

# Calentamiento global de 1,5 °C

Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza

## Resumen para responsables de políticas





# Calentamiento global de 1,5 °C

Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza

## Resumen para responsables de políticas

### Editado por

**Valérie Masson-Delmotte**

Copresidenta del Grupo de Trabajo I

**Hans-Otto Pörtner**

Copresidente del Grupo de Trabajo II

**Jim Skea**

Copresidente del Grupo de Trabajo III

**Panmao Zhai**

Copresidente del Grupo de Trabajo I

**Debra Roberts**

Copresidenta del Grupo de Trabajo II

**Priyadarshi R. Shukla**

Copresidente del Grupo de Trabajo III

**Anna Pirani**

Jefa de la Unidad de Apoyo Técnico del GTI

**Roz Pidcock**

Jefa de comunicaciones

**Yang Chen**

Funcionario científico

**Wilfran Moufouma-Okia**

Jefe científico

**Sarah Connors**

Funcionaria científica

**Xiao Zhou**

Asistente científica

**Clotilde Péan**

Jefa de operaciones

**J. B. Robin Matthews**

Funcionario científico

**Melissa I. Gomis**

Funcionaria de infografía

**Elisabeth Lonnoy**

Asistente de proyectos

**Tom Maycock**

Editor científico

**Melinda Tignor**

Jefa de la Unidad de Apoyo Técnico del GTII

**Tim Waterfield**

Funcionario de tecnología de la información

Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo I

Maquetación de la portada: Nigel Hawtin

Ilustración de la portada: *Time to Choose*, por Alisa Singer — [www.environmentalgraphiti.org](http://www.environmentalgraphiti.org) — © Intergovernmental Panel on Climate Change.

La ilustración está inspirada en un gráfico del resumen para responsables de políticas (figura RRP.1).

© 2019 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

Puede descargar una copia electrónica del Resumen para responsables de políticas del sitio web del IPCC: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

ISBN 978-92-9169-351-1

# Resumen para responsables de políticas



# Resumen para responsables de políticas

## **Autores del borrador:**

Myles R. Allen (Reino Unido), Mustafa Babiker (Sudán), Yang Chen (China), Heleen de Coninck (Países Bajos/Unión Europea), Sarah Connors (Reino Unido), Renée van Diemen (Países Bajos), Opha Pauline Dube (Botswana), Kristie L. Ebi (Estados Unidos de América), Francois Engelbrecht (Sudáfrica), Marion Ferrat (Reino Unido/Francia), James Ford (Reino Unido/Canadá), Piers Forster (Reino Unido), Sabine Fuss (Alemania), Tania Guillén Bolaños (Alemania/Nicaragua), Jordan Harold (Reino Unido), Ove Hoegh-Guldberg (Australia), Jean-Charles Hourcade (Francia), Daniel Huppmann (Austria), Daniela Jacob (Alemania), Kejun Jiang (China), Tom Gabriel Johansen (Noruega), Mikiko Kainuma (Japón), Kiane de Kleijne (Países Bajos/Unión Europea), Elmar Kriegler (Alemania), Debora Ley (Guatemala/México), Diana Liverman (Estados Unidos de América), Natalie Mahowald (Estados Unidos de América), Valérie Masson-Delmotte (Francia), J. B. Robin Matthews (Reino Unido), Richard Millar (Reino Unido), Katja Mintenbeck (Alemania), Angela Morelli (Noruega/Italia), Wilfran Moufouma-Okia (Francia/Congo), Luis Mundaca (Suecia/Chile), Maike Nicolai (Alemania), Chukwumerije Okereke (Reino Unido/Nigeria), Minal Pathak (India), Antony Payne (Reino Unido), Roz Pidcock (Reino Unido), Anna Pirani (Italia), Elvira Poloczanska (Reino Unido/Australia), Hans-Otto Pörtner (Alemania), Aromar Revi (India), Keywan Riahi (Austria), Debra C. Roberts (Sudáfrica), Joeri Rogelj (Austria/Bélgica), Joyashree Roy (India), Sonia I. Seneviratne (Suiza), Priyadarshi R. Shukla (India), James Skea (Reino Unido), Raphael Slade (Reino Unido), Drew Shindell (Estados Unidos de América), Chandni Singh (India), William Solecki (Estados Unidos de América), Linda Steg (Países Bajos), Michael Taylor (Jamaica), Petra Tschakert (Australia/Austria), Henri Waisman (Francia), Rachel Warren (Reino Unido), Panmao Zhai (China), Kirsten Zickfeld (Canadá)

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

IPCC, 2018: Resumen para responsables de políticas. En: *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza* [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)].

## Agradecimientos

Estamos muy agradecidos por la competencia técnica, el rigor y la dedicación demostrados a lo largo de todo el proceso por los autores principales coordinadores y los autores principales, que trabajaron de manera voluntaria en las diversas disciplinas científicas que se abordan en cada capítulo del informe, y que también contaron con la importante colaboración de los numerosos autores contribuyentes. Los editores de revisiones han contribuido de manera decisiva a ayudar a los equipos de autores y a garantizar la integridad del proceso de revisión. Expresamos nuestro sincero agradecimiento a todos los expertos y a los revisores de los gobiernos. Queremos dar las gracias especialmente a los científicos de capítulo de este informe, que colmaron sobradamente las expectativas depositadas en ellos: Neville Ellis, Tania Guillén Bolaños, Daniel Huppmann, Kiane de Kleijne, Richard Millar y Chandni Singh.

También queremos dar las gracias a los tres Vicepresidentes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): Ko Barrett, Thelma Krug y Youba Sokona; así como a los miembros de las Mesas de los tres Grupos de Trabajo, por su asistencia, orientación y criterio durante la preparación del informe: Amjad Abdulla, Edvin Aldrian, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi, Fatima Driouech, Andreas Fischlin, Gregory Flato, Jan Fuglestedt, Mark Howden, Nagmeldin G. E. Mahmoud, Carlos Mendez, Joy Jacqueline Pereira, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger, Roberto Sánchez Rodríguez, Sergey Semenov, Muhammad I. Tariq, Diana Üрге-Vorsatz, Carolina Vera, Pius Yanda, Noureddine Yassaa y Taha Zatari.

Queremos hacer constar nuestro más sincero agradecimiento a los anfitriones y organizadores de la reunión para definir la estructura del informe, de las cuatro reuniones de los autores principales del Informe especial sobre el calentamiento global de 1,5 °C y de la 48ª reunión del IPCC. Agradecemos el apoyo de los países y de las instituciones que actuaron como anfitriones: la Organización Meteorológica Mundial (Suiza); el Ministerio de Relaciones Exteriores y el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) (Brasil); la Oficina Meteorológica del Reino Unido y la Universidad de Exeter (Reino Unido); el Instituto Meteorológico e Hidrológico de Suecia (SMHI) (Suecia); el Ministerio de Medio Ambiente, Conservación de Recursos Naturales y Turismo, el Comité Nacional sobre el Cambio Climático del Departamento de Servicios Meteorológicos y el Comité del Cambio Ambiental Mundial de Botswana de la Universidad de Botswana (Botswana), y la Administración Meteorológica de Corea (KMA) y la Ciudad Metropolitana de Incheon (República de Corea). Damos las gracias a los gobiernos e instituciones que prestaron su apoyo y aportaron contribuciones al Fondo Fiduciario del IPCC, que posibilitaron que los equipos de autores participaran en la preparación del informe. El funcionamiento eficaz de la Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo I fue posible gracias al generoso apoyo financiero del Gobierno de Francia y al apoyo administrativo e informático de la Universidad París-Saclay (Francia), el Instituto Pierre Simon Laplace (IPSL) y el Laboratorio de Ciencias del Clima y del Medio Ambiente (LSCE). Expresamos nuestro agradecimiento a la Agencia Noruega del Medio Ambiente por su apoyo en la preparación de los gráficos para el resumen para responsables de políticas. Damos las gracias a la Biblioteca del PNUMA que prestó apoyo a los autores a lo largo de todo el proceso de redacción proporcionando estudios para la evaluación.

También queremos manifestar nuestro agradecimiento a Abdalah Mokssit, Secretario del IPCC, y al personal de la Secretaría del IPCC: Kerstin Stendahl, Jonathan Lynn, Sophie Schlingemann, Judith Ewa, Mxolisi Shongwe, Jesbin Baidya, Werani Zabula, Nina Peeva, Joelle Fernandez, Annie Courtin, Laura Biagioni y Oksana Ekzarho. Damos las gracias a Elhousseine Gouaini por haber actuado como oficial de conferencia en la 48ª reunión del IPCC.

Por último, queremos expresar nuestro especial agradecimiento a las Unidades de Apoyo Técnico de los Grupos de Trabajo, cuya incansable dedicación, profesionalidad y entusiasmo guiaron la elaboración de este informe especial. Este informe no se podría haber preparado sin el compromiso de los miembros de la Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo I, todos ellos recién llegados al IPCC, que se enfrentaron al reto sin precedentes del Sexto Informe de Evaluación del IPCC y tuvieron un papel destacado en todos los aspectos de la preparación del informe: Yang Chen, Sarah Connors, Melissa Gomis, Elisabeth Lonnoy, Robin Matthews, Wilfran Moufouma-Okia, Clotilde Péan, Roz Pidcock, Anna Pirani, Nicholas Reay, Tim Waterfield y Xiao Zhou. Queremos manifestar nuestro más cordial agradecimiento a Marlies Craig, Andrew Okem, Jan Petzold, Melinda Tignor y Nora Weyer, de la Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II, y a Bhushan Kankal, Suvadip Neogi y Joana Portugal Pereira, de la Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo III, por su ayuda y colaboración. Damos las gracias especialmente a Kenny Coventry, Harmen Gudde, Irene Lorenzoni y Stuart Jenkins por su ayuda para elaborar las figuras del resumen para responsables de políticas, así como a Nigel Hawtin por su ayuda con el diseño gráfico del informe. Además, queremos agradecer las siguientes contribuciones: Jatinder Padda (edición), Melissa Dawes (edición), Marilyn Anderson (indexación), Vincent Grégoire (composición) y Sarah le Rouzic (pasante).

El sitio web del informe especial ha sido creado por Habitat 7, bajo la dirección de Jamie Herring; y Nicholas Reay y Tim Waterfield han preparado y gestionado el contenido del informe para dicho sitio. Agradecemos mucho el apoyo de la Fundación pro Naciones Unidas para el desarrollo del sitio web.

## Introducción

El presente informe responde a la invitación formulada al IPCC para que preparara, "... en 2018, un informe especial sobre los efectos que produciría un calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero", que figura en la decisión del 21<sup>er</sup> período de sesiones de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para aprobar el Acuerdo de París.<sup>1</sup>

El IPCC aceptó la invitación en abril de 2016 y decidió preparar un informe especial sobre los impactos que produciría un calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones globales de gases de efecto invernadero, en el contexto del fortalecimiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos para erradicar la pobreza.

En el presente *Resumen para responsables de políticas* (RRP) se presentan las principales conclusiones del informe especial, de acuerdo con la evaluación de la literatura científica, técnica y socioeconómica disponible<sup>2</sup> que guarda relación con el calentamiento global de 1,5 °C y con miras a comparar el calentamiento global de 1,5 °C y de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales. El nivel de confianza asociado a cada una de las conclusiones principales se expresa mediante el lenguaje calibrado del IPCC.<sup>3</sup> La base científica en que se sustentan las conclusiones principales puede consultarse en las partes de los capítulos que aparecen citadas. En el RRP, las lagunas en los conocimientos están relacionadas con los capítulos correspondientes del informe.

## A. Entendiendo el calentamiento global de 1,5 °C<sup>4</sup>

**A.1 Se estima que las actividades humanas han causado un calentamiento global de aproximadamente 1,0 °C<sup>5</sup> con respecto a los niveles preindustriales, con un rango probable de 0,8 °C a 1,2 °C. Es probable que el calentamiento global llegue a 1,5 °C entre 2030 y 2052 si continúa aumentando al ritmo actual (nivel de confianza alto). (Figura RRP.1) {1.2}**

A.1.1 En concordancia con la tendencia prolongada de calentamiento que existe desde la época preindustrial, la temperatura media global en superficie observada en el decenio 2006-2015 fue 0,87 °C más alta (rango probable entre 0,75 °C y 0,99 °C)<sup>6</sup> que el promedio del período 1850-1900 (nivel de confianza muy alto). El calentamiento global antropógeno estimado coincide con el nivel de calentamiento observado en  $\pm 20$  % (rango probable). El calentamiento global antropógeno estimado aumenta actualmente a 0,2 °C (rango probable entre 0,1 °C y 0,3 °C) por decenio como consecuencia de las emisiones anteriores y actuales (nivel de confianza alto). {1.2.1, cuadro 1.1, 1.2.4}

A.1.2 En muchas regiones y estaciones del año se está experimentando un calentamiento superior al promedio mundial anual y, particularmente en el Ártico, el calentamiento llega a entre el doble y el triple. Por lo general, el calentamiento es mayor en la tierra que en el océano (nivel de confianza alto). {1.2.1, 1.2.2, figura 1.1, figura 1.3, 3.3.1, 3.3.2}

<sup>1</sup> Decisión 1/CP.21, párrafo 21.

<sup>2</sup> La evaluación comprende los trabajos aceptados para su publicación hasta el 15 de mayo de 2018.

<sup>3</sup> Cada conclusión se basa en una evaluación de la evidencia subyacente y el acuerdo. El nivel de confianza se expresa mediante cinco calificativos: muy bajo, bajo, medio, alto o muy alto, y figura en letra cursiva (p. ej., *nivel de confianza medio*). Se han utilizado los siguientes términos para indicar la probabilidad de un resultado: prácticamente seguro, 99 % a 100 % de probabilidad; muy probable, 90 % a 100 %; probable, 66 % a 100 %; tan probable como improbable, 33 % a 66 %; improbable, 0 % a 33 %; muy improbable, 0 % a 10 %; y extraordinariamente improbable, 0 % a 1 %. Se utilizan otras expresiones cuando resulta apropiado (sumamente probable, 95 % a 100 %; más bien probable, 50 % a 100 %; más improbable que probable, 0 % a 50 %; y sumamente improbable, 0 % a 5 %). La probabilidad evaluada figura en letra cursiva (p. ej., *muy probable*), por coherencia con el Quinto Informe de Evaluación (IE5).

<sup>4</sup> Recuadro RRP.1: Conceptos básicos fundamentales para este informe especial.

<sup>5</sup> El nivel actual de calentamiento global se define como el calentamiento promedio de un período de 30 años en el que se toma como referencia el año 2017, en el supuesto de que continúe el ritmo actual de calentamiento.

