparece en el Capítulo 3. Los gases F-cubren los HFC, PFC y SF₆ [1.3, 3.2, GRáfico 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 los presentados en el Informe Especial de Escenarios IE-EE del IPCC (25–135 GtCO₂-eq/año para 2100, véase Gráfico RRP.4) (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Los estudios desde el IE-EE han utilizado valores más bajos para algunos de los factores generadores de emisiones, principalmente las proyecciones poblacionales. Sin embargo, para aquellos estudios que incorporan nuevas proyecciones poblacionales, cambios en otros factores, como el crecimiento económico, dieron lugar a ligeros cambios en los niveles de emisiones globales. Las proyecciones de crecimiento económico en África, América Latina y Medio Oriente para 2030 en escenarios de referencia post IE-EE son

menores que en los IE-EE, pero esta situación sólo tiene efectos menores en el crecimiento económico mundial y las emisiones globales [3.2].

- Ha mejorado la representación de las emisiones de aerosoles y precursores de aerosoles, incluido el dióxido de azufre, carbón negro y carbón orgánico, que tienen un efecto¹¹ de enfriamiento neto. Generalmente, se proyecta que sean menores que las enunciadas en IE-EE [3.2].
- Los estudios disponibles indican que la opción de tasa de cambio para el PIB (MER o PPA) no afecta de manera apreciable a las emisiones proyectadas cuando se utiliza adecuadamente¹². Las diferencias, si existen, son pequeñas comparadas con las incertidumbres que provocan las suposiciones de otros parámetros en los escenarios, por ejemplo, cambio tecnológico [3.2].

¹⁰ Los escenarios de referencia no incluyen políticas climáticas adicionales a las actuales; los estudios más recientes difieren respecto a la inclusión de la CMCC y el Protocolo de Kyoto.

¹¹ Ver informe del CIE WG, capítulo 10.2.

¹² Desde el TIE, ha habido un debate sobre el uso de diferentes tasas de cambio en escenarios de emisiones. Se utilizan dos métricas para comparar el PIB entre países. El uso de MER es preferible para analizar productos comercializados internacionalmente. El uso del PPA es preferible para analizar las comparaciones de ingresos entre países con diferentes etapas de desarrollo. La mayoría de las unidades monetarias en este informe se expresan en MER. Esto refleja la gran cantidad de literatura sobre mitigación de emisiones que se mide en MER. Cuando las unidades monetarias se expresan en PPA, se muestra como PIB_{ppa}.

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

A1. La familia de líneas evolutivas y escenarios A1 describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados de siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidades e interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen diferentes alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos A1 se diferencian en su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustible de origen fósil (A1FI), utilización de energía de origen no fósil (A1T) utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (A1B) (entendiéndose por “equilibrada” la situación en que no se dependerá demasiado de un tipo de fuente de energía, en el supuesto de que todas las fuentes de suministro de energía y todas las tecnologías de uso final experimenten mejoras similares).

A2. La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las entidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

B1. La familia de líneas evolutivas y escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados de siglo y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios en las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y la introducción de tecnologías limpias, con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y ambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima.

B2. La familia de líneas evolutivas y escenarios B2 describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Es un mundo cuya población aumenta a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios y con un cambio tecnológico más lento y más diverso que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

Se seleccionó un escenario ilustrativo para cada uno de los seis grupos de escenarios A1B, A1FI, A1T, A2, B1 y B2. Todos son igualmente correctos. Estos escenarios no abarcan otras iniciativas en relación con el clima; en otras palabras, no se ha incluido ningún escenario basado explícitamente en la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático o en los objetivos de emisiones del Protocolo de Kyoto.

Este cuadro presenta un resumen de los escenarios IE-EE tomado del Tercer Informe de Evaluación que el Grupo aprobó en detalles con anterioridad.

Cuadro RRP.2: Potencial de mitigación y enfoques analíticos

El concepto de potencial de mitigación se ha desarrollado para evaluar la escala de reducciones de GEI que se puede realizar, relativa a las emisiones de referencia, para un nivel de precio del carbono (expresado en el coste por unidad de emisiones de dióxido de carbono evitada o reducida). El potencial de mitigación también se define como “potencial de mercado” y “potencial económico”.

Potencial de mercado constituye el potencial de mitigación basado en los costes privados y en las tasas de descuentos privados¹³, que se prevé ocurran bajo condiciones pronosticadas de mercado, incluidas políticas y medidas actualmente en vigor, teniendo en cuenta que las barreras limitan la absorción actual [2.4].

¹³ Los costes y las tasas de descuento privadas reflejan la perspectiva de los consumidores y empresas privadas; véase Glosario para más detalles.

Potencial económico constituye el potencial de mitigación que tiene en cuenta los costes y beneficios sociales y las tasas de descuentos sociales¹⁴, asumiendo que las políticas y medidas mejoran la eficacia del mercado y que se eliminan las barreras [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 mediante dos enfoques diferentes. Existen dos clases: enfoque “ascendente” (bottom-up y enfoque “descendente” (top-down), que al principio se utilizaron para evaluar el potencial económico.

Estudios ascendentes se basan en la evaluación de las opciones de mitigación, enfatizando en específicas tecnologías y regulaciones. Generalmente son estudios sectoriales que no consideran variaciones en la macroeconomía. Las estimaciones sectoriales se han agregado, como en el TIE, para proporcionar una estimación del potencial global de mitigación para esta evaluación.

Estudios descendentes evalúan el amplio potencial económico de las opciones de mitigación. Generalmente utilizan marcos sólidos e información adicional sobre las opciones de mitigación y adquieren datos de los retroefectos macroeconómicos y del mercado.

A partir del TIE, los modelos ascendentes y descendentes se han vuelto similares ya que los modelos descendentes han incorporado más opciones tecnológicas de mitigación y los modelos ascendentes más retroefectos macroeconómicos y de mercado a la vez que han adoptado análisis de barreras en las estructuras de sus modelos. En particular, los estudios ascendentes son útiles para evaluar opciones de políticas específicas a escala sectorial, por ejemplo, opciones para mejorar la eficiencia energética, mientras que los estudios descendentes son útiles para evaluar las políticas del cambio climático económicas y multisectoriales, tales como políticas de impuestos sobre el carbono y de estabilización. Sin embargo, en la actualidad los estudios descendentes y ascendentes del potencial económico tienen límites para considerar las opciones de estilo de vida y para incluir todas las externalidades, como la contaminación local del aire. Tienen una representación limitada en algunas regiones, países, sectores, gases y barreras. Los costes de mitigación proyectados no tienen en cuenta los beneficios potenciales del cambio climático evitado.

Cuadro RRP.3: Suposiciones de los estudios sobre carteras de mitigación y costes macroeconómicos

Los estudios sobre carteras de mitigación y costes macroeconómicos analizados en este informe se basan en modelos descendentes. La mayoría de los modelos utilizan un enfoque global de coste mínimo para las carteras de mitigación y con un comercio de emisiones universal, asumiendo mercados transparentes, sin costes de transacción y por tanto, una implementación perfecta de las medidas de mitigación a lo largo del siglo XXI. Los costos se estiman para un período específico de tiempo.

Los costes globales obtenidos a partir de modelos si se excluyen algunas regiones, sectores (por ejemplo, usos del suelo), opciones o gases. Estos costes disminuirán con líneas de referencia más bajas, utilización de ingresos de los impuestos sobre el carbono, permisos negociables y si se incluye el aprendizaje tecnológico adquirido. Estos modelos no consideran los beneficios climáticos y generalmente, los beneficios conjuntos de las medidas de mitigación o de las cuestiones de equidad.

Cuadro RRP.4: Cambio tecnológico inducido por modelización

En la literatura pertinente se da a entender que las políticas y las medidas pueden inducir cambios tecnológicos. Se ha obtenido un notable progreso en la aplicación de enfoques basados en cambios tecnológicos inducidos s estudios de estabilización; sin embargo, permanecen las cuestiones conceptuales. En los modelos que adoptan esos enfoques, el coste previsto para un nivel de estabilización bajo se reduce; las reducciones son mayores en los niveles de estabilización más bajos.

¹⁴ Los costes y tasas de descuento sociales reflejan la perspectiva de la sociedad. Las tasas de descuento sociales son menores que las utilizadas por los inversores privados; véase Glosario para más detalles.

C. Mitigación a corto y largo plazo

5. Los estudios ascendentes y descendentes indican que existe un potencial económico considerable para la mitigación de las emisiones de GEI globales en las próximas décadas. Este potencial puede compensar el crecimiento proyectado de las emisiones globales o reducir las emisiones por debajo de los niveles actuales (*acuerdo elevado, evidencia alta*).

La incertidumbre en las estimaciones se muestran como gamas 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, la incertidumbre también se presenta por la poca información sobre la cobertura global de países, sectores y gases.

Estudios ascendentes:

- La Tabla RRP.1 y la Figura RRP.5A muestran el potencial económico estimado en esta evaluación para el año 2030 derivado de enfoques ascendentes (véase Cuadro RRP.2). Para referencias: las emisiones en el año 2000 eran equivalentes a 43 GtCO₂-eq [11.3]:
- Los estudios indican que las oportunidades de mitigación con costes netos negativos¹⁵ tienen potencial para reducir las emisiones aproximadamente 6 GtCO₂-eq/año en el año 2030. Para lograr esta reducción es necesario abordar las barreras de implementación [11.3].
- Ningún sector o tecnología puede abordar en su totalidad el reto de la mitigación. Todos los sectores

evaluados contribuyen al total (véase Gráfico RRP.6). La Tabla RRP.6 muestra las tecnologías y prácticas de mitigación claves para los diferentes sectores [4.3, 4.4, 5.4, 6.5, 7.5, 8.4, 9.4, 10.4].

Estudios descendentes:

- Los estudios descendentes calculan una reducción de emisiones en 2030 tal y como se presenta en la tabla RRP.2 y en el gráfico RRP.5B. Los potenciales económicos globales hallados en estudios descendentes concuerdan con los de estudios ascendentes (véase Cuadro RRP.2), aunque existen diferencias considerables a escala sectorial [3.6].
- Las estimaciones de la Tabla RRP.2 derivan de escenarios de estabilización, por ejemplo, para la estabilización de concentraciones atmosféricas de GEI a largo plazo [3.6].