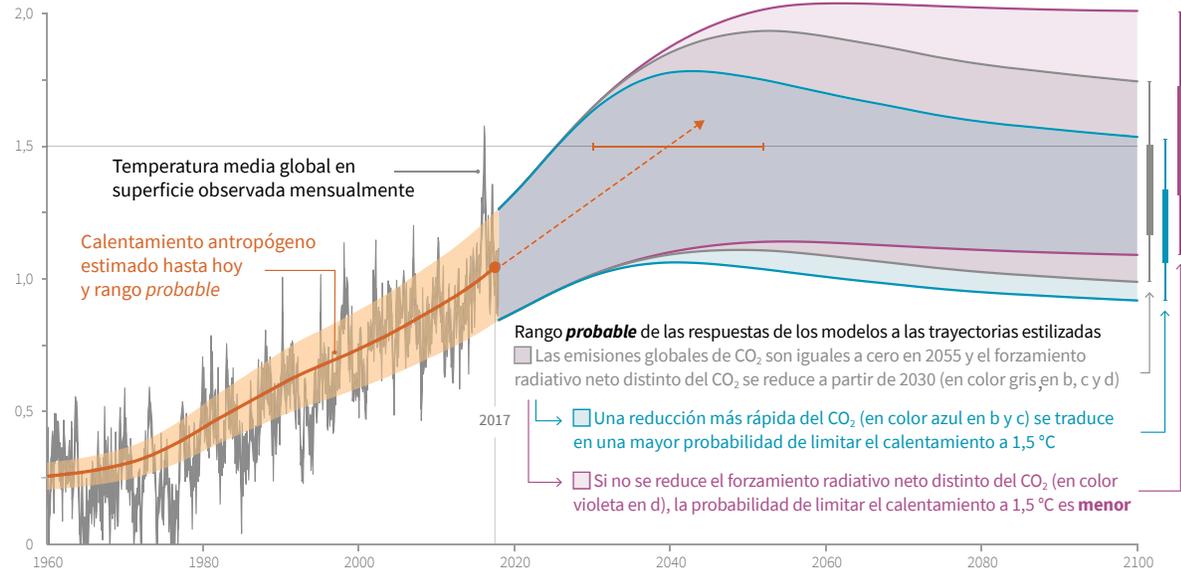
<sup>6</sup> Este rango abarca las cuatro estimaciones revisadas por homólogos disponibles del cambio en la temperatura media global en superficie observada y representa también la incertidumbre adicional atribuible a la posible variabilidad natural a corto plazo. {1.2.1, cuadro 1.1}

- A.1.3 Se han detectado tendencias en relación con la intensidad y la frecuencia de varios fenómenos climáticos y meteorológicos extremos en lapsos durante los que se produjo un calentamiento global de aproximadamente 0,5 °C (*nivel de confianza medio*). Esta evaluación se basa en varias líneas de evidencia, entre ellas estudios de atribución de los cambios en los fenómenos extremos desde 1950. {3.3.1, 3.3.2, 3.3.3}
- A.2 El calentamiento causado por las emisiones antropógenas desde el período preindustrial hasta la actualidad durará de siglos a milenios y seguirá causando nuevos cambios a largo plazo en el sistema climático, como un aumento del nivel del mar, acompañados de impactos asociados (*nivel de confianza alto*); no obstante, es improbable que esas emisiones por sí solas causen un calentamiento global de 1,5 °C (*nivel de confianza medio*). (Figura RRP.1) {1.2, 3.3, figura 1.5}**
- A.2.1 Es improbable que las emisiones antropógenas (incluidos los gases de efecto invernadero, los aerosoles y sus precursores) realizadas hasta la fecha causen un calentamiento superior a 0,5 °C durante los próximos dos o tres decenios (*nivel de confianza alto*) o en una escala temporal de un siglo (*nivel de confianza medio*). {1.2.4, figura 1.5}
- A.2.2 El calentamiento global antropógeno en escalas de tiempo multidecenales se detendría si se alcanzaran y mantuvieran emisiones antropógenas globales netas de CO<sub>2</sub> iguales a cero y se redujera el forzamiento radiativo neto distinto del CO<sub>2</sub> (*nivel de confianza alto*). Por consiguiente, la temperatura máxima que se alcanzará está determinada por las emisiones antropógenas globales netas de CO<sub>2</sub> acumuladas hasta el momento en que las emisiones netas de CO<sub>2</sub> sean iguales a cero (*nivel de confianza alto*) y por el nivel de forzamiento radiativo distinto del CO<sub>2</sub> en los decenios inmediatamente anteriores al momento en que se alcancen esas temperaturas máximas (*nivel de confianza medio*). En escalas temporales más largas, para evitar un mayor calentamiento debido a la retroalimentación del sistema Tierra y la acidificación inversa de los océanos, podría hacer falta mantener emisiones antropógenas globales netas negativas de CO<sub>2</sub> o reducir aún más el forzamiento radiativo distinto del CO<sub>2</sub> (*nivel de confianza medio*); ambas condiciones serán necesarias para minimizar el aumento del nivel del mar (*nivel de confianza alto*). {Recuadro general 2 del capítulo 1, 1.2.3, 1.2.4, figura 1.4, 2.2.1, 2.2.2, 3.4.4.8, 3.4.5.1, 3.6.3.2}
- A.3 Los riesgos relacionados con el clima para los sistemas naturales y humanos son mayores con un calentamiento global de 1,5 °C que los que existen actualmente, pero menores que con un calentamiento global de 2 °C (*nivel de confianza alto*). Esos riesgos dependen de la magnitud y el ritmo del calentamiento, la ubicación geográfica y los niveles de desarrollo y vulnerabilidad, así como de las opciones de adaptación y mitigación que se elijan y de su implementación (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.2) {1.3, 3.3, 3.4, 5.6}**
- A.3.1 Ya se han observado impactos en los sistemas naturales y humanos como consecuencia del calentamiento global (*nivel de confianza alto*). Muchos ecosistemas terrestres y oceánicos y algunos de los servicios que proveen ya han cambiado debido al calentamiento global (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.2) {1.4, 3.4, 3.5}
- A.3.2 Los riesgos futuros relacionados con el clima dependen del ritmo, el pico y la duración del calentamiento. En conjunto, estos son mayores si el calentamiento global supera los 1,5 °C antes de volver a ese nivel para 2100 que si el calentamiento global se estabiliza gradualmente en 1,5 °C, especialmente si la temperatura máxima es alta (p. ej., alrededor de 2 °C) (*nivel de confianza alto*). Algunos impactos pueden ser duraderos o irreversibles, como la pérdida de algunos ecosistemas (*nivel de confianza alto*). {3.2, 3.4.4, 3.6.3, recuadro general 8 del capítulo 3}
- A.3.3 Ya están en marcha medidas de adaptación y mitigación (*nivel de confianza alto*). Los riesgos futuros relacionados con el clima disminuirían aumentando la escala de la mitigación del cambio climático intersectorial, acelerando su implementación a gran alcance y en múltiples niveles y realizando una adaptación gradual y transformativa (*nivel de confianza alto*). {1.2, 1.3, cuadro 3.5, 4.2.2, recuadro general 9 del capítulo 4, recuadro 4.2, recuadro 4.3, recuadro 4.6, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3}

## Las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> y el futuro forzamiento radiativo distinto del CO<sub>2</sub> determinan la probabilidad de limitar el calentamiento a 1,5 °C

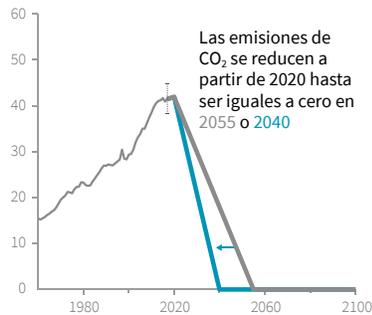
### a) Cambio en la temperatura global observada y respuestas de los modelos a las trayectorias estilizadas de las emisiones antropógenas y del forzamiento

Calentamiento global con respecto a 1850-1900 (°C)



### b) Trayectorias estilizadas de las emisiones globales netas de CO<sub>2</sub>

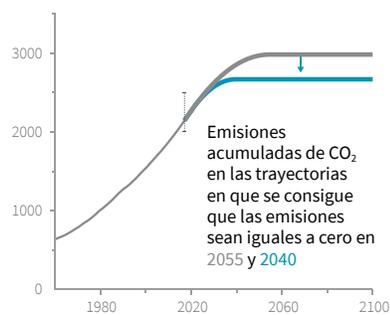
Miles de millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año (GtCO<sub>2</sub>/año)



Una reducción más rápida e inmediata de las emisiones de CO<sub>2</sub> limita las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> que aparecen en el gráfico c).

### c) Emisiones netas acumuladas de CO<sub>2</sub>

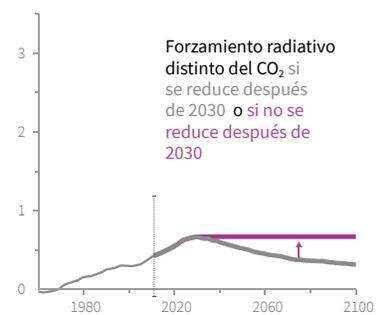
Miles de millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año (GtCO<sub>2</sub>/año)



El aumento de la temperatura máxima se determina a partir de las emisiones netas acumuladas de CO<sub>2</sub> y del forzamiento radiativo distinto del CO<sub>2</sub> ocasionado por el metano, el óxido nítrico, los aerosoles y otros agentes de forzamiento antropógeno.

### d) Trayectorias del forzamiento radiativo distinto del CO<sub>2</sub>

Vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>)



**Figura RRP.1 | Gráfico a):** Cambio en la temperatura media global en superficie observada mensualmente (línea de color gris hasta 2017, calculado a partir de los conjuntos de datos HadCRUT4, GISTEMP, Cowtan-Way y NOAA) y calentamiento global antropógeno estimado (línea continua de color naranja hasta 2017; el sombreado naranja indica el rango probable evaluado). La flecha punteada de color naranja y la barra horizontal de error de color naranja indican respectivamente la estimación central y el rango probable del periodo en el que se alcanzaría un calentamiento global de 1,5 °C si se mantiene el ritmo actual de calentamiento. La estela gris de la derecha en el gráfico a) indica el rango probable de las respuestas de calentamiento, calculadas mediante un modelo climático simple, para una trayectoria estilizada (futuro hipotético) en que las emisiones netas de CO<sub>2</sub> (línea gris en los gráficos b) y c)) disminuyen en línea recta desde 2020 hasta ser iguales a cero en 2055 y el forzamiento radiativo neto distinto del CO<sub>2</sub> (línea gris en el gráfico d)) aumenta hasta 2030 y luego disminuye. La estela azul del gráfico a) indica la respuesta a una rápida reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> (línea azul en el gráfico b)) que permite conseguir que las emisiones netas sean iguales a cero en 2040, de manera que se reduzcan las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> (gráfico c)). La estela violeta indica la respuesta en caso de que las emisiones netas de CO<sub>2</sub> se reduzcan hasta cero en 2055 y el forzamiento radiativo neto distinto del CO<sub>2</sub> se mantenga constante después de 2030. Las barras verticales de error de la derecha en el gráfico a) indican los rangos probables (líneas finas) y los terciles medios (percentiles 33 a 66, líneas gruesas) de la distribución estimada del calentamiento en 2100 de acuerdo con las tres trayectorias estilizadas. Las barras verticales de error punteadas de los gráficos b), c) y d) indican el rango probable de las emisiones globales netas de CO<sub>2</sub> acumuladas y anuales históricas en 2017 (datos del Proyecto Carbono Global) y del forzamiento radiativo neto distinto del CO<sub>2</sub> en 2011 según el Quinto Informe de Evaluación (IE5), respectivamente. Los ejes verticales de los gráficos c) y d) están ajustados a escala para representar aproximadamente los mismos efectos en la temperatura media global en superficie. {1.2.1, 1.2.3, 1.2.4, 2.3, figura 1.2 y material complementario del capítulo 1, recuadro general 2 del capítulo 1}

## B. Cambio climático previsto, impactos potenciales y riesgos asociados

**B.1 Los modelos climáticos prevén diferencias robustas<sup>7</sup> en las características regionales del clima entre el momento actual y un calentamiento global de 1,5 °C, y entre un calentamiento global de 1,5 °C y de 2 °C.<sup>8</sup> Esas diferencias comprenden un aumento de la temperatura media en la mayoría de las regiones terrestres y oceánicas (*nivel de confianza alto*), de los episodios de calor extremo en la mayoría de las regiones habitadas (*nivel de confianza alto*), de las precipitaciones intensas en varias regiones (*nivel de confianza medio*) y de la probabilidad de sequía y de déficits de precipitación en algunas regiones (*nivel de confianza medio*). {3.3}**

**B.1.1** La evidencia de los cambios atribuidos a un calentamiento global de alrededor de 0,5 °C en relación con diversos fenómenos climáticos y meteorológicos extremos sustenta la evaluación de que 0,5 °C más de calentamiento con respecto al nivel actual traerá consigo nuevos cambios detectables en esos fenómenos extremos (*nivel de confianza medio*). Se estima que se producirán varios cambios regionales en el clima como consecuencia de un calentamiento global de hasta 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, entre ellos el incremento de las temperaturas extremas en muchas regiones (*nivel de confianza alto*), el aumento de la frecuencia, la intensidad o la cantidad de las precipitaciones intensas en varias regiones (*nivel de confianza alto*) y un aumento de la intensidad o la frecuencia de las sequías en algunas regiones (*nivel de confianza medio*). {3.2, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, cuadro 3.2}

**B.1.2** Se prevé que las temperaturas extremas en tierra aumenten más que la temperatura media global en superficie (*nivel de confianza alto*): el aumento de las temperaturas de los días de calor extremo, en las latitudes medias se prevé en hasta aproximadamente 3 °C con un calentamiento global de 1,5 °C y hasta aproximadamente 4 °C con un calentamiento global de 2 °C; y el aumento de las temperaturas de las noches extremadamente frías, en las latitudes altas, se se prevé en hasta aproximadamente en 4,5 °C con un calentamiento global de 1,5 °C y hasta aproximadamente 6 °C con un calentamiento global de 2 °C (*nivel de confianza alto*). Se calcula que el número de días cálidos aumentará en la mayoría de las regiones terrestres y que los mayores incrementos tendrán lugar en los trópicos (*nivel de confianza alto*). {3.3.1, 3.3.2, recuadro general 8 del capítulo 3}

**B.1.3** En algunas regiones se prevé que los riesgos debidos a las sequías y los déficits de precipitación sean mayores con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C (*nivel de confianza medio*). Se calcula que los riesgos de episodios de precipitaciones intensas serán mayores con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C en varias regiones de latitudes altas o a gran altitud en el hemisferio norte, en el este de Asia y en el este de América del Norte (*nivel de confianza medio*). Se prevé que las precipitaciones intensas propias de los ciclones tropicales sean mayores con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C (*nivel de confianza medio*). Hay un nivel de confianza bajo general en cuanto a los cambios previstos en las precipitaciones intensas con un calentamiento global de 2 °C en contraste con uno de 1,5 °C en otras regiones. Se calcula que el total de las precipitaciones intensas a escala mundial será mayor con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C (*nivel de confianza medio*). Como consecuencia de las precipitaciones intensas, se prevé que la fracción de la superficie terrestre mundial afectada por peligro de inundaciones sea mayor con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C (*nivel de confianza medio*). {3.3.1, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6}

**B.2 Para 2100, se prevé que el aumento del nivel medio global del mar sea aproximadamente 0,1 m inferior con un calentamiento global de 1,5 °C que con uno de 2 °C (*nivel de confianza medio*). El nivel del mar seguirá aumentando después de 2100 (*nivel de confianza alto*) y la magnitud y el ritmo de ese aumento dependerán de las trayectorias que sigan las emisiones en el futuro. Las oportunidades de adaptación en los sistemas humanos y ecológicos de las islas pequeñas, las costas bajas y los deltas serán mayores si el nivel del mar aumenta a menor velocidad (*nivel de confianza medio*). {3.3, 3.4, 3.6}**

**B.2.1** Las previsiones de los modelos del aumento del nivel medio global del mar (con respecto a 1986-2005) sugieren un rango indicativo de 0,26 a 0,77 m para 2100 si el calentamiento global es de 1,5 °C, 0,1 m (0,04-0,16 m) menos que si el calentamiento global es de 2 °C (*nivel de confianza medio*). Una reducción de 0,1 m en el aumento del nivel global del mar implica que hasta 10 millones de personas menos estarán expuestas a los riesgos conexos; este cálculo está basado en las cifras de población de 2010 y en el supuesto de que no se implementen medidas de adaptación (*nivel de confianza medio*). {3.4.4, 3.4.5, 4.3.2}

**B.2.2** El nivel del mar seguirá aumentando después de 2100 aunque el calentamiento global se limite a 1,5 °C en el siglo XXI (*nivel de confianza alto*). La inestabilidad de la capa de hielo marino de la Antártida o la pérdida irreversible de la capa de hielo de Groenlandia

<sup>7</sup> El término "robusto" se utiliza en el sentido de que al menos en dos tercios de los modelos climáticos se observan los mismos indicios de cambios en la escala reticular, y que las diferencias en regiones extensas son significativas desde el punto de vista estadístico.