6. En el año 2030, se estima que los costes macroeconómicos de mitigación de múltiples gases concordantes con las trayectorias de emisiones hacia la estabilización entre 445 y 710 ppm CO₂-eq, se encuentren entre un 3% de disminución del PIB mundial y un ligero aumento comparado con la línea de referencia (véase Tabla RRP.4). Sin embargo, es probable que los costes regionales difieran considerablemente de los promedios mundiales (*acuerdo elevado, evidencia media*) (véase Cuadro RRP.3 para las metodologías y suposiciones de estos resultados).
- La mayoría de los estudios concuerdan que la reducción del PIB relativa al PIB de línea de referencia aumenta con las exigencias del objetivo de estabilización.

Tabla RRP.1: Potencial económico mundial de mitigación en el año 2030 estimado por estudios ascendentes.

Precio del carbono (USD/tCO ₂ -eq)	Potencial económico (GtCO ₂ -eq/año)	Reducción respecto a IE-EE A1 B (68 GtCO ₂ -eq/año) (%)	Reducción 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

Tabla RRP.2: Potencial económico mundial de mitigación en el año 2030 estimado de estudios descendentes.

Precio del carbono (USD/tCO ₂ -eq)	Potencial económico (GtCO ₂ -eq/año)	Reducción respecto a IE-EE A1 B (68 GtCO ₂ -eq/año) (%)	Reducción 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

15 En este informe, al igual que en el SIE y el TIE, las opciones con costes netos negativos (sin oportunidades de vuelta atrás) se definen como aquellas opciones cuyos beneficios, como la reducción de los costes energéticos y la reducción de las emisiones contaminantes locales/regionales, igualan o exceden los costes para la sociedad, si se excluyen los beneficios del cambio climático evitado (Ver Cuadro RRP.1).

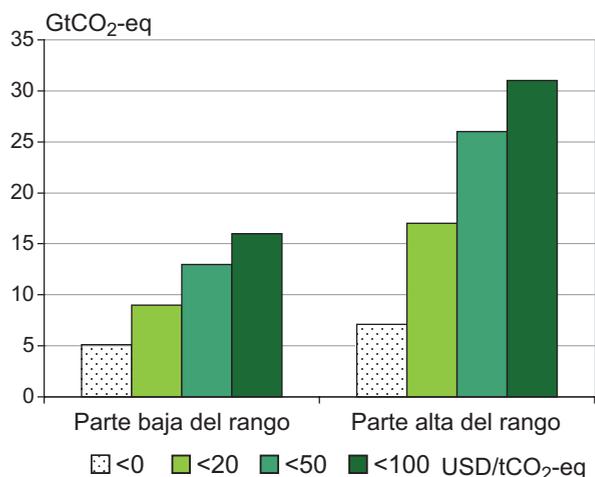


Gráfico RRP.5A: Potencial económico mundial de mitigación en el año 2030 estimado a partir de estudios ascendentes (datos de la Tabla RRP.)

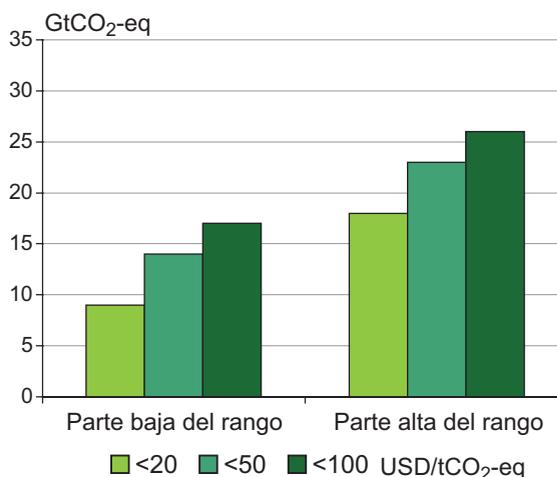


Gráfico RRP.5B: Potencial económico mundial de mitigación en el año 2030 estimado a partir de estudios descendentes. (datos de la Tabla RRP.2)

Tabla RRP.3: Tecnologías y prácticas de mitigación claves por sector. Los sectores y tecnologías se enumeran sin ningún orden específico. Las prácticas no tecnológicas, como cambios de estilo de vida, que afectan a varios sectores, no se incluyen en esta Tabla (pero se evalúan en el párrafo 7 de este RRP).

Sector	Tecnologías y prácticas de mitigación claves disponibles comercialmente en la actualidad	Tecnologías y prácticas de mitigación claves proyectadas para ser comercializadas antes del año 2030
Suministro de energía [4.3, 4.4]	Mejoras en la eficiencia del suministro y la distribución; cambio de combustible de carbón a gas; energía nuclear; calor y energía renovables (energía hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica y bioenergía); combinación de calor y energía; aplicaciones tempranas de CAC (por ejemplo, almacenamiento del CO ₂ eliminado del gas natural).	Captura y Almacenamiento de Carbono (CAC) para las plantas generadoras de electricidad de gas, biomasa y carbón; energía nuclear avanzada; energías renovables avanzadas, incluida energía de mareas y olas, energía solar concentrada y energía solar FV.
Transporte [5.4]	Vehículos de combustibles más eficientes; vehículos híbridos, vehículos de diesel más limpios; cambio modales de transporte por carretera a transporte por ferrocarril y transporte público; transporte no motorizado (bicicletas, caminar); planificación de los usos del suelo y transporte.	Biocombustibles de segunda generación; aeronaves más eficientes; vehículos híbridos y eléctricos avanzados con baterías más potentes y seguras.
Construcción [6.5]	Iluminación más eficiente y aprovechamiento de luz natural; electrodomésticos, calefacción y equipos de enfriamiento más eficientes; calentadores de cocina mejorados; aislamiento mejorado; diseño solar activo y pasivo para la calefacción y el aire acondicionado; fluidos de refrigeración alternativos; recuperación y reciclaje de gases fluorados.	Diseño integrado de edificios comerciales, incluyendo tecnologías como contadores inteligentes que proporcionan retroefectos y control; energía solar FV integrada en edificios.
Industria [7.5]	Equipamientos eléctricos de uso final más eficientes; recuperación térmica y energética; reciclaje y sustitución de materiales; control de las emisiones de gases diferentes al CO ₂ ; y una gran variedad de tecnologías para procesos específicos.	Eficiencia energética avanzada; CAC para la producción de cemento, amoníaco y hierro; electrodos inertes para la producción de aluminio.
Agricultura [8.4]	Mejoras en la gestión de tierras de cultivo y pastoreo para aumentar el almacenamiento de carbono del suelo; restauración de los suelos de turbera cultivados y las tierras degradadas; mejoras en las técnicas de cultivo de arroz y en la gestión del ganado y el estiércol para reducir las emisiones de CH ₄ ; mejoras en las técnicas de aplicación de fertilizantes nitrogenados para reducir las emisiones de N ₂ O; cosechas dedicadas a la energía para reemplazar de combustibles fósiles; mejoras en la eficiencia energética.	Mejora del rendimiento de los cultivos.
Silvicultura/ bosques [9.4]	Forestación; reforestación; gestión de bosques; disminución de la deforestación; gestión de los productos de la madera; uso de los productos forestales para producir bioenergía y reemplazar el uso de combustibles fósiles.	Mejora de las especies de árboles para aumentar la producción de biomasa y el secuestro de carbono; mejora de las tecnologías de control remoto para el análisis del secuestro potencial de carbono de la vegetación/suelo y elaboración de mapas de usos del suelo.
Desechos [10.4]	Recuperación del metano de vertederos; incineración de desechos con recuperación de energía; compostación del desecho orgánico; tratamiento controlado de aguas residuales; reciclaje y minimización de desechos.	Cubiertas y filtros biológicos para optimizar la oxidación del CH ₄ .

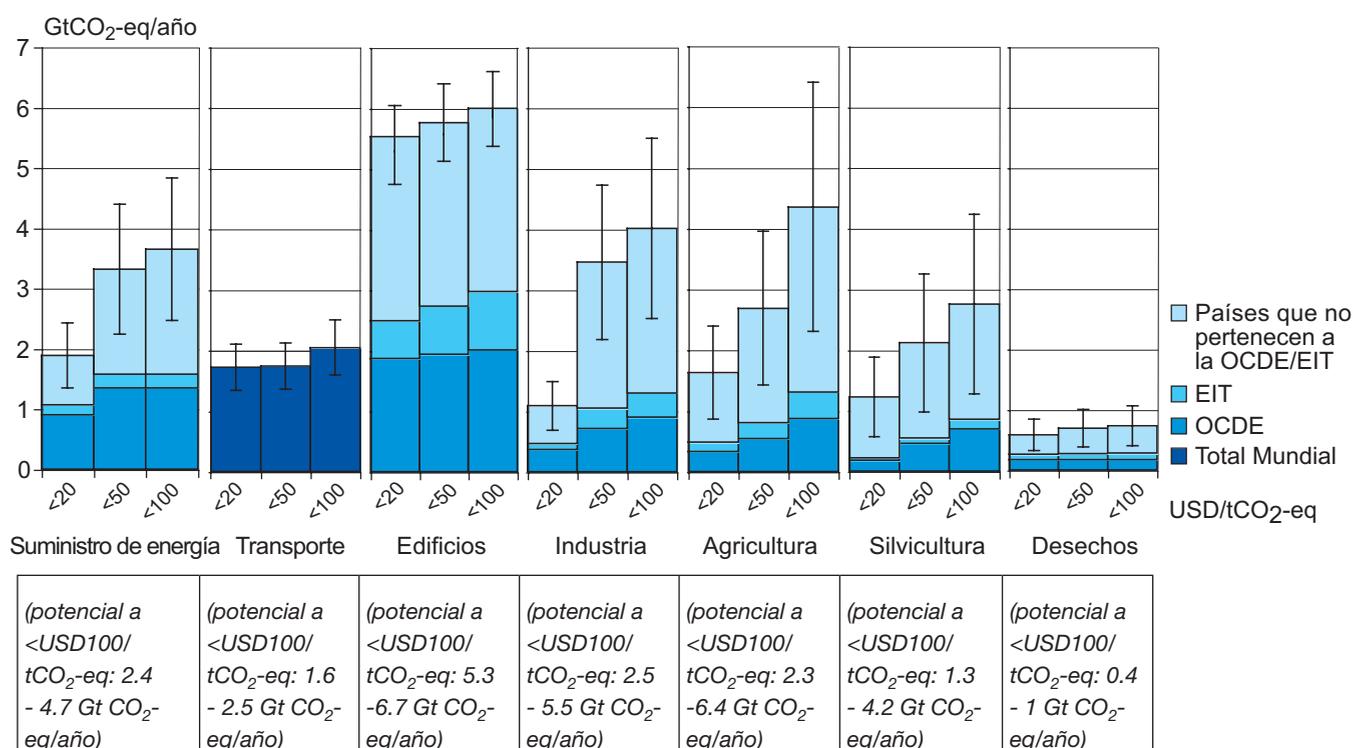


Gráfico RRP.6: Potencial económico sectorial estimado para una mitigación global en diferentes regiones en función del precio del carbono en el año 2030 a partir de estudios ascendentes, comparado con las líneas de referencia respectivas de las evaluaciones sectoriales. Una explicación completa de este gráfico se puede encontrar en 11.3.