<sup>8</sup> Los cambios previstos en los impactos según los diferentes niveles de calentamiento global se determinan con respecto a los cambios en la temperatura global del aire en superficie.

podrían tener como consecuencia que el nivel del mar aumente varios metros durante siglos o milenios. Esas inestabilidades se podrían desencadenar con un calentamiento global de alrededor de 1,5 °C a 2 °C (*nivel de confianza medio*). (Figura RRP.2) {3.3.9, 3.4.5, 3.5.2, 3.6.3, recuadro 3.3}

**B.2.3** El incremento del calentamiento amplifica la exposición de las islas pequeñas, las zonas costeras bajas y los deltas a los riesgos asociados al aumento del nivel del mar para muchos sistemas humanos y ecológicos, como las intrusiones de agua salada, las inundaciones y los daños en la infraestructura (*nivel de confianza alto*). Los riesgos asociados al aumento del nivel del mar son mayores con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C. Un aumento más lento del nivel del mar como resultado de un calentamiento global de 1,5 °C reduce los riesgos, haciendo factibles mayores oportunidades de adaptación, como la gestión y la restauración de ecosistemas costeros naturales y el fortalecimiento de la infraestructura (*nivel de confianza medio*). (Figura RRP.2) {3.4.5, recuadro 3.5}

**B.3 En la superficie terrestre, se prevé que los impactos en la biodiversidad y en los ecosistemas, entre ellos la pérdida y la extinción de especies, sean menores con un calentamiento global de 1,5 °C que con uno de 2 °C. Si el calentamiento global se limita a 1,5 °C en lugar de 2 °C, se calcula que los impactos en los ecosistemas terrestres, costeros y de agua dulce serán menores y que se conservarán más servicios ecosistémicos para los seres humanos (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.2) {3.4, 3.5, recuadros 3.4 y 4.2, recuadro general 8 del capítulo 3}**

**B.3.1** De las 105 000 especies estudiadas,<sup>9</sup> se prevé que el 6 % de los insectos, el 8 % de las plantas y el 4 % de los vertebrados pierdan más de la mitad de su alcance geográfico determinado climáticamente si el calentamiento global es de 1,5 °C, en contraste con un 18 % de los insectos, un 16 % de las plantas y un 8 % de los vertebrados si el calentamiento global es de 2 °C (*nivel de confianza medio*). Los impactos asociados a otros riesgos relacionados con la biodiversidad, como los incendios forestales y la propagación de especies invasoras, son menores con un calentamiento global de 1,5 °C que con uno de 2 °C (*nivel de confianza alto*). {3.4.3, 3.5.2}

**B.3.2** Se prevé que aproximadamente un 4 % (rango intercuartílico del 2 % al 7 %) de la superficie terrestre mundial experimente una transformación de sus ecosistemas de un tipo a otro con un calentamiento global de 1 °C, en contraste con el 13 % (rango intercuartílico del 8 % al 20 %) si el calentamiento global es de 2 °C (*nivel de confianza medio*). Este dato indica que se reduciría en cerca de un 50 % la superficie en riesgo con un calentamiento global de 1,5 °C con respecto a uno de 2 °C (*nivel de confianza medio*). {3.4.3.1, 3.4.3.5}

**B.3.3** Los bosques boreales y la tundra en latitudes altas se encuentran especialmente en riesgo de sufrir degradación y pérdidas por el cambio climático; en la tundra ya se puede observar la aparición de arbustos leñosos (*nivel de confianza alto*), que seguirán proliferando a medida que aumente el calentamiento. Se prevé que limitar el calentamiento global a 1,5 °C en lugar de 2 °C evitará el deshielo durante siglos de una superficie de permafrost de 1,5 a 2,5 millones de km<sup>2</sup> (*nivel de confianza medio*). {3.3.2, 3.4.3, 3.5.5}

**B.4 Se prevé que si el calentamiento global se limita a 1,5 °C en lugar de 2 °C se reducirán los incrementos de la temperatura en los océanos, el aumento vinculado de su acidez y el descenso en su nivel de oxígeno (*nivel de confianza alto*). Por consiguiente, si el calentamiento global se limita a 1,5 °C, se prevé que los riesgos sean menores para la biodiversidad, la pesca y los ecosistemas marinos, así como las funciones y servicios que estos prestan a los seres humanos, como lo ilustran los cambios recientes en los ecosistemas de hielo marino del Ártico y de los arrecifes de coral de aguas cálidas (*nivel de confianza alto*). {3.3, 3.4, 3.5, recuadro 3.4, recuadro 3.5}**

**B.4.1** Hay un *nivel de confianza alto* en que la probabilidad de un océano Ártico sin hielo marino durante el verano sea considerablemente menor con un calentamiento global de 1,5 °C que con uno de 2 °C. Si el calentamiento global es de 1,5 °C, se prevé que haya un verano sin hielo marino en el Ártico cada siglo; la probabilidad aumenta a un verano cada decenio si el calentamiento global es de 2 °C. En escalas de tiempo decenales, los efectos de un sobrepaso de la temperatura son reversibles en la capa de hielo del Ártico (*nivel de confianza alto*). {3.3.8, 3.4.4.7}

**B.4.2** Se prevé que el calentamiento global de 1,5 °C cambie la distribución de muchas especies marinas (a latitudes más altas) y aumente los daños en muchos ecosistemas. También se prevé que cause la pérdida de recursos costeros y reduzca la productividad de la pesca y acuicultura (sobre todo en latitudes bajas). Se calcula que los riesgos de los impactos inducidos por el clima serán mayores con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). Por ejemplo, se prevé que los arrecifes de coral se reduzcan de un 70 % a un 90 % adicional con un calentamiento global de 1,5 °C (*nivel de confianza alto*); las pérdidas serán mayores

<sup>9</sup> Por coherencia con estudios anteriores, se han utilizado cifras ilustrativas de un metaestudio reciente.

- (>99 %) con un calentamiento global de 2 °C (*nivel de confianza muy alto*). El riesgo de la pérdida irreversible de muchos ecosistemas marinos y costeros aumenta con el calentamiento global, especialmente si alcanza o supera los 2 °C (*nivel de confianza alto*). {3.4.4, recuadro 3.4}
- B.4.3 Se prevé que el nivel de acidificación de los océanos como consecuencia del aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> asociadas a un calentamiento global de 1,5 °C amplifique los efectos adversos del calentamiento, y que la amplificación sea aún mayor si el calentamiento global alcanza los 2 °C, lo que repercutiría en el crecimiento, el desarrollo, la calcificación, la supervivencia y, por ende, en la abundancia de una amplia gama de especies, por ejemplo, desde algas a peces (*nivel de confianza alto*). {3.3.10, 3.4.4}
- B.4.4 Los impactos del cambio climático en el océano incrementan los riesgos para la pesca y la acuicultura a raíz de los impactos en la fisiología, la supervivencia, el hábitat, la reproducción y la incidencia de enfermedades y del riesgo de aparición de especies invasoras (*nivel de confianza medio*), pero se prevé que haya menos impactos con un calentamiento global de 1,5 °C que con uno de 2 °C. Por ejemplo, en un modelo de pesca mundial se calculaba que las capturas mundiales anuales de pesca marina se reducirían en torno a 1,5 millones de toneladas con un calentamiento global de 1,5 °C, frente a una pérdida de más de 3 millones de toneladas con uno de 2 °C (*nivel de confianza medio*). {3.4.4, recuadro 3.4}
- B.5 Se prevé que los riesgos relacionados con el clima para la salud, los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria, el suministro de agua, la seguridad humana y el crecimiento económico aumenten con un calentamiento global de 1,5 °C, y que esos riesgos sean aún mayores con un calentamiento global de 2 °C. (Figura RRP2) {3.4, 3.5, recuadro 3.2, recuadro 3.3, recuadro 3.5, recuadro 3.6, recuadro general 6 del capítulo 3, recuadro general 9 del capítulo 4, recuadro general 12 del capítulo 5, 5.2}**
- B.5.1 Entre las poblaciones con un riesgo desproporcionadamente alto de sufrir consecuencias adversas por un calentamiento global de 1,5 °C o mayor se encuentran las poblaciones desfavorecidas y vulnerables, algunos pueblos indígenas y las comunidades locales que dependen de medios de subsistencia agrícolas o propios de las zonas costeras (*nivel de confianza alto*). Entre las regiones que se encuentran en una situación de riesgo desproporcionadamente alto están los ecosistemas del Ártico, las regiones áridas, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados (*nivel de confianza alto*). Se prevé que la pobreza y las desventajas crezcan en algunas poblaciones a medida que aumente el calentamiento global; si el calentamiento global se limita a 1,5 °C en lugar de 2 °C, se podría reducir hasta en varios cientos de millones el número de personas expuestas a los riesgos relacionados con el clima y susceptibles de caer en la pobreza de aquí a 2050 (*nivel de confianza medio*). {3.4.10, 3.4.11, recuadro 3.5, recuadro general 6 del capítulo 3, recuadro general 9 del capítulo 4, recuadro general 12 del capítulo 5, 4.2.2.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.6.3}
- B.5.2 Se prevé que cualquier aumento del calentamiento global repercuta en la salud humana, fundamentalmente de manera negativa (*nivel de confianza alto*). Se calcula que los riesgos serán menores con 1,5 °C que con 2 °C en lo que respecta a la morbilidad y mortalidad relacionadas con el calor (*nivel de confianza muy alto*) y a la mortalidad relacionada con el ozono, si las emisiones que originan la formación de ozono se mantienen a niveles altos (*nivel de confianza alto*). Las islas urbanas de calor suelen amplificar los impactos de las olas de calor en las ciudades (*nivel de confianza alto*). Se calcula que con un calentamiento global de 1,5 °C a 2 °C aumentarán los riesgos de algunas enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria y el dengue, lo que implica cambios potenciales en cuanto a su alcance geográfico (*nivel de confianza alto*). {3.4.7, 3.4.8, 3.5.5.8}
- B.5.3 Si el calentamiento se limita a 1,5 °C en lugar de 2 °C, se calcula que serán menores las reducciones netas del rendimiento del maíz, el arroz y el trigo, y posiblemente de otros cereales, especialmente en África subsahariana, el sureste de Asia, y América Central y del Sur, y de la calidad alimenticia del arroz y el trigo, que depende del CO<sub>2</sub> (*nivel de confianza alto*). La disminución de la disponibilidad de alimentos prevista será más notoria con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C en el Sahel, el sur de África, el Mediterráneo, Europa central y el Amazonas (*nivel de confianza medio*). Se prevé que el ganado se vea afectado negativamente por el aumento de las temperaturas, según sea la magnitud de los cambios en la calidad de los piensos, la propagación de enfermedades y la disponibilidad de recursos hídricos (*nivel de confianza alto*). {3.4.6, 3.5.4, 3.5.5, recuadro 3.1, recuadro general 6 del capítulo 3, recuadro general 9 del capítulo 4}.
- B.5.4 En función de las futuras condiciones socioeconómicas, si el calentamiento global se limita a 1,5 °C en lugar de 2 °C se podría reducir hasta en un 50 % la proporción de la población mundial que estaría expuesta a un aumento del estrés hídrico causado por el cambio climático, si bien la variabilidad interregional es considerable (*nivel de confianza medio*). Muchos pequeños Estados insulares en desarrollo experimentarían un estrés hídrico menor como resultado de los cambios previstos en la aridez si el calentamiento global se limita a 1,5 °C en lugar de 2 °C (*nivel de confianza medio*). {3.3.5, 3.4.2, 3.4.8, 3.5.5, recuadro 3.2, recuadro 3.5, recuadro general 9 del capítulo 4}