Notas:

1. Las líneas verticales muestran los rangos de los potenciales económicos mundiales según las evaluaciones en cada sector. Los rangos se basan en distribuciones de uso final de las emisiones, esto significa que las emisiones de la electricidad se cuentan en el sector de uso final y no en el sector de suministro energético.
2. Los potenciales estimados se han visto limitados por la disponibilidad de estudios, particularmente para niveles del precio del carbono elevados.
3. Los sectores utilizan líneas de referencia diferentes. En la industria se utilizó la línea de referencia del IE-EE B2, para el suministro energético y transporte se utilizó la línea de referencia de la WEO 2004. El sector de la construcción tuvo como referencia el IE-EE B2 y el A1B. El sector de desechos utilizó las fuerzas impulsoras del IE-EE A1B para construir una línea de referencia específica de desechos. La agricultura y silvicultura utilizaron líneas de referencia que usaban la mayoría de las fuerzas impulsoras del B2.
4. Solamente se muestran los totales mundiales del transporte debido a que la aviación internacional está incluida [5.4].
5. Se excluyen las siguientes categorías: emisiones distintas a CO₂ en el sector de la construcción y el transporte, parte de las opciones de eficiencia de materiales, producción térmica y cogeneración de suministro energético, vehículos pesados, transporte marítimo y de muchos pasajeros, la mayoría de las opciones de alto coste para la construcción, tratamiento de aguas residuales, reducción de emisiones de minas de carbón y gaseoductos, gases fluorados del suministro de energía y transporte. El valor subestimado del potencial económico total de estas emisiones es del orden del 10-15%.

- Según los sistemas de impuestos existentes y el gasto de las ganancias, los estudios de modelos indican que los costes pueden ser considerablemente más bajos si suponemos que las ganancias de los impuestos sobre el carbono o de los permisos negociables bajo un sistema de negociación de emisiones se utilizan para fomentar las tecnologías con bajo contenido de carbono o la modificación de los impuestos existentes [11.4].
 - Los estudios que consideran la posibilidad de que las políticas climáticas intensifiquen el cambio tecnológico también indican bajos costes. Sin embargo, esto puede que necesite una mayor inversión inicial a fin de lograr reducciones de costes en el futuro [3.3, 3.4, 11.4, 11.5, 11.6].
 - Aunque la mayoría de los modelos muestra pérdidas de PIB, algunos muestran ganancias de PIB porque consideran que las líneas de referencia no son óptimas y las políticas de mitigación perfeccionan la eficacia del mercado, o consideran que las políticas de mitigación provocan más cambios tecnológicos. Los ejemplos de ineficacias en el mercado incluyen recursos no empleados, distorsión de impuestos y/o subsidios [3.3, 11.4].
 - Un enfoque de múltiples gases y la inclusión de sumideros de carbono a menudo reduce considerablemente los costes si se compara con la eliminación únicamente de las emisiones de CO₂ [3.3].
 - Los costes regionales dependen en gran medida del nivel de estabilización considerado y del escenario de referencia. El régimen de distribución también es importante, pero en la mayoría de los países en menor grado 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. La función de las prácticas de gestión también es importante (acuerdo elevado, evidencia media).**
- Los cambios en el estilo de vida pueden reducir las emisiones de GEI. Los cambios en el estilo de vida y patrones de consumo que enfatizan la conservación de recursos pueden contribuir al desarrollo de una economía con bajo contenido de carbono que es equitativa y sostenible [4.1, 6.7].

Tabla RRP.4: Costes macroeconómicos mundiales estimados en el año 2030a para trayectorias de menor coste hacia a diferentes niveles^{b),c)} de estabilización a largo plazo.

Niveles de estabilización (ppm CO ₂ -eq)	Reducción de la mediana del PIB ^{d)} (%)	Margen de reducción del PIB ^{d), e)} (%)	Reducción de la tasa de crecimiento anual del PIB ^{d), f)} (por ciento)
590–710	0.2	–0.6–1.2	<0.06
535–590	0.6	0.2–2.5	<0.1
445–535 ^{g)}	no disponible	<3	<0.12

Notas:

- a) Para un nivel de estabilización específico, la reducción del PIB aumentaría con el paso del tiempo en la mayoría de los modelos después del año 2030. Figura [3.2.5].
b) Los resultados se basan en estudios que utilizan diferentes líneas de referencia.
c) Los estudios varían según el momento en el que se logra la estabilización; generalmente en el año 2100 o después.
d) Representan las tasas de cambio de mercado anuales basadas en el PIB.
e) Se muestra la mediana y el margen de los percentiles 10 y 90 de los datos analizados.
f) El cálculo de la reducción de la tasa de crecimiento anual se basa en el promedio de la reducción durante el periodo hasta el año 2030 que resultaría en la disminución indicada del PIB en el año 2030.
g) La cantidad de estudios que ofrecen resultados del PIB es relativamente pequeña y utilizan a menudo líneas de referencia bajas.

- Los programas de educación y capacitación pueden eliminar las barreras de la aceptación en el mercado de la eficiencia energética, específicamente combinados con otras medidas [Tabla 6.6].
- Los cambios en el comportamiento de los inquilinos, patrones culturales, opciones del consumidor y el uso de tecnología pueden reducir considerablemente las emisiones de CO₂ relativas al uso energético en edificios [6.7].
- La Gestión de Demanda de Transporte, la cual incluye la planificación urbana (que puede reducir la demanda de viajes) y la provisión de información y técnicas educativas (que pueden reducir el uso de automóviles y provocar un estilo de conducción eficaz) puede apoyar la mitigación de los GEI [5.1].
- En el sector industrial, las herramientas de gestión, incluidas la capacitación del personal, sistemas de estimulación, retroalimentación regular y la documentación de prácticas existentes pueden ayudar a la eliminación de las barreras de organización industrial, a la reducción del uso energético y de las emisiones de GEI [7.3].

8. Aunque los estudios utilizan diferentes metodologías, en todas las regiones analizadas los beneficios conjuntos para la salud a corto plazo derivados de la reducción de los contaminantes del aire como resultado de las acciones para reducir las emisiones de GEI pueden ser considerables y pueden compensar una parte importante de los costes de mitigación (acuerdo elevado, evidencia alta).

- La inclusión de beneficios conjuntos diferentes a la salud, tales como el aumento de la seguridad energética, y el aumento de la producción agrícola y la reducción de la presión sobre ecosistemas naturales debido a la disminución de las concentraciones de ozono troposférico, intensificaría la disminución de los costes [11.8].
- La integración de políticas de mitigación del cambio

climático con la eliminación de la polución del aire ofrecen grandes reducciones potenciales de costes si se compara con el tratamiento de estas políticas por separado [11.8].

9. Desde el TIE, la literatura indica que la acción de los países del Anexo I puede afectar a la economía mundial y a las emisiones mundiales, aunque la escala de fuga de carbono permanece incierta (acuerdo elevado, evidencia media).

- Es posible que las naciones exportadoras de combustibles fósiles (en países incluidos y no incluidos en el Anexo I), según se indica en el TIE¹⁶, sufran una disminución en los precios y la demanda y una disminución del crecimiento del PIB a raíz de las políticas de mitigación. La extensión de este desbordamiento¹⁷ depende de las suposiciones relativas a las decisiones de políticas y las condiciones del mercado del petróleo [11.7].
- La evaluación de las fugas de carbono aún presenta incertidumbres críticas¹⁸. La mayoría de los modelos de equilibrio apoyan la conclusión del TIE de una fuga económica derivada de las acciones del Protocolo de Kyoto en el orden del 5-20%. Esta cifra sería menor si se difundieran con eficacia las tecnologías de bajas emisiones [11.7].

10. Nuevas inversiones en infraestructuras energéticas en los países en desarrollo, mejoras en las infraestructuras energéticas en los países desarrollados y las políticas que promueven la seguridad energética pueden, en muchos casos, reducir²¹ las emisiones de GEI comparadas con los escenarios de referencia. Los beneficios conjuntos adicionales son específicos en cada país pero a menudo incluyen la eliminación de la contaminación del aire, equilibrio de las mejoras en la negociación, suministro de servicios energéticos modernos y empleo en zonas rurales (acuerdo elevado, evidencia alta).

¹⁶ Véase TIE WGIII (2001) RRP, párrafo 3.

¹⁷ Los efectos de desbordamiento o spill over de mitigación desde una perspectiva intersectorial son los efectos de las políticas y medidas de mitigación de un país o grupo de países en sectores de otros países.

¹⁸ La fuga de carbono se define como el aumento de las emisiones de CO₂ fuera de los países que realizan acciones nacionales de mitigación dividido por la reducción de las emisiones en estos países.