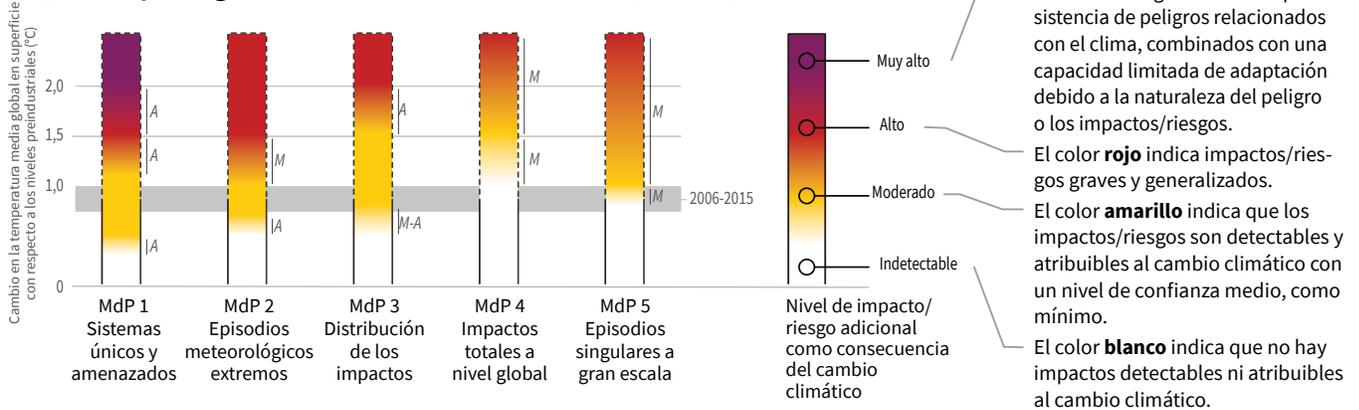
- B.5.5 Se calcula que los riesgos para el crecimiento económico mundial en su conjunto, como consecuencia de los impactos del cambio climático, serán menores con un calentamiento global de 1,5 °C que con uno de 2 °C de aquí al final del presente siglo<sup>10</sup> (*nivel de confianza medio*). Lo anterior excluye los costos de la mitigación, las inversiones en adaptación y los beneficios de la adaptación. Se prevé que los países situados en los trópicos y en los subtrópicos del hemisferio sur sufran los mayores impactos en el crecimiento económico como consecuencia del cambio climático si el calentamiento global aumenta de 1,5 °C a 2 °C (*nivel de confianza medio*). {3.5.2, 3.5.3}
- B.5.6 La exposición a riesgos climáticos múltiples y compuestos aumenta con un calentamiento global de entre 1,5 °C y 2 °C; la mayor proporción de personas expuestas y susceptibles a la pobreza se encuentra en África y Asia (*nivel de confianza alto*). Con un calentamiento global de 1,5 °C a 2 °C, los riesgos en los sectores de la energía, la alimentación y el agua se podrían traslapar espacial y temporalmente, creando nuevos peligros, exposiciones y vulnerabilidades que podrían afectar a un número cada vez mayor de personas y regiones (*nivel de confianza medio*). {Recuadro 3.5, 3.3.1, 3.4.5.3, 3.4.5.6, 3.4.11, 3.5.4.9}
- B.5.7 Hay múltiples líneas de evidencia que muestran que desde el Quinto Informe de Evaluación los niveles de riesgo evaluados con un calentamiento global de hasta 2 °C han aumentado en relación con cuatro de los cinco motivos de preocupación (MdP) (*nivel de confianza alto*). Las transiciones de los riesgos en función del nivel de calentamiento global son las siguientes: de alto a muy alto entre 1,5 °C y 2 °C para el MdP 1 (Sistemas únicos y amenazados) (*nivel de confianza alto*); de moderado a alto entre 1,0 °C y 1,5 °C para el MdP 2 (Episodios meteorológicos extremos) (*nivel de confianza medio*); de moderado a alto entre 1,5 °C y 2 °C para el MdP 3 (Distribución de los impactos) (*nivel de confianza alto*); de moderado a alto entre 1,5 °C y 2,5 °C para el MdP 4 (Impactos totales a nivel global) (*nivel de confianza medio*); y de moderado a alto entre 1 °C y 2,5 °C para el MdP 5 (Episodios singulares a gran escala) (*nivel de confianza medio*). (Figura RRP.2) {3.4.13; 3.5, 3.5.2}
- B.6 La mayoría de las necesidades de adaptación serán inferiores con un calentamiento global de 1,5 °C que con uno de 2 °C (*nivel de confianza alto*). Hay una amplia gama de opciones de adaptación que pueden reducir los riesgos del cambio climático (*nivel de confianza alto*). La adaptación y la capacidad de adaptación de algunos sistemas naturales y humanos son limitadas con un calentamiento global de 1,5 °C, con pérdidas asociadas (*nivel de confianza medio*). El número de opciones de adaptación y su disponibilidad varían en función del sector (*nivel de confianza medio*). {Cuadro 3.5, 4.3, 4.5, recuadro general 9 del capítulo 4, recuadro general 12 del capítulo 5}**
- B.6.1 Existe una amplia gama de opciones de adaptación con miras a reducir los riesgos para los ecosistemas naturales y gestionados (p. ej., la adaptación basada en los ecosistemas, la restauración de ecosistemas y la prevención de la degradación y la deforestación, la gestión de la biodiversidad, la acuicultura sostenible, y los conocimientos locales e indígenas), los riesgos del aumento del nivel del mar (p. ej., la defensa y el refuerzo de las costas), y los riesgos para la salud, los medios de subsistencia, los alimentos, el agua y el crecimiento económico, especialmente en los entornos rurales (p. ej., prácticas de riego eficiente, redes de seguridad social, gestión de riesgos de desastres, diversificación y distribución de los riesgos, y adaptación basada en las comunidades) y en las zonas urbanas (p. ej., infraestructuras ecológicas, utilización y planificación sostenibles de la tierra y gestión sostenible del agua) (*nivel de confianza medio*). {4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5, 4.5.3, 4.5.4, 5.3.2, recuadro 4.2, recuadro 4.3, recuadro 4.6, recuadro general 9 del capítulo 4}.
- B.6.2 Se prevé que la adaptación sea más difícil para los ecosistemas y los sistemas alimentarios y de salud con un calentamiento global de 2 °C que con uno de 1,5 °C (*nivel de confianza medio*). Se prevé que algunas regiones vulnerables, en particular las islas pequeñas y los países menos adelantados, experimenten varios riesgos climáticos importantes relacionados entre sí con un calentamiento global de 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). {3.3.1, 3.4.5, recuadro 3.5, cuadro 3.5, recuadro general 9 del capítulo 4, 5.6, recuadro general 12 del capítulo 5, recuadro 5.3}
- B.6.3 Existen límites para la capacidad de adaptación con un calentamiento global de 1,5 °C, que aumentan si el calentamiento es mayor y varían en función del sector, lo que tiene consecuencias específicas para las regiones vulnerables, los ecosistemas y la salud humana (*nivel de confianza medio*). {Recuadro general 12 del capítulo 5, recuadro 3.5, cuadro 3.5}

<sup>10</sup> Por impactos en el crecimiento económico se entiende cambios en el producto interno bruto (PIB). Muchos impactos, como la pérdida de vidas humanas, de patrimonio cultural y de servicios ecosistémicos, son difíciles de calcular y monetizar.

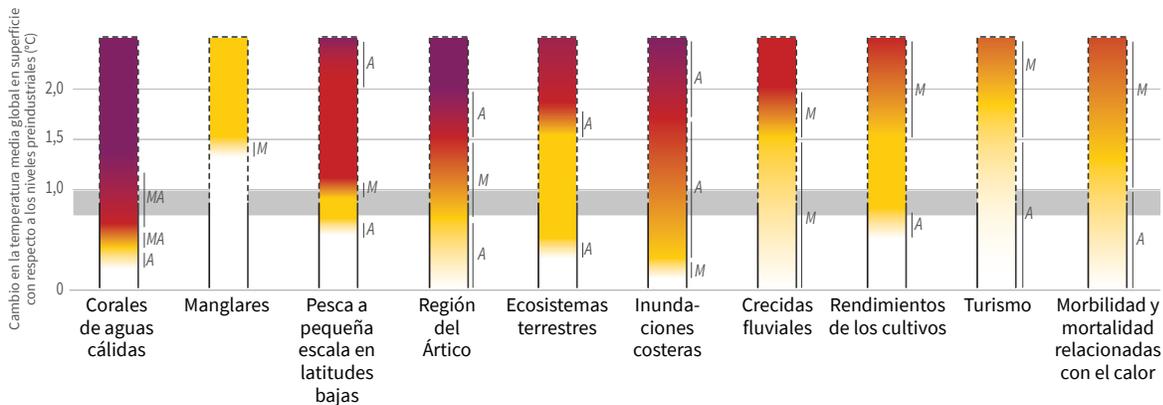
## Cómo influye el nivel de calentamiento global en los impactos o los riesgos asociados a los motivos de preocupación y en determinados sistemas naturales, gestionados y humanos

Los cinco motivos de preocupación (MdP) ilustran los impactos y los riesgos de los diferentes niveles de calentamiento global para las personas, las economías y los ecosistemas de los distintos sectores y regiones.

### Impactos y riesgos asociados a los motivos de preocupación



### Impactos y riesgos para determinados sistemas naturales, gestionados y humanos



Nivel de certidumbre de la transición: B = bajo, M = medio, A = alto, MA = muy alto

**Figura RRP.2 |** Los cinco Motivos de Preocupación (MdP), establecidos en el *Tercer Informe de Evaluación del IPCC*, brindan un marco para resumir los principales impactos y riesgos respecto de los distintos sectores y regiones. Los motivos de preocupación ilustran las consecuencias del calentamiento global para las personas, las economías y los ecosistemas. Los motivos de preocupación ilustran las consecuencias del calentamiento global para las personas, las economías y los ecosistemas. Los impactos o riesgos relacionados con cada motivo de preocupación se basan en la evaluación de nueva literatura que ha aparecido. Como en el IE5, esta literatura se utilizó para elaborar juicios de expertos con el fin de evaluar los niveles de calentamiento global en que los niveles de impacto o riesgo son indetectables, moderados, altos o muy altos. Los impactos y riesgos seleccionados en relación con los sistemas naturales, gestionados y humanos que aparecen en el gráfico inferior son ilustrativos y dicha selección no pretende ser exhaustiva. {3.4, 3.5, 3.5.2.1, 3.5.2.2, 3.5.2.3, 3.5.2.4, 3.5.2.5, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, recuadro 3.4}

**MdP 1 - Sistemas únicos y amenazados:** sistemas ecológicos y humanos con alcances geográficos restringidos que están limitados por condiciones relacionadas con el clima y presentan un elevado endemismo u otras propiedades características. A modo de ejemplo, cabe citar los arrecifes de coral, el Ártico y sus pueblos indígenas, los glaciares y los puntos de biodiversidad críticos.

**MdP 2 - Episodios meteorológicos extremos:** riesgos o impactos para la salud humana, los medios de subsistencia, los bienes y los ecosistemas derivados de fenómenos meteorológicos extremos como las olas de calor, las precipitaciones intensas, la sequía y los incendios forestales concurrentes y las inundaciones costeras.

**MdP 3 - Distribución de los impactos:** riesgos o impactos que afectan de manera desproporcionada a grupos concretos debido a una distribución desigual de los peligros del cambio climático o de la exposición o vulnerabilidad a esos peligros.

**MdP 4 - Impactos totales a nivel global:** perjuicios económicos globales, degradación y pérdida a nivel mundial de ecosistemas y biodiversidad.

**MdP 5 - Episodios singulares a gran escala:** cambios relativamente grandes, repentinos y, en algunos casos, irreversibles que afectan a los sistemas y están causados por el calentamiento global. A modo de ejemplo, cabe citar la desintegración de los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida.

## C. Trayectorias de emisiones y transiciones sistémicas coherentes con un calentamiento global de 1,5 °C

- C.1 En las trayectorias de los modelos en las que el calentamiento no sobrepasa 1,5 °C o lo sobrepasa de forma reducida, las emisiones antropógenas globales netas de CO<sub>2</sub> disminuyen en un 45 % aproximadamente de aquí a 2030 con respecto a los niveles de 2010 (rango intercuartílico del 40 % al 60 %) y son iguales a cero en torno a 2050 (rango intercuartílico de 2045 a 2055). Para que el calentamiento global no rebase el límite de 2 °C<sup>11</sup> se calcula que las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen que reducirse aproximadamente en un 25 % de aquí a 2030 en la mayoría de las trayectorias (rango intercuartílico del 10 % al 30 %) y ser iguales a cero en torno a 2070 (rango intercuartílico de 2065 a 2080). En las emisiones distintas de CO<sub>2</sub> de las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C se observan reducciones drásticas que son similares a las de las trayectorias que limitan el calentamiento a 2 °C (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.3a) {2.1, 2.3, cuadro 2.4}**
- C.1.1** Las reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido pueden requerir varios conjuntos de medidas de mitigación para lograr diferentes equilibrios entre la reducción de la intensidad energética y de los recursos, la tasa de descarbonización y la dependencia respecto a la remoción del dióxido de carbono. Los diferentes conjuntos de medidas se enfrentan a distintos retos en cuanto a su aplicación, así como a posibles sinergias y concesiones con el desarrollo sostenible (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.3b) {2.3.2, 2.3.4, 2.4, 2.5.3}
- C.1.2** Las trayectorias modelo que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido conllevan disminuciones drásticas de las emisiones de metano y carbono negro (una reducción del 35 % o más de ambos gases de aquí a 2050 con respecto a los niveles de 2010). Esas trayectorias reducen asimismo la mayoría de los aerosoles refrigerantes, lo que compensa parcialmente los efectos de la mitigación durante dos o tres decenios. Las emisiones distintas del CO<sub>2</sub><sup>12</sup> se pueden reducir como resultado de amplias medidas de mitigación en el sector energético. Por otro lado, las medidas de mitigación específicas para emisiones distintas del CO<sub>2</sub> pueden reducir el óxido nitroso y el metano de la agricultura, el metano del sector de los residuos, algunas fuentes de carbono negro y los hidrofluorocarbonos. Una alta demanda de bioenergía puede aumentar las emisiones de óxido nitroso en algunas trayectorias de 1,5 °C, lo que pone de relieve la importancia de contar con enfoques de gestión adecuados. La mejora de la calidad del aire como resultado de las reducciones previstas de muchas emisiones distintas del CO<sub>2</sub> beneficia de manera directa e inmediata la salud de la población en todas las trayectorias de los modelos de 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.3a) {2.2.1, 2.3.3, 2.4.4, 2.5.3, 4.3.6, 5.4.2}
- C.1.3** Para limitar el calentamiento global es necesario limitar el total de emisiones antropógenas globales acumuladas de CO<sub>2</sub> desde el período industrial, es decir, permanecer dentro de un presupuesto de carbono total (*nivel de confianza alto*).<sup>13</sup> Se calcula que al final de 2017 el presupuesto de carbono total para 1,5 °C se ha reducido por las emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 2 200 ± 320 GtCO<sub>2</sub> desde el período preindustrial (*nivel de confianza medio*). El presupuesto restante conexo se va agotando por las emisiones actuales a una tasa de 42 ± 3 GtCO<sub>2</sub> por año (*nivel de confianza alto*). La elección de la medida de la temperatura global afecta al presupuesto de carbono restante estimado. Mediante el uso de la temperatura media global del aire en superficie, como en el IE5, la estimación del presupuesto de carbono restante es de 580 GtCO<sub>2</sub> para una probabilidad del 50 % de limitar el calentamiento a 1,5 °C, y de 420 GtCO<sub>2</sub> para una probabilidad del 66 % (*nivel de confianza medio*).<sup>14</sup> En cambio, mediante el uso de la temperatura media global en superficie, las estimaciones son de 770 y de 570 GtCO<sub>2</sub>, para probabilidades del 50 % y del 66 %, <sup>15</sup> respectivamente (*nivel de confianza medio*). Las incertidumbres en cuanto a la magnitud de la estimación de esos presupuestos de carbono restantes son importantes y dependen de varios factores. Las incertidumbres respecto de la respuesta climática a las emisiones de CO<sub>2</sub> y las emisiones distintas del CO<sub>2</sub> suponen ±400 GtCO<sub>2</sub> de ese presupuesto, y el nivel de calentamiento histórico supone ±250 GtCO<sub>2</sub> (*nivel de confianza medio*). El potencial de liberación de carbono adicional en el futuro procedente del deshielo de permafrost y de liberación de metano procedente de los humedales reduciría los presupuestos en hasta 100 GtCO<sub>2</sub> en el curso del siglo actual y una cantidad superior posteriormente (*nivel de confianza medio*). Además, el nivel de mitigación de otros gases distintos del CO<sub>2</sub> en el futuro podría alterar el presupuesto de carbono restante en 250 GtCO<sub>2</sub> en una u otra dirección (*nivel de confianza medio*). {1.2.4, 2.2.2, 2.6.1, cuadro 2.2, material complementario del capítulo 2}

<sup>11</sup> Las referencias a las trayectorias que limitan el calentamiento global a 2 °C se basan en una probabilidad del 66 % de que no se supere el límite de 2 °C.

<sup>12</sup> Las emisiones distintas del CO<sub>2</sub> incluidas en el presente Informe son todas las emisiones antropógenas distintas del CO<sub>2</sub> que producen forzamiento radiativo. Entre ellas se incluyen los forzadores climáticos de vida corta, como el metano, algunos gases fluorados, los precursores del ozono, los aerosoles o los precursores de aerosoles, como el carbono negro y el dióxido de azufre, respectivamente, así como los gases de efecto invernadero de larga duración, como el óxido nitroso o algunos gases fluorados. El forzamiento radiativo asociado a las emisiones distintas de CO<sub>2</sub> y a cambios en el albedo de superficie se denomina forzamiento radiativo distinto del CO<sub>2</sub>. {2.21}

<sup>13</sup> La base científica es clara respecto de la existencia de un presupuesto de carbono total coherente con la limitación del calentamiento global a 1,5 °C. Sin embargo, en el presente informe no se han evaluado ni ese presupuesto de carbono total ni la fracción de ese presupuesto consumida por las emisiones del pasado.

<sup>14</sup> Con independencia de la medida de la temperatura global utilizada, la comprensión actualizada y otros avances logrados en los métodos han conducido a un aumento en la estimación del presupuesto de carbono restante de aproximadamente 300 GtCO<sub>2</sub> respecto del Quinto Informe de Evaluación (IE5) (*nivel de confianza medio*) {2.2.2}

<sup>15</sup> Para estos cálculos se utiliza la temperatura media global en superficie observada en el período 2006-2015 y se calculan los futuros cambios de temperatura mediante el uso de la temperatura del aire cerca de la superficie.

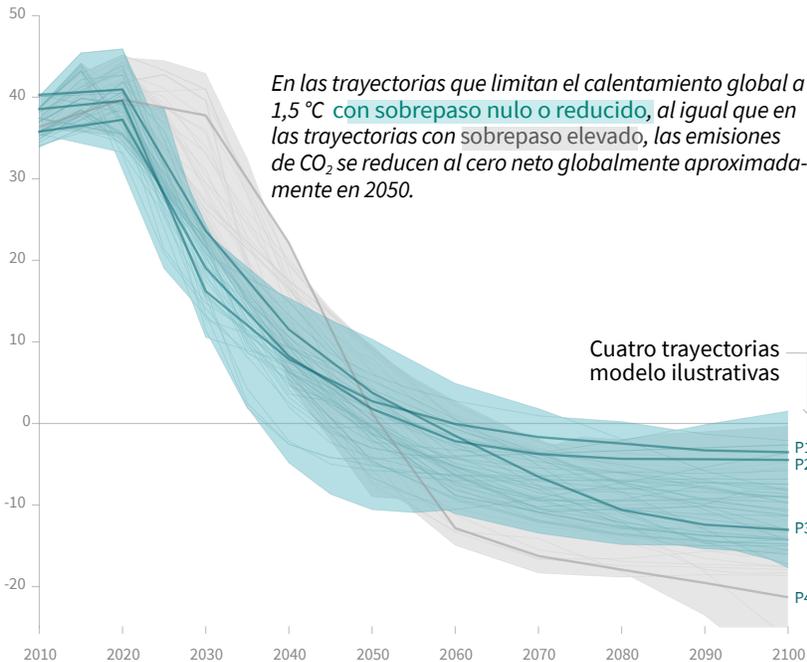
C.1.4 Las medidas de modificación de la radiación solar no se han incluido en ninguna de las trayectorias evaluadas disponibles. Si bien algunas de esas medidas pueden ser teóricamente efectivas para reducir un sobrepaso, pesan sobre ellas grandes incertidumbres y una carencia de conocimientos, así como importantes riesgos y limitaciones de aplicación institucionales y sociales en relación con la gobernanza, la ética y los impactos en el desarrollo sostenible. Además, esas medidas no mitigan la acidificación del océano (*nivel de confianza medio*). {4.3.8, recuadro general 10 del capítulo 4}

## Características de las trayectorias de emisiones globales

Características generales de la evolución de las emisiones antropógenas netas de CO<sub>2</sub> y emisiones totales de metano, carbono negro y óxido nítrico en trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C sin sobrepaso o con uno reducido. Las emisiones netas se definen como emisiones antropógenas reducidas mediante remociones antropógenas. Las reducciones en las emisiones netas se pueden lograr mediante los distintos conjuntos de medidas de mitigación mostrados en la figura RRP.3b.

### Emisiones netas totales globales de CO<sub>2</sub>

Miles de millones de toneladas de CO<sub>2</sub>/año



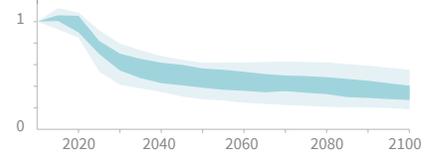
Momento de CO<sub>2</sub> cero neto ———— Trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido

Los trazos anchos representan los percentiles 5-95 y 25-75 de los escenarios ———— Trayectorias con sobrepaso elevado

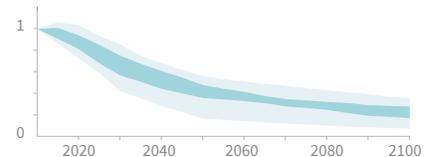
Trayectorias que limitan el calentamiento global a menos de 2 °C

Emisiones distintas del CO<sub>2</sub> respecto de 2010  
Las emisiones de forzadores distintos del CO<sub>2</sub> también se limitan en las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido, pero no llegan al nivel cero globalmente.

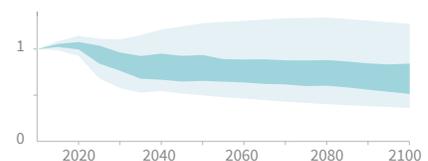
#### Emisiones de metano



#### Emisiones de carbono negro



#### Emisiones de óxido nítrico

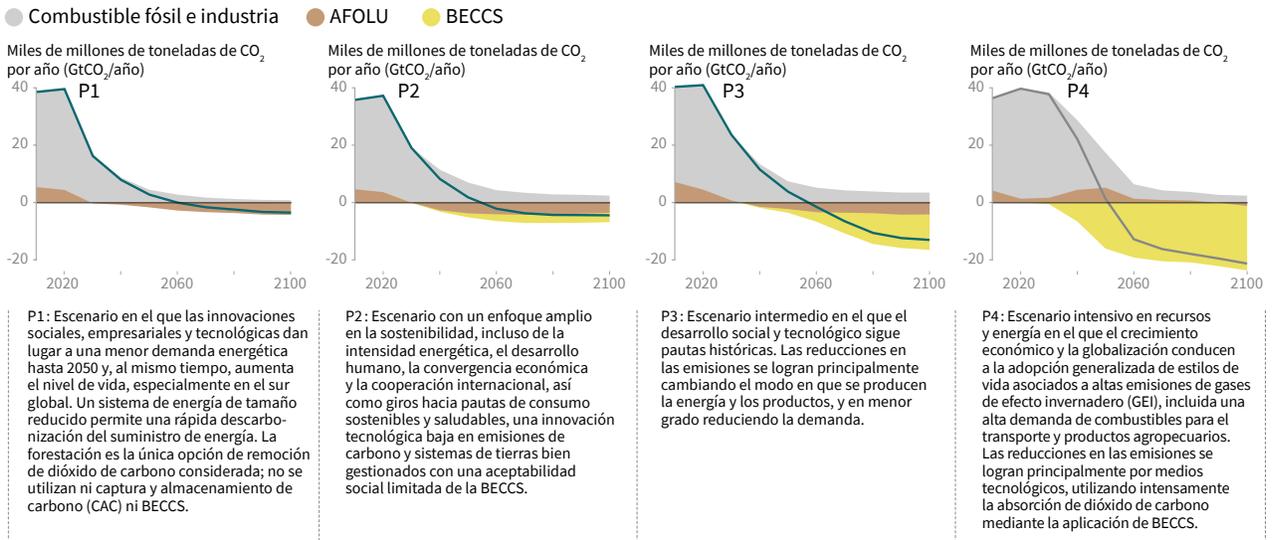


**Figura RRP.3a** | Características de las trayectorias de emisiones globales. El gráfico principal muestra las emisiones antropógenas netas globales de CO<sub>2</sub> en las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido (menos de 0,1 °C) y las trayectorias con mayores sobrepasos. El área sombreada muestra la gama completa de trayectorias analizadas en el presente informe. Los gráficos de la derecha muestran los rangos de emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> para tres compuestos con un largo pasado histórico de forzamiento y una proporción sustancial de las emisiones procedentes de fuentes distintas de las que son centrales para la mitigación del CO<sub>2</sub>. Las áreas sombreadas en esos gráficos muestran el rango del 5-95% (sombreado claro) y el rango intercuartílico (sombreado oscuro) de las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido. Las cajas y bigotes bajo los gráficos muestran el momento en que las trayectorias alcanzan los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> del cero neto global, así como una comparación con las trayectorias que limitan el calentamiento global a 2 °C con una probabilidad mínima del 66%. En el gráfico principal se destacan cuatro trayectorias de los modelos ilustrativas etiquetadas como P1, P2, P3 y P4, que se corresponden con las trayectorias LED (desarrollo bajo en emisiones), S1, S2 y S5 analizadas en el capítulo 2. Las descripciones y características de esas trayectorias se explican en la figura RRP.3b. {2.1, 2.2, 2.3, figura 2.5, figura 2.10, figura 2.11}

## Características de cuatro trayectorias modelo ilustrativas

Distintas estrategias de mitigación pueden lograr las reducciones en las emisiones netas que se necesitarían para seguir una trayectoria que limitara el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido. Todas las trayectorias utilizan la remoción de dióxido de carbono, pero su magnitud varía entre las trayectorias, al igual que varían las contribuciones relativas de la bioenergía con captura y almacenamiento de dióxido de carbono (BECCS) y de las remociones en el sector de la agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU), lo que tiene consecuencias para las emisiones y otras diversas características de las trayectorias.

Desglose de las contribuciones a las emisiones netas globales de CO<sub>2</sub> en cuatro trayectorias modelo ilustrativas



Indicadores globales	P1	P2	P3	P4	Rango intercuartílico	
	Sobrepaso nulo o reducido	Sobrepaso nulo o reducido	Sobrepaso nulo o reducido	Sobrepaso elevado	Sobrepaso nulo o reducido	
<b>Clasificación de las trayectorias</b>						
Cambio en las emisiones de CO <sub>2</sub> en 2030 (% resp. de 2010)	-58	-47	-41	-4	(-58;-40)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	-93	-95	-91	-97	(-107;-94)	
Emisiones de GEI-Kyoto* en 2030 (% resp. de 2010)	-50	-49	-35	-2	(-51;-39)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	-82	-89	-78	-80	(-93;-81)	
Demanda final de energía** en 2030 (% resp. de 2010)	-15	-5	17	39	(-12;7)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	-32	2	21	44	(-11;22)	
Proporción de renovables en la electricidad en 2030 (%)	60	58	48		(47;65)	
↳ en 2050 (%)	77	81	63	70	(69;86)	
Energía primaria proced. del carbón en 2030 (% resp. de 2010)	-78	-61	-75	-59	(-78;-59)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	-97	-77	-73	-97	(-95;-74)	
del petróleo en 2030 (% resp. de 2010)	-37	-13	-3	86	(-34;3)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	-87	-50	-81	-32	(-78;-31)	
del gas en 2030 (% resp. de 2010)	-25	-20	33	37	(-26;21)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	-74	-53	21	-48	(-56;6)	
de la ener. nuclear en 2030 (% resp. de 2010)	59	83	98	106	(44;102)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	150	98	501	468	(91;190)	
de la biomasa en 2030 (% resp. de 2010)	-11	0	36	-1	(29;80)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	-16	49	121	418	(123;261)	
de renovables, no biomasa, en 2030 (% resp. de 2010)	430	470	315	110	(245;436)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	833	1327	878	1137	(576;1279)	
CAC acumulada hasta 2100 (GtCO <sub>2</sub> )	0	348	687	1218	(550;1017)	
↳ de la cual, BECCS (GtCO <sub>2</sub> )	0	151	414	1191	(364;662)	
Superficie terrestre de cultivos bioenergéticos en 2050 (millones de km <sup>2</sup> )	0,2	0,9	2,8	7,2	(1,5;3,2)	
Emisiones de CH <sub>4</sub> agrícolas en 2030 (% resp. de 2010)	-24	-48	1	14	(-30;-11)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	-33	-69	-23	2	(-47;-24)	
Emisiones de N <sub>2</sub> O agrícolas en 2030 (% resp. de 2010)	5	-26	15	3	(-21;-3)	
↳ en 2050 (% respecto de 2010)	6	-26	0	39	(-26;1)	

NOTA: Los indicadores se han seleccionado para mostrar las tendencias globales expuestas en la evaluación del capítulo 2. Las características nacionales y sectoriales pueden diferir sustancialmente de las tendencias globales mostradas arriba.

\* Las emisiones de gas en el marco de Kyoto se basan en el potencial de calentamiento global a 100 años del Segundo Informe de Evaluación del IPCC

\*\* Los cambios en la demanda de energía se relacionan con mejoras en la eficiencia energética y un cambio de comportamiento.

**Figura RRP.3b** | Características de las cuatro trayectorias de los modelos ilustrativas en relación con un calentamiento global de 1,5 °C presentadas en la figura RRP.3a. Estas trayectorias se han seleccionado para mostrar un abanico de posibles enfoques de mitigación, y varían ampliamente en los usos previstos de la energía y la tierra, así como en las hipótesis que contemplan sobre los futuros desarrollos socioeconómicos, incluso sobre el crecimiento, la equidad y la sostenibilidad económicos y poblacionales. Se muestra un desglose de las contribuciones a las emisiones antropógenas netas globales de CO<sub>2</sub> por las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de combustibles fósiles y la industria, de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), y de la bioenergía con captura y almacenamiento de dióxido de carbono (BECCS). Las estimaciones sobre la AFOLU que aquí se indican no son necesariamente comparables con las estimaciones de los países. Bajo cada trayectoria se muestran otras características relativas a las distintas trayectorias. En las trayectorias se muestran diferencias globales relativas en las estrategias de mitigación, pero no se representan estimaciones centrales ni estrategias nacionales, ni tampoco se indican requisitos. A modo de comparación, la columna más a la derecha muestra los rangos intercuartílicos entre las trayectorias de 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido. Las trayectorias P1, P2, P3 y P4 corresponden a las trayectorias LED (desarrollo bajo en emisiones), S1, S2 y S5 analizadas en el capítulo 2 (Figura RRP.3a). {2.2.1, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.4, 2.5.3, figura 2.5, figura 2.6, figura 2.9, figura 2.10, figura 2.11, figura 2.14, figura 2.15, figura 2.16, figura 2.17, figura 2.24, figura 2.25, cuadro 2.4, cuadro 2.6, cuadro 2.7, cuadro 2.9, cuadro 4.1}

## **C.2 Para que las trayectorias limiten el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido se necesitarían transiciones rápidas y de gran alcance en los sistemas energético, terrestre, urbano y de infraestructuras (incluido el transporte y los edificios), e industrial (nivel de confianza alto). Tales transiciones en los sistemas no tienen precedentes en lo que a escala se refiere, pero no necesariamente en lo que a velocidad se refiere, e implican profundas reducciones en las emisiones en todos los sectores, un amplio conjunto de opciones de mitigación y un importante aumento en la escala de las inversiones en esas opciones (nivel de confianza medio). {2.3, 2.4, 2.5, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5}**