- Las decisiones sobre futuras inversiones en infraestructuras energéticas, de un total previsto de 20 billones de USD¹⁹ entre la actualidad y el año 2030, y tendrán un impacto a largo plazo en las emisiones de GEI debido a la larga vida de las plantas energéticas y otras reservas de infraestructuras primordiales. La difusión de las tecnologías con bajas emisiones de carbono puede durar décadas, aún si las inversiones tempranas en estas tecnologías resultan atractivas. Las estimaciones iniciales muestran que retornar las emisiones mundiales de CO₂ relacionadas al consumo energético global alcance los niveles de 2005 en el año 2030 requerirá un cambio grande en los patrones de inversión, aunque la inversión neta adicional necesaria varía desde insignificante hasta el 5–10% [4.1, 4.4, 11.6].
 - A menudo resulta más rentable invertir en el perfeccionamiento de la eficiencia energética de uso final que aumentar el suministro de energía a fin de satisfacer la demanda de servicios energéticos. El perfeccionamiento de la eficiencia energética tiene un efecto positivo en la seguridad energética, en la eliminación local y regional de la contaminación del aire y el empleo [4.2, 4.3, 6.5, 7.7, 11.3, 11.8].
 - Generalmente, la energía renovable tiene un efecto positivo sobre la seguridad energética, el empleo y la calidad del aire. Según los costes relativos de otras opciones de suministro, la energía renovable, que representaba el 18% del suministro de energía en el año 2005, puede abarcar un 30–35% del total del suministro de electricidad en el año 2030 a precios del carbono de 50 USD/tCO₂-eq [4.3, 4.4, 11.3, 11.6, 11.8].
 - A medida que aumentan los precios de mercado de los combustibles fósiles, aumenta la competitividad de las alternativas con bajo contenido de carbono, aunque la fugacidad de los precios no es incentivo para los inversores. Por otra parte, las alternativas con alto contenido de carbono tales como arenas petrolíferas, esquistos, crudos pesados y combustibles sintéticos del carbón y gas podrían reemplazar a los recursos petroleros tradicionales debido a los altos precios. Esto provocaría un aumento de las emisiones de GEI a menos que las plantas de producción cuenten con tecnología de CAC [4.2, 4.3, 4.4, 4.5].
 - Según los costes relativos de otras opciones de suministro, la energía nuclear, que representaba el 16% del suministro de electricidad en el año 2005, puede tener un 18% del total del suministro de electricidad en el año 2030 a precios del carbono de 50 USD/tCO₂-eq, pero la seguridad, la proliferación de armas y los desechos continúan siendo obstáculos [4.2, 4.3, 4.4]²⁰.
 - La captura y almacenamiento del carbono en las formaciones geológicas subterráneas constituye una nueva tecnología que brinda la posibilidad de realizar una contribución importante a la mitigación para el año 2030. Los desarrollos técnicos, económicos, y de regulación ejercerán efectos en la contribución actual [4.3, 4.4, 7.3].
- 11. En el sector del transporte²¹ hay múltiples opciones de mitigación, pero el crecimiento de ese sector puede contrarrestar sus efectos. Las opciones de mitigación se enfrentan a numerosas barreras, tales como las preferencias del consumidor y la carencia de marcos políticos (acuerdo medio, evidencia media).**
- La mejora de las medidas de eficiencia para vehículos, dirigidas a ahorrar combustible, ha producido beneficios netos (al menos en los vehículos ligeros), pero el potencial de mercado es mucho menor que el potencial económico debido a la influencia de otras consideraciones de los consumidores tales como el funcionamiento y tamaño. No se cuenta con suficiente información para evaluar el potencial de mitigación para los vehículos pesados. No se espera que las fuerzas del mercado por sí solas, incluido el aumento del coste del combustible, den lugar a reducciones significativas de las emisiones [5.3, 5.4].
 - Los biocombustibles podrían desempeñar un papel importante para afrontar las emisiones de GEI en el sector del transporte según la vía de producción. Se proyecta que los biocombustibles empleados como aditivos/substitutos de la gasolina y del diesel aumenten un 3% en el total de referencia de la demanda de energía para el transporte en el año 2030. Esto podría aumentar de un 5% a un 10%, aproximadamente, según los futuros precios del petróleo y del carbono, de la mejora de la eficiencia de los vehículos y del éxito de las tecnologías en la utilización de biomasa de celulosa [5.3, 5.4].
 - Los cambios de modos de transporte de carretera a ferrocarril y de tierra a mar, de un número reducido de pasajeros a numerosos pasajeros²², así como la planificación urbana de los usos del suelo y del transporte no motorizado ofrecen oportunidades para mitigar el GEI, dependiendo de las condiciones y las políticas locales [5.3, 5.5].
 - Las posibilidades de mitigación a medio plazo de las emisiones de CO₂ del sector de la aviación pueden ser el resultado de la mayor eficiencia del combustible, que puede lograrse a través de una variedad de medios que incluyen tecnología, operaciones y gestión del tráfico aéreo. No obstante, se prevé que tales mejoras solo compensen de modo parcial el aumento de las emisiones de la aviación. El potencial de mitigación total en el sector tendría que afrontar también los impactos climáticos de otros gases distintos al CO₂ de las emisiones de la aviación. [5.3, 5.4].
 - La reducción 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].

19 20 billones = 20.000.000 millones = 20*10¹²

20 Austria no está de acuerdo con esta declaración

21 Ver Tabla RRP.1 y Gráfico RRP.6.

22 Incluye el tránsito masivo en ferrocarril, carretera y marítimo y el transporte en grupos

12. Las opciones de eficiencia energética²¹ para los edificios nuevos y los ya existentes podrían reducir considerablemente las emisiones de CO₂ y aportar un beneficio económico neto. Existen muchas barreras que obstaculizan el aprovechamiento de este potencial, pero también hay considerables beneficios conjuntos (acuerdo elevado, evidencia alta).

- En el año 2030, aproximadamente el 30% de las emisiones de GEI proyectadas en el sector de la construcción pueden ser evitadas con beneficios económicos netos [6.4, 6.5].
- Los edificios que usan eficientemente la energía, a la vez que limitar el incremento de las emisiones de CO₂, pueden mejorar también la calidad del aire en espacios cerrados y al aire libre, mejorar el bienestar social e incrementar la seguridad de la energía [6.6, 6.7].
- En todas partes del mundo existen oportunidades para llevar a cabo reducciones del GEI en el sector de la construcción. Sin embargo, múltiples barreras dificultan la materialización de dicho potencial. Estas barreras incluyen disponibilidad de tecnología, financiación, pobreza, el alto coste de la información fiable, limitaciones inherentes a los diseños de los edificios y una cartera apropiada de programas y políticas [6.7, 6.8].
- La magnitud de las barreras mencionadas es mayor en los países en desarrollo, lo que hace más difícil para dichos países alcanzar el potencial de reducción de GEI del sector de la construcción [6.7].

13. El potencial económico en el sector industrial²¹ se encuentra predominantemente en las industrias de gran consumo de energía. Las opciones de mitigación disponibles no se están aplicando plenamente ni en los países industrializados ni en los que están en desarrollo (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Muchas instalaciones industriales en los países en desarrollo son nuevas e incluyen las tecnologías más recientes que ocasionan las emisiones específicas más bajas. Sin embargo, aún existen muchas instalaciones más antiguas e ineficientes tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo. La modernización de estas instalaciones podría dar lugar a reducciones significativas de las emisiones [7.1, 7.3, 7.4].
- La lenta tasa de reemplazo de bienes de capital, la falta de recursos financieros y técnicos y las limitaciones en la capacidad de las firmas, especialmente la de las empresas pequeñas y medianas, para acceder y absorber la información tecnológica, son las barreras principales que impiden el uso total de las opciones de mitigación disponibles [7.6].

14. Las prácticas agrícolas en conjunto pueden hacer una contribución significativa a bajo coste²¹ para aumentar

los sumideros de carbono en el suelo, reducir las emisiones de GEI y aportar materia prima para uso energético (acuerdo medio, evidencia media).

- Gran proporción del potencial de mitigación de la agricultura (excluyendo la bioenergía) proviene del secuestro del carbono del suelo, el cual tiene fuertes sinergias con la agricultura sostenible y reduce, por lo general, la vulnerabilidad al cambio climático [8.4, 8.5, 8.8].
- El carbono del suelo almacenado puede ser vulnerable a sufrir pérdidas debido a cambios en la gestión del suelo y al cambio climático [8.10].
- También existe un considerable potencial de mitigación proveniente de las reducciones de las emisiones de metano y de óxido nitroso en algunos sistemas agrícolas [8.4, 8.5].
- No existe una relación de prácticas de mitigación de aplicación universal; las prácticas han de ser evaluadas para cada sistema y entorno agrícola de manera individual [8.4].
- La biomasa de los residuos agrícolas y la de cosechas para uso energético pueden constituir una materia prima bioenergética importante, pero su aportación a la mitigación depende de la demanda de bioenergía del transporte y del suministro de energía, de la disponibilidad del agua, y de las necesidades de suelo para producir alimentos y fibra. El uso generalizado de suelo agrícola para la producción de biomasa para energía puede competir con otros usos del suelo, ocasionar impactos positivos y negativos en el medio ambiente y afectar a la seguridad alimentaria [8.4, 8.8].

15. Las actividades de mitigación relacionadas con los bosques pueden reducir en gran medida las emisiones de fuentes y aumentar la eliminación de CO₂ por los sumideros a bajo coste²², y pueden ser diseñadas para crear sinergias con la adaptación y el desarrollo sostenible (acuerdo elevado, evidencia alta)²³.

- Aproximadamente el 65% del total del potencial de mitigación (hasta 100 USD/tCO₂-eq) se encuentra en los trópicos, y se podría lograr en torno al 50% mediante la reducción de las emisiones de la deforestación [9.4].
- El cambio climático puede afectar al potencial de mitigación del sector forestal (a saber los bosques autóctonos y los plantados) y se espera que sea diferente en las distintas regiones y sub-regiones, tanto en magnitud como en dirección [9.5].
- Las opciones de mitigación relacionadas con los bosques pueden diseñarse y aplicarse de modo compatible con la adaptación, y tener beneficios conjuntos sustanciales en función del empleo, la generación de ingresos,

²³ Tuvalu señaló dificultades en cuanto a la referencia a "bajo coste" puesto que el informe del Grupo de Trabajo (WG) III, Capítulo 9, página 15, señala que: "el coste de los proyectos de mitigación de bosques aumenta considerablemente cuando se tiene en cuenta el coste de oportunidad del suelo".

²⁴ En el sector industrial se incluyen los desechos industriales.

²⁵ Los GEI de desechos incluyen metano de vertederos y de aguas residuales, N₂O de aguas residuales, y CO₂ de incineración de carbón fósil.

la conservación de la biodiversidad y las cuencas hidrográficas, el suministro de energías renovables y la mitigación de la pobreza [9.5, 9.6, 9.7].

16. Los desechos derivados del consumo²⁴ constituyen una pequeña aportación a las emisiones de GEI globales²⁵ (<5%), pero el sector de los desechos puede contribuir positivamente a la mitigación de GEI a bajo coste²¹ y a fomentar el desarrollo sostenible (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Las prácticas existentes de gestión de los desechos pueden mitigar de modo eficaz las emisiones de GEI de este sector: una amplia variedad de tecnologías desarrolladas, de eficacia comprobada y ecológicamente racionales pueden adquirirse comercialmente para mitigar emisiones y proporcionar co-beneficios para mejorar la salud y la seguridad públicas, la protección del suelo, la prevención de la polución y el suministro de energía local [10.3, 10.4, 10.5].
- La reducción al mínimo y el reciclaje de los desechos brindan importantes beneficios de mitigación indirectos mediante la conservación de energía y de materiales [10.4].
- La falta de capital local constituye una limitación fundamental para la gestión de los desechos y el tratamiento de aguas residuales en los países en desarrollo y en los países con economías en transición. Carecer de conocimientos técnicos sobre tecnologías sostenibles es también una barrera importante [10.6].