- C.2.1 Las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido muestran cambios sistémicos más rápidos y pronunciados en los próximos dos decenios que las trayectorias que lo limitan a 2 °C (*nivel de confianza alto*). Las tasas de cambios sistémicos asociadas a una limitación del calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido ya han ocurrido en el pasado en sectores, tecnologías y contextos espaciales específicos, pero no existen precedentes históricos documentados para su escala (*nivel de confianza medio*). {2.3.3, 2.3.4, 2.4, 2.5, 4.2.1, 4.2.2, recuadro general 11 del capítulo 4}
- C.2.2 En los sistemas energéticos, las trayectorias globales modelizadas (consideradas en la literatura) que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido (para más detalles, véase la figura RRP.3b) generalmente satisfacen la demanda de servicios energéticos con un uso menor de energía, en particular mediante una mayor eficiencia energética, y muestran una electrificación más rápida del uso final de la energía en comparación con las que lo limitan a 2 °C (*nivel de confianza alto*). En las trayectorias de 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido, se prevé que las fuentes de energía de bajas emisiones sean proporcionalmente mayores que en las trayectorias de 2 °C, especialmente antes de 2050 (*nivel de confianza alto*). En las trayectorias de 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido, se prevé que las energías renovables aporten el 70-85 % (rango intercuartílico) de la electricidad en 2050 (*nivel de confianza alto*). En la generación de electricidad, las proporciones de energía nuclear y combustibles fósiles con captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CAC) están modelizadas para aumentar en la mayoría de las trayectorias de 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido. En las trayectorias modelizadas de 1,5 °C con sobrepaso reducido o nulo, la utilización de CAC permitiría que la proporción de gas en la generación de electricidad fuera de aproximadamente el 8% (rango intercuartílico del 3 % al 11 %) de la electricidad global en 2050, mientras que el uso del carbón experimenta una disminución pronunciada en todas las trayectorias, y disminuiría hasta casi el 0 % (rango intercuartílico del 0 % al 2 %) de la electricidad (*nivel de confianza alto*). Si bien se reconocen los retos, así como las diferencias entre las distintas opciones y circunstancias nacionales, la viabilidad política, económica, social y técnica de la energía solar, la energía eólica y las tecnologías de almacenamiento de electricidad ha mejorado sustancialmente en el curso de los últimos años (*nivel de confianza alto*). Esas mejoras constituyen una señal de que hay posibilidades de transición sistémica en la generación de electricidad. (Figura RRP.3b) {2.4.1, 2.4.2, figura 2.1, cuadro 2.6, cuadro 2.7, recuadro general 6 del capítulo 3, 4.2.1, 4.3.1, 4.3.3, 4.5.2}
- C.2.3 Se prevé que las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la industria en las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido sean aproximadamente un 65-90 % (rango intercuartílico) inferiores en 2050 en comparación con 2010, frente a un 50-80 % para un calentamiento global de 2 °C (*nivel de confianza medio*). Esas reducciones se pueden lograr mediante combinaciones de tecnologías y prácticas nuevas y existentes, como la electrificación, el hidrógeno, materias primas biológicas sostenibles, la sustitución de productos y la captura, utilización y almacenamiento de dióxido de carbono (CUAC). Desde el punto de vista técnico, las opciones mencionadas están comprobadas a diversas escalas, pero su despliegue a gran escala puede estar limitado por restricciones económicas, financieras, de capacidad humana e institucionales en determinados contextos y por las características específicas de las instalaciones industriales en gran escala. En la industria, las reducciones en las emisiones derivadas de la energía y la eficiencia de los procesos por sí mismas son insuficientes para limitar el calentamiento a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido (*nivel de confianza alto*). {2.4.3, 4.2.1, cuadro 4.1, cuadro 4.3, 4.3.3, 4.3.4, 4.5.2}
- C.2.4 Para que se produzca una transición en el sistema urbano y de infraestructuras coherente con la limitación del calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido se necesitarían, por ejemplo, cambios en las prácticas de planificación territorial y urbana, así como mayores reducciones en las emisiones en el transporte y los edificios en comparación con las trayectorias que limitan

el calentamiento global a menos de 2 °C (*nivel de confianza medio*). Las medidas técnicas y las prácticas que permiten mayores reducciones en las emisiones incluyen diversas opciones de eficiencia energética. En las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido, la proporción de electricidad de la demanda energética en los edificios sería de aproximadamente un 55-75 % en 2050, frente al 50-70 % en 2050 para un calentamiento global de 2 °C (*nivel de confianza medio*). En el sector del transporte, la proporción de la energía final baja en emisiones aumentaría desde menos del 5 % en 2020 a aproximadamente el 35-65 % en 2050, frente al 25-45 % para un calentamiento global del 2 °C (*nivel de confianza medio*). Las barreras económicas, institucionales y socioculturales pueden impedir esas transiciones en el sistema urbano y de infraestructuras, en función de las circunstancias nacionales, regionales y locales, las capacidades existentes y la disponibilidad de capital (*nivel de confianza alto*). {2.3.4, 2.4.3, 4.2.1, cuadro 4.1, 4.3.3, 4.5.2}

- C.2.5 Se producen transiciones en el uso de la tierra a nivel mundial y regional en todas las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido, pero su escala depende del conjunto de medidas de mitigación que se apliquen. Las trayectorias de los modelos que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido prevén que una reducción de 4 millones de km<sup>2</sup> y un aumento de unos 2,5 millones de km<sup>2</sup> de otros tipos de tierras agrícolas destinados a la alimentación y cultivos forrajeros y unos 0,5-11 millones de km<sup>2</sup> de pastizales se conviertan en un aumento de unos 0-6 millones de km<sup>2</sup> de tierras agrícolas para cultivos energéticos, y que de una extensión negativa de 2 millones de km<sup>2</sup> de bosques respecto de 2010 se pase a una positiva de 9,5 millones de km<sup>2</sup> en 2050 (*nivel de confianza medio*).<sup>16</sup> Se pueden observar transiciones en el uso de la tierra de magnitud similar en las trayectorias modelizadas de 2 °C (*nivel de confianza medio*). Esas transiciones de gran envergadura plantean profundos desafíos para la gestión sostenible de las diversas demandas de tierra para asentamientos humanos, alimentación, pienso para el ganado, fibra, bioenergía, almacenamiento de carbono, biodiversidad y otros servicios ecosistémicos (*nivel de confianza alto*). Las opciones de mitigación que limitan la demanda de suelo comprenden la intensificación sostenible de las prácticas de uso de la tierra, la restauración de ecosistemas y cambios a dietas que consuman menos recursos (*nivel de confianza alto*). Para aplicar las opciones de mitigación terrestres sería necesario salvar barreras socioeconómicas, institucionales, tecnológicas, financieras y ambientales, de distinta naturaleza entre las regiones (*nivel de confianza alto*). {2.4.4, figura 2.24, 4.3.2, 4.3.7, 4.5.2, recuadro general 7 del capítulo 3}
- C.2.6 Se estima que el promedio de inversión anual adicional en inversiones relacionadas con la energía para el período de 2016 a 2050 en las trayectorias que limitan el calentamiento a 1,5 °C en comparación con las trayectorias sin nuevas políticas climáticas distintas de las que se conocen hoy es de aproximadamente 830 000 millones de dólares de los Estados Unidos (USD) de 2010 (rango de 150 000 millones a 1 700 000 millones USD de 2010 entre los seis modelos<sup>17</sup>). Eso se compara con un promedio de inversión anual total en suministro de energía en trayectorias de 1,5 °C de entre 1,46 y 3,51 billones USD de 2010 y un promedio de inversión anual total en demanda de energía de entre 0,64 y 0,91 billones USD de 2010 para el período de 2016 a 2050. Las inversiones totales relacionadas con la energía aumentaron aproximadamente el 12 % (rango del 3 % al 24 %) en las trayectorias de 1,5 °C en relación con las de 2 °C. Las inversiones anuales en tecnologías energéticas bajas en carbono y en eficiencia energética aumentan aproximadamente por un factor de seis (rango del factor entre 4 y 10) en 2050 en comparación con 2015 (*nivel de confianza medio*). {2.5.2, recuadro 4.8, figura 2.27}
- C.2.7 Las trayectorias modelizadas que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido prevén un amplio rango en el promedio de los costos de reducción marginales actualizados globales a lo largo del siglo XXI, que son aproximadamente entre tres y cuatro veces superiores a los de las trayectorias que limitan el calentamiento global a menos de 2 °C (*nivel de confianza alto*). La literatura económica distingue los costos de reducción marginales de los costos de mitigación totales en la economía. Existe poca literatura sobre los costos de mitigación totales de las trayectorias de mitigación de 1,5 °C y estos no se analizan en el presente informe. Siguen existiendo lagunas de conocimientos en la evaluación integrada de los costos y beneficios de la mitigación para la economía en su conjunto en relación con las trayectorias que limitan el calentamiento a 1,5 °C. {2.5.2; 2.6; figura 2.26}

<sup>16</sup> Los cambios en el uso de la tierra previstos no se despliegan hasta sus límites superiores simultáneamente en una sola trayectoria.

<sup>17</sup> Incluyen dos trayectorias que limitan el calentamiento a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido y cuatro trayectorias con un sobrepaso elevado.

- C.3 Todas las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido prevén que con el uso de la remoción de dióxido de carbono se remuevan del orden de 100-1 000 GtCO<sub>2</sub> durante el siglo XXI. La remoción de dióxido de carbono se utilizaría para compensar las emisiones residuales y, en la mayoría de los casos, para lograr emisiones negativas netas y volver a un calentamiento global de 1,5 °C tras llegar a un calentamiento máximo (*nivel de confianza alto*). La aplicación de la remoción de dióxido de carbono para remover varios cientos de GtCO<sub>2</sub> está sujeta a múltiples restricciones de viabilidad y sostenibilidad (*nivel de confianza alto*). Mediante importantes reducciones en las emisiones a corto plazo y medidas para que disminuyan las demandas de energía y tierra se puede limitar la aplicación de la remoción de dióxido de carbono para remover unos cuantos cientos de GtCO<sub>2</sub> sin depender de la bioenergía con captura y almacenamiento de dióxido de carbono (BECCS) (*nivel de confianza alto*). {2.3, 2.4, 3.6.2, 4.3, 5.4}**
- C.3.1 Entre las medidas de remoción de dióxido de carbono existentes y potenciales figuran la forestación y reforestación, la restauración de la tierra y el secuestro de carbono en el suelo, la BECCS, la captura directa de dióxido de carbono del aire y almacenamiento, la meteorización reforzada y la alcalinización del océano. Esas medidas difieren ampliamente en cuanto a madurez, potenciales, costos, riesgos, cobeneficios y concesiones (*nivel de confianza alto*). Hasta el momento, solo unas pocas trayectorias publicadas incluyen medidas de remoción de dióxido de carbono distintas de la forestación y la BECCS. {2.3.4, 3.6.2, 4.3.2, 4.3.7}
- C.3.2 En las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido, se prevé que los rangos de las remociones con BECCS sean de 0-1, 0-8 y 0-16 GtCO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> en 2030, 2050 y 2100, respectivamente, mientras que con medidas relacionadas con la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) en esos años sean de 0-5, 1-11 y 1-5 GtCO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> (*nivel de confianza medio*). El extremo superior de esos rangos de despliegue a mitad de siglo supera el potencial de la BECCS en hasta 5 GtCO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> y el potencial de la forestación en hasta 3,6 GtCO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup>, según las estimaciones de la literatura reciente (*nivel de confianza medio*). Algunas trayectorias evitan completamente la aplicación de BECCS mediante medidas de demanda y una mayor dependencia de las medidas de remoción de CO<sub>2</sub> relacionadas con la AFOLU (*nivel de confianza medio*). La utilización de la bioenergía puede ser de igual o mayor magnitud cuando se excluye la BECCS que cuando esta se incluye debido a sus posibilidades para sustituir combustibles fósiles entre los sectores (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.3b) {2.3.3, 2.3.4, 2.4.2, 3.6.2, 4.3.1, 4.2.3, 4.3.2, 4.3.7, 4.4.3, cuadro 2.4}
- C.3.3 Las trayectorias que sobrepasan 1,5 °C de calentamiento global dependen de la remoción del CO<sub>2</sub> excedentario de las emisiones de CO<sub>2</sub> residuales posteriormente en el siglo para volver a un calentamiento menor de 1,5 °C en 2100; en caso de mayores sobrepasos se necesitaría una mayor remoción de CO<sub>2</sub> (figura RRP.3b) (*nivel de confianza alto*). De ahí que las limitaciones en la velocidad, escala y aceptabilidad social de la aplicación de la remoción de CO<sub>2</sub> determine la capacidad para volver a un calentamiento global inferior a 1,5 °C tras sobrepasarlo. El entendimiento del ciclo del carbono y el sistema climático todavía está condicionado por el conocimiento de la eficacia de las emisiones negativas netas para reducir las temperaturas tras alcanzar una cota máxima (*nivel de confianza alto*). {2.2, 2.3.4, 2.3.5, 2.6, 4.3.7, 4.5.2, cuadro 4.11}
- C.3.4 La mayoría de las medidas de remoción de CO<sub>2</sub> actuales y potenciales podrían tener impactos significativos en la tierra, la energía, el agua o los nutrientes si se aplicaran a gran escala (*nivel de confianza alto*). La forestación y la bioenergía pueden competir con otros usos de la tierra y tener impactos significativos en los sistemas agrícolas y alimentarios, la biodiversidad y otras funciones y servicios ecosistémicos (*nivel de confianza alto*). Se necesita una gobernanza eficaz para limitar las concesiones y garantizar la permanencia del carbono removido en reservorios terrestres, geológicos y marinos (*nivel de confianza alto*). La viabilidad y sostenibilidad del uso de la remoción de CO<sub>2</sub> podría mejorarse mediante un conjunto de opciones desplegadas a escalas importantes, aunque menores, en lugar de desplegar una única opción a escala muy grande (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.3b). {2.3.4, 2.4.4, 2.5.3, 2.6, 3.6.2, 4.3.2, 4.3.7, 4.5.2, 5.4.1, 5.4.2; recuadros generales 7 y 8 del capítulo 3, cuadro 4.11, cuadro 5.3, figura 5.3}
- C.3.5 Algunas medidas de remoción de CO<sub>2</sub> relacionadas con la AFOLU como la restauración de ecosistemas naturales y el secuestro de carbono en el suelo podrían arrojar cobeneficios como una mejor biodiversidad, calidad del suelo y seguridad alimentaria local. En caso de aplicarse a gran escala, esas medidas requerirían sistemas de gobernanza que permitieran una gestión sostenible de la tierra que conserve y proteja los depósitos de carbono terrestres y otras funciones y servicios ecosistémicos (*nivel de confianza medio*). (Figura RRP.4) {2.3.3, 2.3.4, 2.4.2, 2.4.4, 3.6.2, 5.4.1, recuadros generales 3 del capítulo 1 y 7 del capítulo 3, 4.3.2, 4.3.7, 4.4.1, 4.5.2, cuadro 2.4}

## D. Fortalecimiento de la respuesta mundial en el contexto del desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza

**D.1** Según las estimaciones del resultado de las emisiones globales derivadas de las actuales ambiciones de mitigación declaradas a nivel nacional y comunicadas con arreglo al Acuerdo de París, las emisiones globales de gases de efecto invernadero<sup>18</sup> serían en 2030 de 52-58 GtCO<sub>2</sub>eq año<sup>-1</sup> (*nivel de confianza medio*). Las trayectorias que reflejan esas ambiciones no limitarían el calentamiento global a 1,5 °C, incluso aunque se vieran complementadas con aumentos, muy complejos, en la escala y ambición de las reducciones en las emisiones después de 2030 (*nivel de confianza alto*). Evitar el sobrepaso y la dependencia de la aplicación de la remoción de dióxido de carbono a gran escala en el futuro solo se puede lograr si las emisiones globales de CO<sub>2</sub> comienzan a disminuir mucho antes de 2030 (*nivel de confianza alto*). {1.2, 2.3, 3.3, 3.4, 4.2, 4.4, recuadro general 11 del capítulo 4}

D.1.1 Las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido muestran claras reducciones en las emisiones en 2030 (*nivel de confianza alto*). Todas las trayectorias salvo una muestran una disminución en las emisiones globales de gases de efecto invernadero hasta una cifra inferior a 35 GtCO<sub>2</sub>eq año<sup>-1</sup> en 2030, y la mitad de las trayectorias disponibles bajan al rango de 25-30 GtCO<sub>2</sub>eq año<sup>-1</sup> (rango intercuartílico), lo que supone una disminución del 40-50 % desde los niveles de 2010 (*nivel de confianza alto*). Las trayectorias que reflejan la actual ambición de mitigación declarada a nivel nacional hasta 2030 concuerdan en general con las trayectorias costo-efectivas que conducen a un calentamiento global de alrededor de 3 °C en 2100, con una continuación del calentamiento posteriormente (*nivel de confianza medio*). {2.3.3, 2.3.5, recuadro general 11 del capítulo 4, 5.5.3.2}

D.1.2 Las trayectorias con sobrepaso producen mayores impactos y problemas conexos en comparación con las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C con sobrepaso nulo o reducido (*nivel de confianza alto*). Dar marcha atrás al calentamiento después de producirse un sobrepaso de 0,2 °C o más durante el presente siglo supondría aumentar la escala y aplicar la remoción de dióxido de carbono a tasas y volúmenes que tal vez no se podrían alcanzar en vista de los considerables desafíos de implementación (*nivel de confianza medio*). {1.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.1, 3.3, 4.3.7, recuadro general 8 del capítulo 3, recuadro general 11 del capítulo 4}

D.1.3 Cuanto menores sean las emisiones en 2030, menores serán los desafíos para limitar el calentamiento global a 1,5 °C después de 2030 con sobrepaso nulo o reducido (*nivel de confianza alto*). Entre los desafíos asociados al retraso en las actuaciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero cabe mencionar el riesgo del aumento de los costos, el encerramiento en la infraestructura emisora de carbono, los activos abandonados y una menor flexibilidad en las futuras opciones de respuesta a medio y largo plazo (*nivel de confianza alto*). Son factores que pueden hacer aumentar de forma desigual los impactos distributivos entre los países con diferentes fases de desarrollo (*nivel de confianza medio*). {2.3.5, 4.4.5, 5.4.2}

**D.2** Los impactos evitados del cambio climático en el desarrollo sostenible, la erradicación de la pobreza y la disminución de las desigualdades serán mayores si el calentamiento global se limita a 1,5 °C en lugar de 2 °C, haciendo que sean máximas las sinergias de la mitigación y adaptación y mínimas las concesiones (*nivel de confianza alto*). {1.1, 1.4, 2.5, 3.3, 3.4, 5.2, cuadro 5.1}

D.2.1 Los impactos del cambio climático y las respuestas a estos están estrechamente vinculados al desarrollo sostenible que equilibra el bienestar social, la prosperidad económica y la protección ambiental. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, adoptados en 2015, brindan un marco establecido para evaluar los vínculos entre el calentamiento global de 1,5 °C o 2 °C y los objetivos de desarrollo que incluyen la erradicación de la pobreza, la reducción de las desigualdades y la acción climática (*nivel de confianza alto*). {Recuadro general 4 del capítulo 1, 1.4, 5.1}

D.2.2 Las consideraciones de ética y equidad pueden ayudar a afrontar la desigual distribución de los impactos adversos asociados con niveles de calentamiento global de 1,5 °C o superiores, así como de la mitigación y la adaptación, en particular respecto de los pobres y las poblaciones desfavorecidas, en todas las sociedades (*nivel de confianza alto*). {1.1.1, 1.1.2, 1.4.3, 2.5.3, 3.4.10, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, recuadro general 4 del capítulo 1, recuadros generales 6 y 8 del capítulo 3, recuadro general 12 del capítulo 5}

<sup>18</sup> Las emisiones de gases de efecto invernadero se han añadido con los valores de potencial de calentamiento global a 100 años del Segundo Informe de Evaluación del IPCC.

D.2.3 La mitigación y la adaptación que son coherentes con la limitación del calentamiento global a 1,5 °C se sustentan mediante condiciones habilitadoras, evaluadas en el presente informe a través de las dimensiones de viabilidad geofísica, ambiental-ecológica, tecnológica, económica, sociocultural e institucional. El fortalecimiento de la gobernanza en múltiples niveles, la capacidad institucional, los instrumentos de política, la innovación tecnológica y la transferencia y movilización de financiación, así como los cambios en el comportamiento y los estilos de vida de las personas son condiciones habilitadoras que mejoran la viabilidad de las opciones de mitigación y adaptación para las transiciones sistémicas coherentes con 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). {1.4, recuadro general 3 del capítulo 1, 4.4, 4.5, 5.6}

### **D.3 Las opciones de adaptación específicas a contextos nacionales, si se seleccionan cuidadosamente junto con condiciones habilitadoras, tendrán beneficios para el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza con un calentamiento global de 1,5 °C, aunque es posible que haya que asumir concesiones (*nivel de confianza alto*). {1.4, 4.3, 4.5}**

D.3.1 Las opciones de adaptación que reducen la vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales tienen muchas sinergias con el desarrollo sostenible si se gestionan bien; por ejemplo, al garantizar la seguridad de los alimentos y el agua, reducir los riesgos de desastres, mejorar las condiciones de salud, mantener los servicios ecosistémicos y reducir la pobreza y la desigualdad (*nivel de confianza alto*). El aumento de la inversión en infraestructura física y social es una condición habilitadora fundamental para mejorar la resiliencia y las capacidades de adaptación de las sociedades. Esos beneficios pueden darse en la mayoría de las regiones con adaptación hacia un calentamiento global de 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). {1.4.3, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.3, 4.5.3, 5.3.1, 5.3.2}

D.3.2 La adaptación a un calentamiento global de 1,5 °C también puede dar lugar a concesiones o malas adaptaciones con impactos adversos en el desarrollo sostenible. Por ejemplo, los proyectos de adaptación, cuando están mal diseñados o implementados, pueden hacer que en diversos sectores aumenten las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso de agua, aumente la desigualdad de género y social, se deterioren las condiciones de salud y se interfiera en los ecosistemas naturales (*nivel de confianza alto*). Esas concesiones se pueden reducir mediante adaptaciones que presten atención a la pobreza y el desarrollo sostenible (*nivel de confianza alto*). {4.3.2, 4.3.3, 4.5.4, 5.3.2; recuadros generales 6 y 7 del capítulo 3}

D.3.3 La combinación de las opciones de adaptación y mitigación para limitar el calentamiento global a 1,5 °C, aplicadas de manera participativa e integrada, puede permitir rápidas transiciones sistémicas en las zonas urbanas y rurales (*nivel de confianza alto*). Son opciones que presentan su máxima efectividad cuando se conjugan con un desarrollo económico y sostenible, y cuando los gobiernos y las instancias decisorias locales y regionales cuentan con el apoyo de los gobiernos nacionales (*nivel de confianza medio*). {4.3.2, 4.3.3, 4.4.1, 4.4.2}

D.3.4 Las opciones de adaptación que también mitigan las emisiones pueden ofrecer sinergias y ahorros de costos en la mayoría de los sectores y las transiciones sistémicas, como en los casos en que la gestión de la tierra reduce las emisiones y los riesgos de desastres o cuando los edificios de baja emisión de carbono también se diseñan para que su ambientación sea eficiente. Las concesiones entre la mitigación y la adaptación para limitar el calentamiento global a 1,5 °C, como en los casos en que se utiliza tierra para cultivos bioenergéticos, reforestación o forestación que se necesita para la adaptación agrícola, pueden menoscabar la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia, las funciones y servicios ecosistémicos y otros aspectos del desarrollo sostenible (*nivel de confianza alto*). {3.4.3, 4.3.2, 4.3.4, 4.4.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.4}

### **D.4 Las opciones de mitigación coherentes con las trayectorias de 1,5 °C están asociadas con múltiples sinergias y concesiones entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Si bien el número total de posibles sinergias supera al número de concesiones, su efecto neto dependerá del ritmo y la magnitud de los cambios, la composición del conjunto de medidas de mitigación y la gestión de la transición (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.4) {2.5, 4.5, 5.4}**

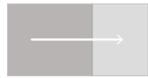
D.4.1 Las trayectorias de 1,5 °C presentan sólidas sinergias, en particular respecto de los ODS 3 (salud), 7 (energía limpia), 11 (ciudades y comunidades), 12 (consumo y producción responsables) y 14 (océanos) (*nivel de confianza muy alto*). Algunas trayectorias de 1,5 °C asumen concesiones potenciales con la mitigación respecto de los ODS 1 (pobreza), 2 (hambre), 6 (agua) y 7 (acceso a la energía), si no se gestionan con cuidado (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.4) {5.4.2; figura 5.4, recuadros generales 7 y 8 del capítulo 3}

D.4.2 Las trayectorias de 1,5 °C que comprenden una baja demanda energética (p. ej., véase P1 en las figuras RRP.3a y RRP.3b), un bajo consumo de materiales y un bajo consumo de alimentos asociados a altas emisiones de gases de efecto invernadero conllevan las sinergias más pronunciadas y el menor número de concesiones con respecto al desarrollo sostenible y los ODS (*nivel de confianza alto*). Esas trayectorias reducirían la dependencia en la remoción de dióxido de carbono. En las trayectorias modelizadas, el desarrollo sostenible, la erradicación de la pobreza y la reducción de la desigualdad pueden apoyar la limitación del calentamiento global a 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). (Figura RRP.3b, figura RRP.4) {2.4.3, 2.5.1, 2.5.3, figura 2.4, figura 2.28, 5.4.1, 5.4.2, figura 5.4}

## Vínculos indicativos entre las opciones de mitigación y el desarrollo sostenible respecto de los ODS (los vínculos no muestran los costos y beneficios)

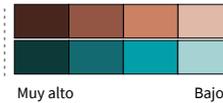
Las opciones de mitigación desplegadas en cada sector pueden asociarse con efectos positivos (sinergias) o negativos (concesiones) potenciales respecto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El grado en que ese potencial se materialice dependerá del conjunto de opciones de mitigación seleccionado, del diseño de las políticas de mitigación y de las circunstancias y contextos locales. En particular, en el sector de la demanda de energía, el potencial de sinergias es superior al de concesiones. Las barras agrupan opciones evaluadas individualmente mediante el nivel de confianza y tienen en cuenta la relativa fuerza de las conexiones evaluadas entre la mitigación y los ODS.

La longitud muestra la fuerza de la conexión

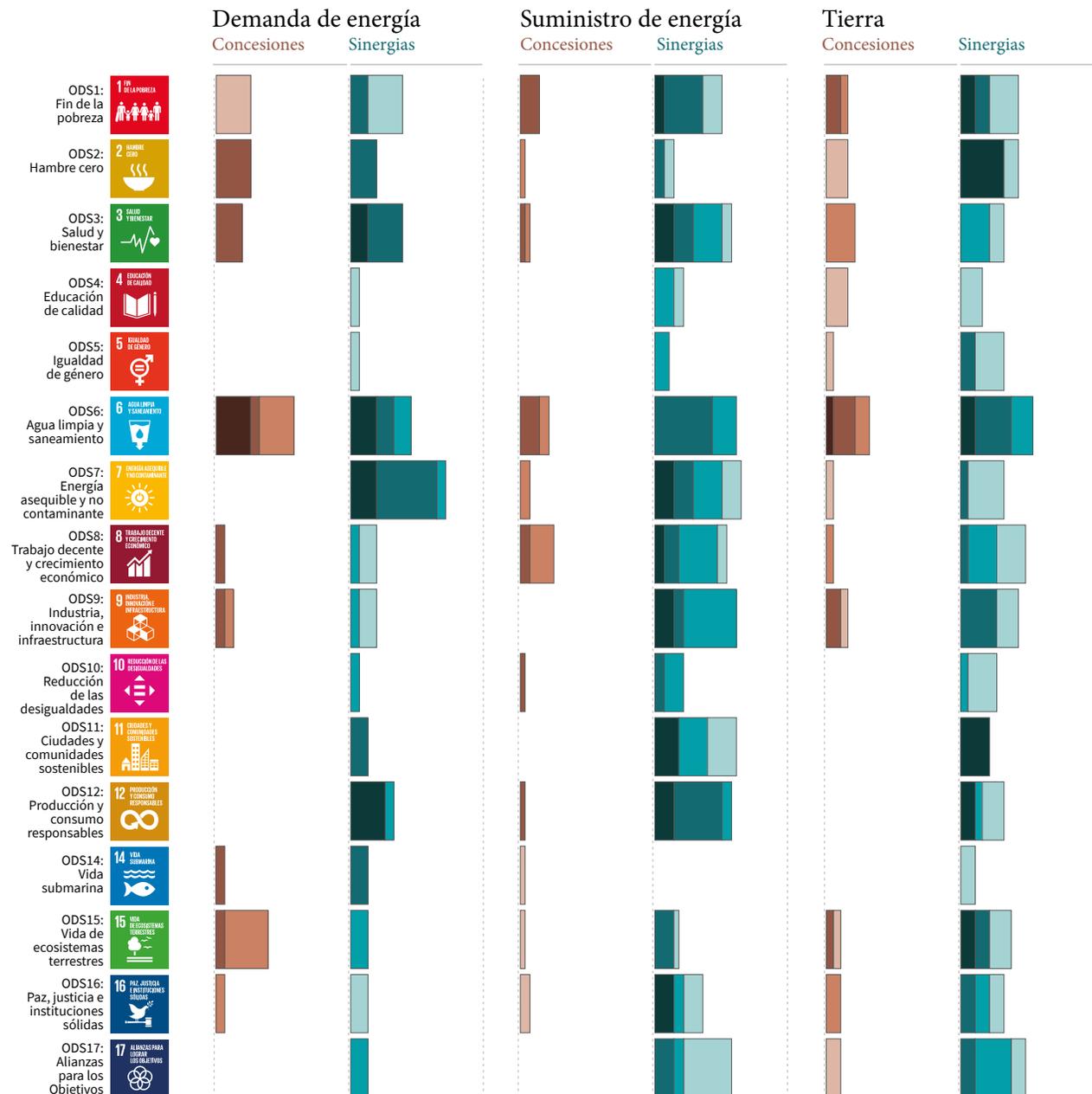


El tamaño total de las barras coloreadas representa la fuerza relativa para las sinergias y concesiones entre las opciones de mitigación sectorial y los ODS.

Las gradaciones de color indican el nivel de confianza



Las gradaciones de color representan el nivel de confianza del potencial evaluado para las **concesiones/sinergias**



**Figura RRP.3b** | Sinergias y concesiones potenciales entre el conjunto sectorial de opciones de mitigación del cambio climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los ODS sirven de marco analítico para la evaluación de las diferentes dimensiones del desarrollo sostenible, que se extienden más allá del marco temporal de las metas de los ODS, el año 2030. La evaluación se basa en la literatura sobre las opciones de mitigación que se consideran pertinentes para 1,5 °C. El cálculo de la fuerza de las interacciones de los ODS se basa en la evaluación cualitativa y cuantitativa de las distintas opciones de mitigación expuestas en el cuadro 5.2. Para cada opción de mitigación, se ha evaluado la fuerza de la conexión con el ODS así como el nivel de confianza asociado de la literatura esencial (sombreados en verde y rojo). Se ha añadido la fuerza de las conexiones positivas (sinergias) y las conexiones negativas (concesiones) entre todas las distintas opciones dentro de un sector (véase el cuadro 5.2) dentro de los potenciales sectoriales para el conjunto de las opciones de mitigación. Las áreas (en blanco) fuera de las barras, que indican que no existen interacciones, tienen asociado un *nivel de confianza bajo* debido a la incertidumbre existente y el reducido número de estudios que analizan efectos indirectos. La fuerza de la conexión considera únicamente el efecto de la mitigación y no incluye los beneficios de la evitación de impactos. El ODS 13 (acción climática) no figura en la lista porque la mitigación se considera en términos de interacciones con los ODS y no al contrario. Las barras indican la fuerza de la conexión y no consideran la fuerza del impacto en los ODS. El sector de la demanda energética comprende respuestas de comportamiento, la sustitución de combustible y las opciones de eficiencia en el sector del transporte, la industria y los edificios, así como las opciones de captura de carbono en el sector de la industria. Las opciones estudiadas en el sector del suministro energético comprenden la energía renovable de biomasa y distinta de la procedente de biomasa, la energía nuclear, la captura y almacenamiento de dióxido de carbono con bioenergía y la captura y almacenamiento de dióxido de carbono con combustibles fósiles. Las opciones en el sector de la tierra comprenden opciones agrícolas y forestales; dietas sostenibles y menor desperdicio de alimentos; secuestro de carbono en el suelo; ganadería y aprovechamiento del estiércol; reducción de la deforestación; forestación y reforestación; y abastecimiento responsable. Además de la exposición de la figura, las opciones en el sector de los océanos se estudian en el informe de base. {5.4, cuadro 5.2, figura 5.2}

La información sobre los impactos netos de la mitigación en el desarrollo sostenible en las trayectorias de 1,5 °C está disponible únicamente para un reducido número de ODS y de opciones de mitigación. Solo un número limitado de estudios han analizado los beneficios de la evitación de los impactos del cambio climático de las trayectorias de 1,5 °C para los ODS, así como los coefectos de la adaptación para la mitigación y los ODS. La evaluación de los potenciales de mitigación indicativos de la figura RRP.4 supone un paso más respecto del Quinto Informe de Evaluación (IE5) hacia una evaluación más exhaustiva e integrada en el futuro.