17. Las opciones de ingeniería geológica, tales como fertilización del océano para extraer CO₂ directamente de la atmósfera, o bloquear la luz solar mediante la colocación de material en la atmósfera superior siguen siendo especulativas y aún no comprobadas en gran medida, y se corre el riesgo de efectos secundarios desconocidos. Aún no se han publicado estimaciones fiables de los costes (acuerdo medio, evidencia limitada) [11.2].

D. Mitigación a largo plazo (posterior a 2030)

18. A fin de estabilizar la concentración de GEI en la atmósfera, las emisiones tendrían que alcanzar su nivel máximo y luego disminuir. Cuanto más bajo sea el nivel de estabilización, más rápidamente ocurriría dicho nivel máximo y posterior disminución. Los esfuerzos de mitigación que se even a cabo durante las próximas dos o tres décadas producirán un gran impacto en las oportunidades para lograr niveles de estabilización más bajos (ver la Tabla RRP.5, y el Gráfico RRP.8)²⁶ (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Estudios recientes han explorado, mediante la reducción multigas, niveles de estabilización más bajos que los reportados en el TIE [3.3].

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

Categoría	Forzamiento radiativo (C/m ²)	Concentración de CO ₂ ^{c)} (ppm)	Concentración de CO ₂ -eq ^{c)} (ppm)	Aumento de la temperatura media mundial sobre el nivel preindustrial en equilibrio, usando la "estimación óptima" de la sensibilidad del clima ^{b), c)} (°C)	Año del nivel más alto de las emisiones de CO ₂ ^{d)} (año)	Cambio en las emisiones mundiales de CO ₂ en 2050 (% 2000 emisiones) ^{d)}	No. de escenarios evaluados
I	2.5–3.0	350–400	445–490	2.0–2.4	2000–2015	-85 to -50	6
II	3.0–3.5	400–440	490–535	2.4–2.8	2000–2020	-60 to -30	18
III	3.5–4.0	440–485	535–590	2.8–3.2	2010–2030	-30 to +5	21
IV	4.0–5.0	485–570	590–710	3.2–4.0	2020–2060	+10 to +60	118
V	5.0–6.0	570–660	710–855	4.0–4.9	2050–2080	+25 to +85	9
VI	6.0–7.5	660–790	855–1130	4.9–6.1	2060–2090	+90 to +140	5
Total							177

a) La comprensión de la respuesta del sistema climático al forzamiento radiativo, así como los retroefectos, se evalúan en detalle en el Informe. Los retroefectos entre el ciclo del carbono y el cambio climático afectan a la mitigación requerida para un nivel de estabilización particular de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Se prevé que estos retroefectos aumenten la fracción de emisiones antropogénicas que permanecen en la atmósfera a medida que se calienta el sistema climático. Por tanto, la reducción de emisiones para alcanzar un nivel de estabilización en particular presentado en los estudios de mitigación evaluados aquí podría estar infravalorada.

b) La estimación óptima de la sensibilidad del clima es 3°C [WGI RRP].

c) Obsérvese que la temperatura media global en equilibrio es diferente a la temperatura media global prevista cuando ocurre la estabilización de las concentraciones de GEI debido a la inercia del sistema climático. En la mayoría de los escenarios evaluados, la estabilización de las concentraciones de GEI ocurren entre 2100 y 2150.

d) Los intervalos corresponden a los percentiles 15 al 85 para los escenarios de distribución posteriores al TIE. Las emisiones de CO₂ se muestran para que los escenarios multi-gas puedan ser comparados con escenarios de solamente CO₂.

²⁶ En el párrafo se abordan las emisiones históricas de GEI desde la era pre-industrial.

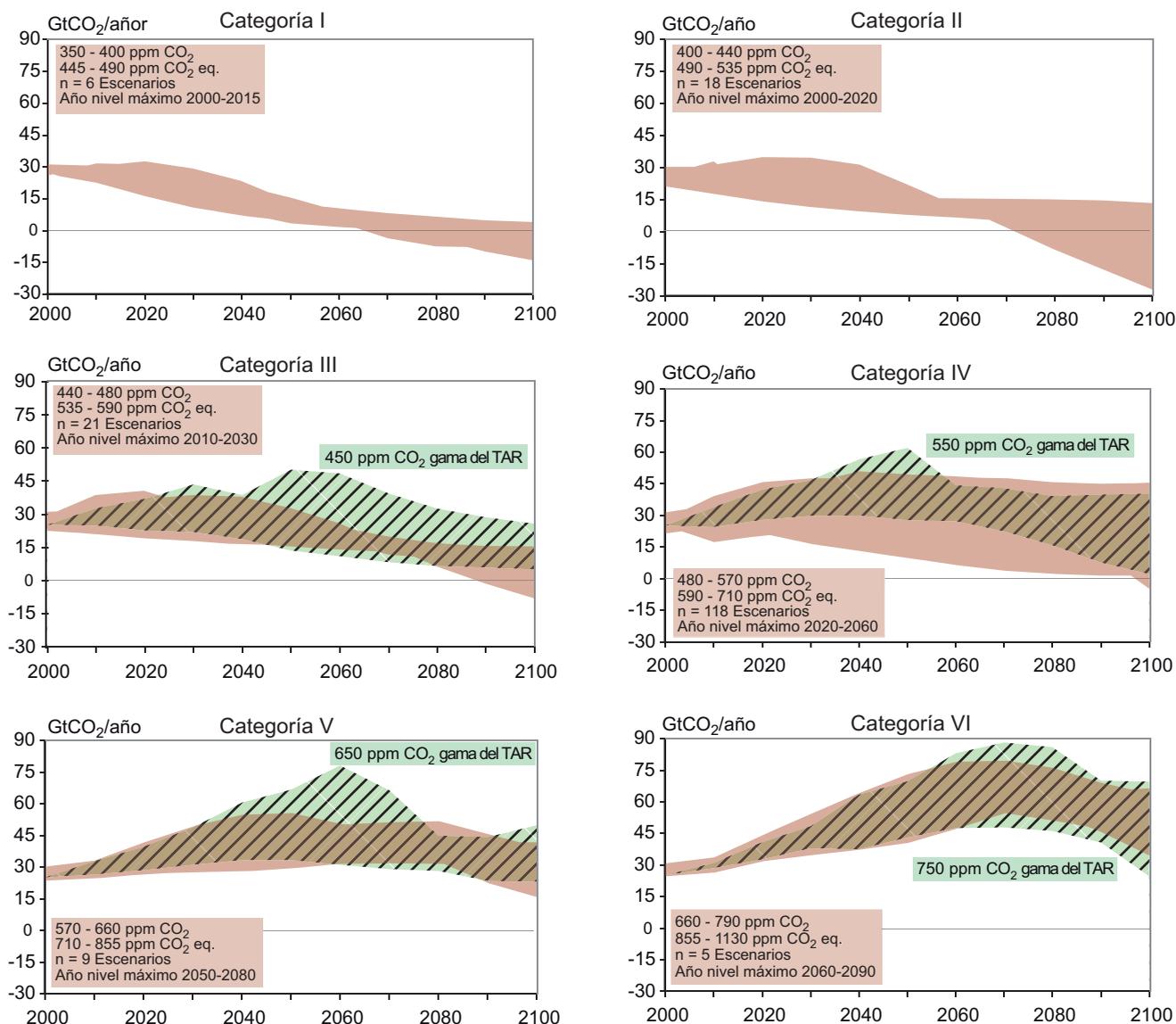


Gráfico RRP.7: Trayectorias de las emisiones de los escenarios de mitigación para categorías alternativas de niveles de estabilización (Categorías I a VI tal como se definen en el recuadro de cada panel). Las trayectorias son para emisiones de CO₂ exclusivamente. Las áreas sombreadas en color marrón claro representan las emisiones de CO₂ de los escenarios de emisiones posteriores al TIE. Las áreas sombreadas en verde muestran la serie de más de 80 escenarios de estabilización del TIE. Las emisiones del año base del modelo pueden diferir entre modelos debido a las diferencias de cobertura del sector y la industria. A fin de alcanzar niveles de estabilización más bajos, algunos escenarios eliminan el CO₂ en la atmósfera (emisiones negativas) mediante el uso de tecnologías tales como producción de energía de biomasa utilizando captura y almacenamiento de carbono. [Gráfico 3.17]

- Estudios evaluados contienen una variedad de perfiles de emisión para lograr la estabilización de las concentraciones de GEI²⁷. En la mayoría de dichos estudios se aplicó un enfoque de coste mínimo y reducciones de emisiones tempranas y tardías (Gráfico RRP.7) [Recuadro RRP.2]. En la Tabla RRP.5 se ofrece un resumen de los niveles de emisión requeridos para diferentes grupos de concentraciones de estabilización y el aumento asociado de la

temperatura media mundial en equilibrio²⁸, mediante el uso de la ‘estimación óptima’ de la sensibilidad del clima (véase también Gráfico RRP.8 para una gama de incertidumbre probable)²⁹. La estabilización en niveles de concentración más bajos y niveles de temperatura en equilibrio relacionados adelantan la fecha en la que las emisiones han de alcanzar su punto máximo y requiere mayores reducciones de emisiones para el año 2050 [3.3].

²⁷ Los estudios varían en función del momento en el tiempo en que se logra la estabilización, por lo general, aproximadamente en 2100 o posteriormente.

²⁸ La información acerca de la temperatura media mundial se toma del informe del Grupo de Trabajo I del CIE, capítulo 10.8. Esas temperaturas se alcanzan mucho tiempo después de la estabilización de las concentraciones.

²⁹ La sensibilidad del clima en equilibrio es una medida de la respuesta del sistema climático al forzamiento radiativo sostenido. No es una proyección sino que se define como el calentamiento medio de la superficie mundial tras una duplicación de las concentraciones de dióxido de carbono [RRP CIE WGI].

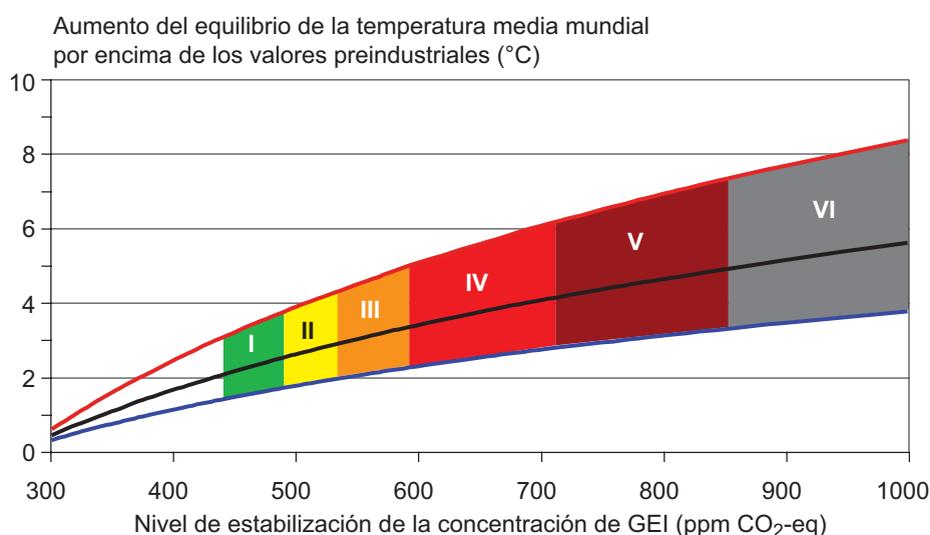


Gráfico RRP.8: Categorías de los escenarios de estabilización según se presentan en el Gráfico RRP.7 (bandas coloreadas) y su relación con el cambio de la temperatura media mundial en equilibrio por encima de los niveles preindustriales, usando (i) “la estimación óptima” de sensibilidad del clima de 3°C (línea negra en el medio del área sombreada), (ii) límite superior del intervalo de probabilidad de la sensibilidad del clima de 4.5°C (línea roja arriba del área sombreada) (iii) límite inferior del intervalo de probabilidad de la sensibilidad del clima de 2°C (línea azul debajo del área sombreada). Los sombreados en colores muestran las bandas de concentración de la estabilización de los gases de efecto invernadero en la atmósfera correspondientes a las categorías I a VI de los escenarios de estabilización, como se indica en el Gráfico RRP.7. Los datos proceden de 4IE WGI, Capítulo 10.8.

19. El rango de los niveles de estabilización evaluados puede alcanzarse mediante el despliegue de una cartera de tecnologías disponibles actualmente y de las que se espera que sean comercializadas en las próximas décadas. Esto supone la existencia de incentivos efectivos y apropiados para el desarrollo, adquisición, despliegue y difusión de tecnologías, y para enfrentar las barreras relacionadas (acuerdo elevado, evidencia alta).

- La aportación de las diferentes tecnologías a la reducción de emisiones requerida para la estabilización puede variar con el transcurso del tiempo, la región y el nivel de estabilización.
 - o La eficiencia energética desempeña un papel fundamental en la mayoría de los escenarios y escalas de tiempo.
 - o Para niveles de estabilización más bajos, en los escenarios se hace mayor énfasis en el uso de fuentes energéticas bajas en carbono, tales como energías renovables y nuclear y en la captura y almacenamiento de CO₂ (CAC). En dichos escenarios es preciso que las mejoras en el suministro de energía intensivo en carbono y de toda la economía se lleven a cabo más aceleradamente que en el pasado.
 - o La inclusión de opciones de mitigación del CO₂ y de otros gases en los usos del suelo brinda mayor flexibilidad y eficacia en función de los costes para alcanzar estabilización. La bioenergía moderna podría contribuir considerablemente a la parte que le corresponde a la energía renovable en la cartera de mitigación.
 - o Para ejemplos ilustrativos de carteras de opciones de mitigación véase el Gráfico RRP.9 [3.3, 3.4].

- Serían precisas inversiones en tecnologías de baja emisión de GEI y su despliegue por todo el mundo, así como mejoras tecnológicas mediante Investigación, Desarrollo & Demostración (ID&D) para lograr las metas de estabilización y reducir los costes. Cuanto más pequeños sean los niveles de estabilización, especialmente de 550 ppm CO₂-eq o menores, mayor será la necesidad de realizar esfuerzos de ID&D eficaces y de inversiones en las nuevas tecnologías durante las próximas décadas. Para lograr lo anterior es necesario afrontar eficazmente las barreras que obstaculizan el desarrollo, la adquisición, el despliegue y la difusión de las tecnologías.
- Incentivos apropiados podrían hacer frente a esas barreras y ayudarían a cumplir los objetivos de una amplia cartera de tecnologías. [2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6].

20. En 2050³⁰ el coste macroeconómico medio mundial de la mitigación multi-gas incurrido para una estabilización en el entorno de 710 a 445 ppm CO₂-eq, se encuentra entre un 1% de incremento y 5,5% de disminución del PIB mundial (Ver Tabla RRP.6). En cuanto a países y sectores específicos, el coste varía considerablemente en comparación con el promedio mundial. (Véase en el Recuadro RRP.3 las metodologías y los supuestos y en el párrafo la explicación de los costes negativos) (acuerdo elevado, evidencia media).

21. Adoptar una decisión en cuanto al nivel adecuado de mitigación a escala mundial a lo largo del tiempo implica un proceso de gestión de riesgo iterativo que incluya mitigación y adaptación, y tenga en cuenta

30 En el párrafo 5 se presentan las estimaciones de coste para el año 2030.

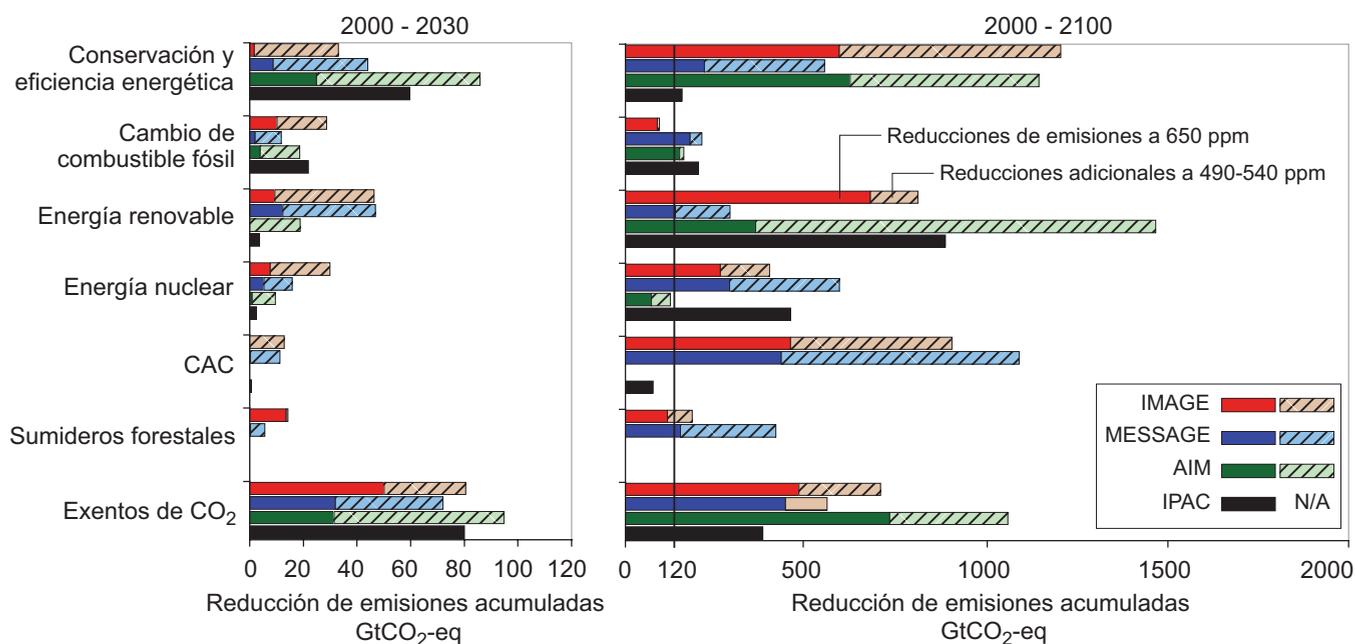


Gráfico RRP.9: Reducciones de emisiones acumulativas para medidas de mitigación alternativas desde 2000 hasta 2030 (panel a la izquierda) y desde 2000 hasta 2100 (panel a la derecha). El Gráfico muestra escenarios ilustrativos de cuatro modelos (AIM, IMAGE, IPAC y MESSAGE) que tienen como objetivo lograr estabilización en 490-540 ppm y CO₂-eq y los niveles de 650 ppm CO₂-eq, respectivamente. Las barras oscuras hacen referencia a las reducciones para cumplir una meta de 650 ppm CO₂-eq, y las barras claras muestran las reducciones adicionales para alcanzar 490-540 ppm CO₂-eq. Obsérvese que algunos modelos no tienen en cuenta la mitigación ocasionada por el incremento de los sumideros forestales (AIM e IPAC) o Captura y Almacenamiento del Carbono (CAC) y que la parte de las opciones de la energía baja en carbono en el suministro de energía total también está determinada por la inclusión de esas opciones en la referencia. La CAC incluye captura y almacenamiento de carbono de biomasa. Los sumideros forestales incluyen reducción de emisiones de deforestación. [Gráfico 3.23]

los daños reales y evitados del cambio climático, los beneficios conjuntos, la sostenibilidad, la equidad y las actitudes ante el riesgo. La selección de la escala y de cuándo tendrá lugar la mitigación de GEI requiere la realización de un balance del coste económico de la reducción de emisiones más rápida en comparación con los riesgos de demora climáticos correspondientes a medio y largo plazo (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Los resultados limitados e iniciales de los análisis integrados de los costes y los beneficios de la mitigación indican que

son comparables en líneas generales en magnitud, pero aún no es posible una determinación inequívoca de una vía de emisiones o un nivel de estabilización en el cual los beneficios excedan a los costes [3.5].

- La evaluación integrada de los costes y beneficios económicos de diferentes vías de mitigación muestra que el momento y el nivel de mitigación óptimos económicamente depende de la configuración y el carácter incierto de la curva de costes de los daños del cambio climático asumida. Para ilustrar esta dependencia:

Tabla RRP.6: Coste macroeconómico mundial estimado en 2050 con respecto a la referencia de las trayectorias de coste mínimo para diferentes objetivos de estabilización a largo plazo^{a)} [3.3, 13.3]

Niveles de estabilización (ppm CO ₂ -eq)	Reducción de la mediana del PIB ^{b)} (%)	Intervalo de reducción del PIB ^{b), c)} (%)	Reducción del promedio anual de las tasas ^{b), d)} de crecimiento del PIB (por ciento)
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

Notas:

^{a)} Correspondiente a la totalidad de la literatura a través de todas las referencias y los escenarios de mitigación que ofrecen cifras de PIB.

^{b)} PIB mundial está basado en las tasas de cambio del mercado.

^{c)} Se ofrece la mediana y los intervalos de los percentiles 10 y 90 de los datos analizados.

^{d)} El cálculo de la reducción de la tasa de crecimiento anual se basa en el promedio de reducción durante el período hasta 2050 que resultaría en la reducción del PIB indicada en el año 2050.

^{e)} El número de los estudios es relativamente reducido y, por lo general, se emplean referencias bajas. Las referencias de emisiones altas generalmente conducen a incurrir en costes más elevados.

- o si la curva de los costes del daño climático crece lenta y regularmente y la previsión es buena (lo cual aumenta la posibilidad de adaptación a tiempo) se justifica, desde el punto de vista económico, una mitigación posterior menos rigurosa;
- o otra posibilidad es que la curva de los costes de los daños aumente considerablemente o no contenga linealidades (por ejemplo, umbrales de vulnerabilidad o incluso pequeñas probabilidades de fenómenos catastróficos) se justifica económicamente una mitigación anterior y más estricta [3.6].
- La sensibilidad del clima constituye una incertidumbre fundamental para los escenarios de mitigación que se propongan alcanzar un nivel específico de temperatura. Ciertos estudios muestran que si la sensibilidad del clima es alta, la mitigación se lleva a cabo antes y su nivel es más riguroso que cuando ésta es baja [3.5, 3.6].
- La reducción de emisiones tardía conlleva inversiones que se estancan en infraestructuras y vías de desarrollo más intensivas en emisiones. Esto limita de modo significativo las oportunidades para alcanzar niveles de estabilización más bajos (como se muestra en la Tabla RRP.5) y aumenta el riesgo de impactos más severos del cambio climático [3.4, 3.1, 3.5, 3.6].

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

22. Una amplia variedad de políticas e instrumentos nacionales están disponibles para los gobiernos con el fin de crear incentivos para las medidas de mitigación. Su aplicabilidad depende de las circunstancias nacionales y de la comprensión de sus interacciones, pero la experiencia obtenida en aplicaciones en varios países y sectores demuestra que todos los instrumentos tienen ventajas y desventajas (*acuerdo elevado, evidencia alta*).

- Para evaluar las políticas y los instrumentos, se emplean cuatro criterios principales: efectividad ambiental, efectividad de los costes, efectos de distribución, incluida la equidad, y viabilidad institucional [13.2].
- Todos los instrumentos pueden estar bien o mal diseñados, y ser rigurosos o flexibles. Además, la supervisión para mejorar la implementación constituye una cuestión importante para todos los instrumentos. Los resultados generales de la actuación de las políticas son: [7.9, 12.2, 13.2]
 - o *La integración de las políticas climáticas en políticas de desarrollo más amplias* facilita su aplicación y la superación de las barreras.
 - o *Las regulaciones y las normas* proporcionan, por lo general, cierta certidumbre en cuanto a los niveles de emisiones. Éstas pueden ser preferibles a otros instrumentos cuando la información u otras barreras impiden a los productores y consumidores responder

a las señales de los precios. No obstante, pueden no acarrear innovaciones tecnológicas más avanzadas.

- o *Los impuestos y gravámenes* pueden fijar el precio del carbono, pero no pueden garantizar un nivel de emisiones particular. En la literatura se identifica a los impuestos como un modo eficaz de internalizar el coste de las emisiones de GEI.
- o *Los permisos negociables* establecerán un precio del carbono. El volumen de las emisiones permitidas determina su eficacia ambiental, mientras que la asignación de permisos conlleva consecuencias en la distribución. Las fluctuaciones del precio del carbono dificultan la estimación del coste total del cumplimiento de los permisos de emisión
- o *Los Incentivos Financieros* (subsidios y créditos tributarios) son empleados a menudo por los gobiernos para estimular el desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías. Si bien el coste económico es, por lo general, mayor que el de los instrumentos relacionados anteriormente, a menudo son fundamentales para superar las barreras.
- o *Los acuerdos voluntarios* entre la industria y los gobiernos son políticamente atractivos, sensibilizan a las partes interesadas y han desempeñado un papel en la evolución de muchas políticas nacionales. La mayoría de los acuerdos no ha logrado reducciones de emisiones significativas más allá de las usuales. Sin embargo, en unos pocos países, algunos acuerdos recientes han acelerado la aplicación de la mejor tecnología disponible y conducido a reducciones de emisiones medibles.
- o *Los Instrumentos de información* (por ejemplo, campañas de sensibilización) pueden influir positivamente en la calidad del medio ambiente, al promover opciones informadas y posiblemente contribuir a cambios de comportamiento; no obstante, aún no se ha cuantificado su impacto en las emisiones.
- o *I&DD* pueden estimular los avances tecnológicos, reducir costes y posibilitar progresos hacia la estabilización.
- Algunas corporaciones, autoridades regionales y locales, ONG y grupos civiles están llevando a cabo una amplia variedad de acciones voluntarias. Estas acciones voluntarias pueden limitar las emisiones de GEI, estimular políticas innovadoras, y promover el despliegue de nuevas tecnologías. Por sí solas generalmente producen un impacto limitado en las emisiones de nivel nacional o regional [13.4].
- En la Tabla RRP.7. figuran las lecciones aprendidas en la aplicación de políticas nacionales e instrumentos en un sector específico.

23. Las políticas que proporcionan un precio real o implícito del carbono podrían incentivar a los productores y consumidores a invertir significativamente en productos, tecnologías, y procesos bajos en GEI. Tales

Tabla RRP.7: Políticas, medidas e instrumentos sectoriales seleccionados de demostrada efectividad ambiental en el respectivo sector, al menos, en un número de casos nacionales.

Sector	Políticas ^a , medidas e instrumentos de demostrada efectividad ambiental	Limitaciones u oportunidades fundamentales
Suministro de energía [4.5]	Reducción de subsidios a los combustibles de origen fósil Impuestos o gravámenes al carbono en los combustibles fósiles	La resistencia de intereses creados puede dificultar su aplicación
	Tarifas de introducción para las tecnologías de energías renovables Obligaciones de las energías renovables Subsidios a los productores	Puede ser apropiado crear mercados para tecnologías bajas en emisiones
	Ahorro de combustible obligatorio, mezcla de biocombustible y normas de CO ₂ para el transporte por carretera	La cobertura parcial de la flota de vehículos puede limitar su efectividad
Transporte [5.5]	Impuestos a la compra, registro de vehículos al uso de combustibles de motores, fijación de tarifas a carreteras y aparcamientos	La efectividad puede decrecer con ingresos más altos
	Influir en las necesidades de movilidad mediante regulación de los usos del suelo y la planificación de las infraestructuras Inversiones en instalaciones de transporte público atractivas y en formas no motorizadas de transporte	Particularmente apropiado para los países que están aumentando su sistema de transporte
	Normas de aparatos y etiquetado Código de construcción y certificación Programas de gestión desde la perspectiva de la demanda Programas de liderazgo del sector público, incluyendo contratación pública Incentivos para compañías de servicio de energía	Se precisa revisar las normas periódicamente Atractivo para nuevas edificaciones. Su cumplimiento puede ser difícil Necesidad de regulaciones para que los servicios obtengan beneficios Las compras del gobierno pueden ampliar la demanda de productos eficaces en el uso de la energía Factor de éxito: acceso a financiación de terceras partes
Industria [7.9]	Suministro de información de referencia Normas de funcionamiento Subsidios, créditos tributarios	Puede ser apropiado estimular la asimilación de tecnologías. Es importante la estabilidad de las políticas nacionales ante la competitividad internacional
	Permisos negociables	Los mecanismos previsibles de asignación y las cotizaciones de precios estables son importantes para las inversiones
	Acuerdos voluntarios	Los factores de éxito incluyen: objetivos definidos, un escenario de referencia, implicación de terceras partes en el diseño, la revisión y las disposiciones formales de la supervisión, estrecha cooperación entre gobierno e industria
Agricultura [8.6, 8.7, 8.8]	Incentivos y regulaciones financieras para mejorar la gestión del suelo, manteniendo el contenido de carbono en el suelo, uso eficiente de los fertilizantes y del riego	Puede fomentar la sinergia con el desarrollo sostenible y la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático, superando así las barreras que enfrenta la implementación
Silvicultura/ Bosques [9.6]	Incentivos financieros (nacionales e internacionales) para aumentar los bosques, reducir la deforestación, y gestionar los bosques	Las limitaciones incluyen falta de inversiones de capital y cuestiones de ocupación de la tierra. Puede ayudar a mitigar la pobreza
	Regulación de los usos del suelo y su cumplimiento	
Gestión de los desechos [10.5]	Incentivos financieros para la gestión mejorada de los desechos y de las aguas residuales	Puede estimular la difusión de tecnología
	Incentivos u obligaciones para las energías renovables	Disponibilidad local de combustible de bajo coste
	Regulación de la gestión de los desechos	Aplicación más efectiva a escala nacional con las estrategias de puesta en práctica

Note:

a) Las inversiones públicas de ID&D en tecnologías bajas en emisiones han probado ser eficaces en todos los sectores.

políticas podrían incluir instrumentos económicos y financiación y regulación gubernamental (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Una cotización eficaz del precio del carbono podría dar lugar a un potencial de mitigación significativo en todos los sectores [11.3, 13.2].

- Estudios de modelización (Véase el Recuadro RRP.3) muestran que un aumento de los precios del carbono de 20 a 80 USD/tCO₂-eq para 2030 y de 30 a 155 USD/tCO₂-eq para 2050 es congruente con una estabilización de aproximadamente 550 ppm CO₂-eq para el año 2100. Para el mismo nivel de estabilización, estudios

realizados desde el TIE, que tienen en cuenta el cambio tecnológico inducido, ofrecen precios más bajos del orden de 5 a 65 USD/tCO₂eq en 2030 y de 15 a 130 USD/tCO₂-eq en el año 2050 [3.3, 11.4, 11.5].

- La mayoría de las evaluaciones descendentes, así como algunas ascendentes para el año 2050, sugieren que precios reales o implícitos del carbono de 20 a 50 USD/tCO₂-eq, mantenidos o aumentados durante décadas, podrían llevar a un sector de generación de energía bajo en emisiones de GEI para el año 2050 y hacer que sean económicamente atractivas muchas opciones de mitigación en los sectores de uso final [4.4, 11.6].
- Las barreras para la puesta en práctica de las opciones de mitigación son múltiples y varían por país y sector. Pueden estar relacionadas a aspectos financieros, tecnológicos, institucionales, informativos y de comportamiento [4.5, 5.5, 6.7, 7.6, 8.6, 9.6, 10.5].

24. El apoyo gubernamental a través de contribuciones financieras, créditos tributarios, fijación de normas, y creación de mercado es importante para el desarrollo de energías eficientes, la innovación y el despliegue. La transferencia de tecnología a los países en desarrollo depende de las condiciones que la posibiliten y de la financiación (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Los beneficios públicos de las inversiones de ID&D son mayores que los beneficios obtenidos por el sector privado, lo cual justifica el apoyo a ID&D de los gobiernos.
- La financiación gubernamental en términos reales absolutos de la mayoría de los programas energéticos no ha aumentado o ha decrecido durante casi dos décadas (incluso tras haber entrado en vigor la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas) y en la actualidad se encuentra aproximadamente a la mitad del nivel de 1980 [2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2].
- Los gobiernos desempeñan un papel de apoyo crucial al proporcionar medios adecuados, tales como marcos institucionales políticos, jurídicos y de regulación³¹, para mantener los flujos de inversiones y de transferencia de tecnología eficaz – sin los cuales sería difícil lograr reducciones de emisiones a una escala significativa. La movilización de financiación para los crecientes costes de las tecnologías bajas en carbono es importante. Los acuerdos tecnológicos internacionales podrían fortalecer las infraestructuras del conocimiento [13.3].
- El efecto beneficioso potencial de la transferencia de tecnología a los países en desarrollo, por la acción de los países del Anexo I, puede ser sustancial, pero no hay estimaciones fiables disponibles [11.7].
- El flujo financiero a los países en desarrollo a través de los proyectos de MDL (Mecanismos de Desarrollo

Limpio) tiene el potencial de alcanzar niveles del orden de varios billones de dólares estadounidenses por año³², el cual es mayor que el flujo a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), comparable con el flujo de asistencia para el desarrollo orientado a la energía, pero al menos de un orden de magnitud más bajo que el total de los flujos de inversiones extranjeras directas. Los flujos financieros del MDL y del FMAM y la asistencia al desarrollo para transferencia de tecnología han sido, hasta el presente, muy limitados, y se han distribuido geográficamente de forma desigual [12.3, 13.3].

25. Entre los logros notables de la CMCC y de su Protocolo de Kioto se encuentran el establecimiento de una respuesta mundial al problema del clima, la estimulación de una variedad de políticas nacionales, la creación de un mercado internacional del carbono y el establecimiento de nuevos mecanismos institucionales que podrían constituir la base de futuros esfuerzos de mitigación (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Está previsto que el impacto del primer período de compromiso del Protocolo respecto a las emisiones mundiales sea limitado. Se proyecta que su impacto económico en los países participantes del Anexo B sea menor que el presentado en el TIE, el cual mostró un PIB del orden de 0.2% a 2% más bajo que en el año 2012 sin comercio de emisiones, y un PIB de 0.1% a 1.1% más bajo con comercio de emisiones entre los países del Anexo-B [1.4, 11.4, 13.3].

26. En la literatura se identifican muchas opciones para alcanzar reducciones de las emisiones mundiales de GEI a escala internacional a través de la cooperación. Esto sugiere también que los acuerdos que han alcanzado éxito son ambientalmente eficaces, eficaces en cuanto a los costes, incorporan consideraciones sobre la distribución y la equidad y son institucionalmente viables (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Mayores esfuerzos de cooperación para reducir las emisiones ayudarán a reducir el coste global para alcanzar un nivel de mitigación dado o mejorarán la efectividad ambiental [13.3].
- La mejora y la expansión del ámbito de mecanismos de mercado (tales como comercio de emisiones, Aplicación Conjunta y MDL) podrían reducir el coste global de mitigación [13.3].
- Los esfuerzos para abordar el cambio climático pueden incluir diversos elementos, tales como objetivos de emisiones; acciones sectoriales, locales, subnacionales y regionales; programas de ID&D; adopción de políticas comunes; ejecución de acciones orientadas al desarrollo

³¹ Ver el Informe Especial sobre cuestiones metodológicas y tecnologías en la transferencia de tecnología del IPCC.

³² Depende en gran medida del precio del mercado que ha fluctuado entre 4 y 26 USD/tCO₂-eq y se basa en aproximadamente las 1000 MDL propuestos, además de proyectos registrados que probablemente generen más de 1,3 miles de millones en créditos de reducción de emisiones antes del año 2012.

o expansión de instrumentos financieros. Estos elementos pueden ser aplicados de manera integrada, pero la comparación cuantitativa de los esfuerzos realizados por diferentes países podría ser compleja y requerir extensos recursos [13.3].

- Las acciones que podrían realizar los países participantes pueden diferenciarse en función de cuándo se llevan a cabo esas acciones, quién participa y el tipo de acción que se realizará. Las acciones pueden ser vinculantes o no vinculantes, incluir objetivos fijos o dinámicos, y la participación puede ser estática o variar con el transcurso del tiempo [13.3].

F. Desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático

27. Hacer que el desarrollo sea más sostenible mediante un cambio de las vías de desarrollo puede hacer una importante contribución a la mitigación del cambio climático, pero su puesta en práctica puede requerir recursos para salvar múltiples barreras. Existe un creciente conocimiento de las posibilidades de elección y aplicación de opciones de mitigación en varios sectores para crear sinergias y evitar conflictos con otras dimensiones del desarrollo sostenible (acuerdo elevado, evidencia alta).

- Las medidas de adaptación son necesarias, independientemente de la escala de las medidas de mitigación [1.2].
- Abordar el cambio climático puede ser considerado un elemento integral de las políticas de desarrollo sostenible. Las circunstancias nacionales y las fortalezas de las instituciones determinan el impacto de las políticas de desarrollo en las emisiones de GEI. Los cambios en las vías de desarrollo surgen de la interacción entre los procesos de toma de decisiones públicos y privados en los que participan el gobierno, los negocios y la sociedad civil, muchos de los cuales no son considerados tradicionalmente como políticas climáticas. Este proceso es más eficaz cuando los actores que participan en los procesos de adopción de decisiones de modo equitativo y 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. Existe una creciente evidencia de que las decisiones, por ejemplo, sobre políticas macroeconómica, políticas agrícolas, préstamos bancarios para el desarrollo multilateral, prácticas de seguros, reforma del mercado de la electricidad, seguridad energética y conservación de los bosques, que a menudo no son consideradas como componente de la política climática, pueden reducir significativamente las emisiones. Por otra parte, las decisiones en cuanto a la mejora del acceso rural a

modernas fuentes de energía, por ejemplo, pueden no ejercer mucha influencia en las emisiones mundiales de GEI [12.2].

- Las políticas de cambio climático relacionadas con la eficiencia energética y las energías renovables son, a menudo, beneficiosas desde el punto de vista económico, mejoran la seguridad energética y reducen las emisiones contaminantes locales. Otras opciones de mitigación relacionadas con el suministro de energía pueden ser diseñadas para obtener también beneficios de desarrollo sostenible, tales como, evitar el desplazamiento de poblaciones locales, creación de empleo y beneficios sanitarios [4.5, 12.3].
- La reducción de la pérdida de hábitats naturales y la deforestación pueden producir beneficios significativos en la biodiversidad y la conservación de los suelos y del agua, y puede ser aplicada de manera social y económicamente sostenible. La forestación y las plantaciones bioenergéticas pueden conducir a la recuperación de tierras degradadas, a la gestión de la escorrentía del agua, a retener carbono en el suelo y a beneficiar las economías rurales, pero podrían competir con las tierras destinadas a la producción de alimentos y pueden ocasionar efectos negativos para la biodiversidad, si no se diseñan de modo adecuado [9.7, 12.3].
- También existen buenas posibilidades para el reforzamiento del desarrollo sostenible a través de medidas de mitigación en los sectores de gestión de desechos, el transporte y la construcción [5.4, 6.6, 10.5, 12.3].
- Hacer que el desarrollo sea más sostenible puede incrementar tanto la capacidad de mitigación como la de adaptación, y reducir las emisiones y la vulnerabilidad al cambio climático. Pueden existir sinergias entre mitigación y adaptación, por ejemplo, en la producción de biomasa adecuadamente diseñada, la formación de áreas protegidas, la gestión de la tierra, y el uso de la energía en edificaciones y en la silvicultura. En otras situaciones pueden producirse efectos tales como aumento de las emisiones de GEI a causa de 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. Aún existen lagunas significativas en el conocimiento disponible en la actualidad sobre algunos aspectos de la mitigación del cambio climático, especialmente en los países en desarrollo. Las investigaciones adicionales que aborden estas lagunas podrían reducir las incertidumbres aún más y facilitar, de ese modo, la adopción de decisiones con respecto a la mitigación del cambio climático [RT.14].

Recuadro 1: Representación de la incertidumbre

La incertidumbre constituye una característica inherente de cualquier evaluación. En el Cuarto Informe de Evaluación se aclaran las incertidumbres asociadas a las aseveraciones esenciales.

Debido a las diferencias fundamentales entre las disciplinas científicas subyacentes en los informes de los tres Grupos de Trabajo, un informe común no resulta práctico. El enfoque de “probabilidad” aplicado a Cambio Climático 2007: fundamentos físicos y los enfoques de “confianza” y “probabilidad” usados en Cambio Climático 2007: impactos, adaptación, y vulnerabilidad se consideraron inadecuados para abordar las incertidumbres específicas que figuran en este informe de mitigación, puesto que aquí se consideran los criterios humanos.

En este informe se usa una escala bidimensional para el tratamiento de la incertidumbre. La escala se basa en el criterio experto de los autores del Grupo de Trabajo III en cuanto al nivel de coincidencia en literatura de una conclusión en particular (nivel de acuerdo), y el número y la calidad de fuentes independientes calificadas conforme a las reglas del IPCC en la que se basa la conclusión (cantidad de evidencia³³) (Ver Tabla RRP.E.1). Esto no constituye un enfoque cuantitativo del cual puedan derivarse probabilidades relacionadas con la incertidumbre.

 Nivel de acuerdo (en una conclusión en particular)	Acuerdo elevado, evidencia limitada	Acuerdo elevado, evidencia media	Acuerdo elevado, evidencia alta
	Acuerdo medio, evidencia limitada	Acuerdo medio, evidencia media	Acuerdo medio, evidencia alta
	Poco acuerdo, evidencia limitada	Poco acuerdo, evidencia media	Poco acuerdo, evidencia alta
	Cantidad de evidencia ³³ (número y calidad de las fuentes independientes) 		

Tabla RRP.E.1: Definición cualitativa de la incertidumbre

Debido a que el futuro es inherentemente incierto, se han empleado de modo extensivo en este informe escenarios, a saber imágenes internamente consistentes, y no predicciones de futuro.

³³ “Por evidencia” en este informe se entiende: Información o signos que indican si una creencia o proposición es verdadera o válida. Ver el Glosario.