- D.4.3 Las trayectorias modelizadas de 1,5 °C y 2 °C generalmente dependen de la aplicación de medidas relacionadas con la tierra a gran escala como la forestación o el suministro de bioenergía, que, en caso de gestionarse inadecuadamente, pueden competir con la producción de alimentos y, por tanto, suscitar preocupaciones acerca de la seguridad alimentaria (*nivel de confianza alto*). Los impactos de las opciones de remoción de dióxido de carbono en los ODS dependen del tipo de opciones y la escala de aplicación (*nivel de confianza alto*). En caso de implementarse de manera deficiente, las opciones de remoción de dióxido de carbono tales como la BECCS y la AFOLU conducirían a concesiones. Para que el diseño y la aplicación sean adecuados al contexto se deben considerar las necesidades de las personas, la biodiversidad y otras dimensiones del desarrollo (*nivel de confianza muy alto*). (Figura RRP.4) {5.4.1.3, recuadro general 7 del capítulo 3}
- D.4.4 La mitigación coherente con las trayectorias de 1,5 °C crea riesgos para el desarrollo sostenible en regiones con alta dependencia de combustibles fósiles en relación con la generación de ingresos y empleo (*nivel de confianza alto*). Las políticas que promueven la diversificación de la economía y el sector de la energía pueden afrontar los desafíos conexos (*nivel de confianza alto*). {5.4.1.2, recuadro 5.2}
- D.4.5 Las políticas redistributivas, entre los sectores y las poblaciones, que protegen a los pobres y las personas vulnerables pueden ser una solución para las concesiones en una serie de Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular los relativos al hambre, la pobreza y el acceso a la energía. Las necesidades de inversión para esas políticas complementarias son solo una pequeña fracción de las inversiones globales en mitigación en las trayectorias de 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). {2.4.3, 5.4.2, figura 5.5}
- D.5 Para limitar los riesgos de un calentamiento global de 1,5 °C en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza es necesario que las transiciones en los sistemas puedan posibilitarse mediante un aumento de inversiones en adaptación y mitigación, instrumentos de política, la aceleración de la innovación tecnológica y cambios de comportamiento (*nivel de confianza alto*). {2.3, 2.4, 2.5, 3.2, 4.2, 4.4, 4.5, 5.2, 5.5, 5.6}**
- D.5.1 La asignación de financiación a inversiones en infraestructura para mitigación y adaptación podría aportar recursos adicionales, para lo cual podría ser necesaria la movilización de fondos privados por inversores institucionales, administradores de activos y bancos de desarrollo o inversión, así como la aportación de fondos públicos. Las políticas gubernamentales que reducen el riesgo de las inversiones en bajas emisiones y adaptación pueden facilitar la movilización de fondos privados y mejorar la efectividad de otras políticas públicas. Los estudios indican que existe una serie de complicaciones tales como el acceso a la financiación y la movilización de fondos (*nivel de confianza alto*). {2.5.1, 2.5.2, 4.4.5}

- D.5.2 Es difícil calcular cuánta financiación en adaptación es congruente con un calentamiento global de 1,5 °C y compararla con un calentamiento global de 2 °C. La falta de conocimiento comprende datos insuficientes para calcular inversiones específicas que aumenten la resiliencia climática, partiendo de la base de la actual infraestructura básica con inversión insuficiente. Las estimaciones de los costos de adaptación podrían ser inferiores para un calentamiento global de 1,5 °C que para uno de 2 °C. Las necesidades de adaptación normalmente han estado apoyadas por fuentes del sector público como presupuestos gubernamentales nacionales y subnacionales, y en los países en desarrollo se han satisfecho en combinación con el apoyo de la asistencia para el desarrollo, así como por bancos multilaterales de desarrollo y canales de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (*nivel de confianza medio*). Más recientemente se ha ido adquiriendo mayor comprensión acerca de la escala y el aumento en la financiación procedente de organizaciones no gubernamentales y el sector privado en algunas regiones (*nivel de confianza medio*). Entre las barreras cabe destacar la escala de la financiación en adaptación, la reducida capacidad y el acceso a la financiación para la adaptación (*nivel de confianza medio*). {4.4.5, 4.6}
- D.5.3 Las trayectorias de los modelos globales que limitan el calentamiento global a 1,5 °C se han previsto para que contemplen necesidades de inversión media anual en el sistema energético del orden de 2,4 billones USD de 2010 entre 2016 y 2035, lo que supone aproximadamente el 2,5% del PIB mundial (*nivel de confianza medio*). {4.4.5, recuadro 4.8}
- D.5.4 Los instrumentos de política pueden contribuir a la movilización de recursos adicionales, incluido a través de desplazar inversiones y ahorros a nivel mundial y mediante instrumentos basados y no basados en el mercado, y medidas complementarias que aseguren la equidad de la transición, reconocer los problemas relacionados con la implementación, como los costos energéticos, la depreciación de los activos y las repercusiones en la competencia internacional, y utilizar las oportunidades para maximizar los cobeneficios (*nivel de confianza alto*). {1.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.1, 2.5.2, recuadro general 8 del capítulo 3, recuadro general 11 del capítulo 4, 4.4.5, 5.5.2}
- D.5.5 Las transiciones sistémicas coherentes con la adaptación a un calentamiento global de 1,5 °C y su limitación comprenden la adopción generalizada de tecnologías y prácticas nuevas y posiblemente disruptivas y una innovación mejorada impulsada por las cuestiones climáticas. Para esas transiciones se necesitan capacidades mejoradas de innovación tecnológica, incluso en la industria y la financiación. Tanto las políticas de innovación nacionales como la cooperación internacional pueden contribuir al desarrollo, la comercialización y la adopción generalizada de tecnologías de mitigación y adaptación. Las políticas de innovación pueden ser más eficaces cuando conjugan el apoyo público a la investigación y el desarrollo con combinaciones de políticas que ofrezcan incentivos a la difusión de tecnología (*nivel de confianza alto*). {4.4.4, 4.4.5}
- D.5.6 Los enfoques educativos, informativos y comunitarios, incluidos los que se basan en los conocimientos indígenas y locales, pueden acelerar los cambios de comportamiento a gran escala que sean coherentes con la adaptación al calentamiento global de 1,5 °C y su limitación. Esos enfoques son más eficaces cuando se combinan con otras políticas y se ajustan a las motivaciones, las capacidades y los recursos de los actores y los contextos específicos (*nivel de confianza alto*). La aceptabilidad pública puede permitir o impedir la aplicación de políticas y medidas destinadas a limitar el calentamiento global a 1,5 °C y a adaptarse a las consecuencias. La aceptabilidad pública depende de la evaluación individual de las consecuencias previstas de las políticas, la equidad percibida de la distribución de esas consecuencias y la equidad percibida de los procedimientos de decisión (*nivel de confianza alto*). {1.1, 1.5, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.3, recuadro 4.3, 5.5.3, 5.6.5}
- D.6 El desarrollo sostenible apoya, y a menudo permite, las transiciones y transformaciones sociales y sistémicas fundamentales que ayudan a limitar el calentamiento global a 1,5 °C. Esos cambios facilitan el seguimiento de trayectorias de desarrollo resilientes al clima que logran una mitigación y adaptación ambiciosa en conjunción con la erradicación de la pobreza y los esfuerzos por reducir las desigualdades (*nivel de confianza alto*). {Recuadro 1.1, 1.4.3, figura 5.1, 5.5.3, recuadro 5.3}**
- D.6.1 La justicia social y la equidad son aspectos básicos de las trayectorias de desarrollo resilientes al clima que tienen como objetivo limitar el calentamiento global a 1,5 °C, en la medida en que afrontan desafíos y concesiones inevitables, amplían las oportunidades y garantizan la reflexión sobre las opciones, visiones y valores entre y dentro de los países y las comunidades, sin provocar un empeoramiento de la situación de los pobres y las personas desfavorecidas (*nivel de confianza alto*). {5.5.2, 5.5.3, recuadro 5.3, figura 5.1, figura 5.6, recuadros generales 12 y 13 del capítulo 5}
- D.6.2 El potencial de las trayectorias de desarrollo resilientes al clima difiere entre y dentro de las regiones y las naciones, debido a los distintos contextos de desarrollo y vulnerabilidades sistémicas (*nivel de confianza muy alto*). Hasta la fecha, los esfuerzos desplegados en congruencia con esas trayectorias han sido reducidos (*nivel de confianza medio*), y esfuerzos más intensos supondrían el fortalecimiento y la acción oportuna de todos los países y agentes no estatales (*nivel de confianza alto*). {5.5.1, 5.5.3, figura 5.1}

- D.6.3 Las trayectorias que son coherentes con el desarrollo sostenible muestran menos desafíos de mitigación y adaptación y se asocian con menores costos de mitigación. La gran mayoría de los estudios de modelización no podrían construir trayectorias caracterizadas por una falta de cooperación internacional, desigualdad y pobreza que fueran capaces de limitar el calentamiento global a 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). {2.3.1, 2.5.1, 2.5.3, 5.5.2}
- D.7 El fortalecimiento de las capacidades para la acción climática de las autoridades nacionales y subnacionales, la sociedad civil, el sector privado, las poblaciones indígenas y las comunidades locales puede apoyar la aplicación de medidas ambiciosas derivadas necesariamente de la limitación del calentamiento global a 1,5 °C (*nivel de confianza alto*). La cooperación internacional puede aportar un entorno habilitador para conseguir ese fortalecimiento en todos los países y para todas las personas, en el contexto del desarrollo sostenible. La cooperación internacional es un catalizador decisivo para los países en desarrollo y las regiones vulnerables (*nivel de confianza alto*). {1.4, 2.3, 2.5, 4.2, 4.4, 4.5, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5, recuadro 4.1, recuadro 4.2, recuadro 4.7, recuadro 5.3, recuadro general 9 del capítulo 4, recuadro general 13 del capítulo 5}**
- D.7.1 Las asociaciones en las que intervienen agentes públicos no estatales y privados, inversionistas institucionales, el sistema bancario, la sociedad civil e instituciones científicas facilitarían las acciones y respuestas coherentes con la limitación de un calentamiento global a 1,5 °C (*nivel de confianza muy alto*). {1.4, 4.4.1, 4.2.2, 4.4.3, 4.4.5, 4.5.3, 5.4.1, 5.6.2, recuadro 5.3}.
- D.7.2 La cooperación en materia de gobernanza responsable fortalecida a diversos niveles, con la participación de agentes no estatales como la industria, la sociedad civil e instituciones científicas y la inclusión de políticas sectoriales y transectoriales coordinadas a varios niveles de gobernanza, políticas sensibles a las cuestiones de género y financiación que comprenda financiación innovadora y cooperación en materia de desarrollo y transferencia de tecnología, puede garantizar la participación, transparencia, creación de capacidades y aprendizaje entre los diferentes agentes (*nivel de confianza alto*). {2.5.1, 2.5.2, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3, recuadro general 9 del capítulo 4, 5.3.1, 5.5.3, recuadro general 13 del capítulo 5, 5.6.1, 5.6.3}
- D.7.3 La cooperación internacional es un catalizador decisivo para que los países en desarrollo y las regiones vulnerables fortalezcan su acción dirigida a la implementación de respuestas climáticas coherentes con 1,5 °C, entre otras cosas porque mejora el acceso a la financiación y la tecnología y potencia las capacidades domésticas, teniendo en cuenta las circunstancias y necesidades nacionales y locales (*nivel de confianza alto*). {2.3.1, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.4, 4.4.5, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, recuadro 4.1, recuadro 4.2, recuadro 4.7}.
- D.7.4 Los esfuerzos colectivos a todos los niveles, de maneras que reflejen las diferentes circunstancias y capacidades, para el seguimiento de las trayectorias que limitan el calentamiento global a 1,5 °C, teniendo en cuenta tanto la equidad como la efectividad, pueden facilitar el fortalecimiento de la respuesta mundial al cambio climático y lograr el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza (*nivel de confianza alto*). {1.4.2, 2.3.1, 2.5.1, 2.5.2, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3}

## Recuadro RRP.1: Conceptos básicos fundamentales para este informe especial

**Temperatura media global en superficie (*global mean surface temperature (GMST)*):** Promedio global estimado de las temperaturas del aire cerca de superficie sobre tierra y el hielo marino, y las temperaturas superficiales del mar sobre regiones oceánicas libres de hielo, con cambios que normalmente se expresan como desviaciones respecto de un valor durante un período de tiempo determinado. Cuando se calculan los cambios en la temperatura media global en superficie, también se utiliza la temperatura del aire cerca de la superficie sobre la tierra y sobre el mar.<sup>19</sup> {1.2.1.1}

**Preindustrial (*pre-industrial*):** Período de varios siglos antes del inicio de la actividad industrial a gran escala en torno al año 1750. El período de referencia 1850-1900 se utiliza para establecer una temperatura media global en superficie aproximada en los niveles preindustriales. {1.2.1.2}

**Calentamiento global (*global warming*):** Aumento estimado de la temperatura media global en superficie promediada durante un período de 30 años, o durante el período de 30 años centrado en un año o decenio particular, expresado en relación con los niveles preindustriales a menos que se especifique de otra manera. Para los períodos de 30 años que abarcan años pasados y futuros, se asume que continúa la actual tendencia de calentamiento multidecenal. {1.2.1}

**Emisiones netas de CO<sub>2</sub> iguales a cero (*net-zero CO<sub>2</sub> emissions*):** Las emisiones netas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) iguales a cero se logran cuando las emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub> se equilibran globalmente con las remociones antropógenas de CO<sub>2</sub> en un período de tiempo determinado.

**Remoción de dióxido de carbono (*carbon dioxide removal (CDR)*):** Actividad antropógena por la que se remueve CO<sub>2</sub> de la atmósfera y se almacena de forma duradera en reservorios geológicos, terrestres u oceánicos, o en productos. Incluye el refuerzo antropógeno actual y potencial de los sumideros biológicos o geoquímicos y la captura directa de aire y almacenamiento, pero excluye la remoción natural de CO<sub>2</sub> no directamente causada por actividades humanas.

**Presupuesto de carbono total (*total carbon budget*):** Estimación de las emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub> netas acumuladas desde el período preindustrial hasta el momento en que las emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzan el cero neto con el resultado, con cierta probabilidad, de la limitación del calentamiento global a un determinado nivel, teniendo en cuenta el impacto de otras emisiones antropógenas. {2.2.2}

**Presupuesto de carbono restante (*remaining carbon budget*):** Estimación de las emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub> globales netas acumuladas desde una fecha de inicio dada hasta el momento en que las emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzan el cero neto con el resultado, con cierta probabilidad, de la limitación del calentamiento global a un determinado nivel, teniendo en cuenta el impacto de otras emisiones antropógenas. {2.2.2}

**Sobrepaso de la temperatura (*temperature overshoot*):** Superación temporal de un nivel específico de calentamiento global.

**Trayectorias de emisiones (*emission pathways*):** En el presente resumen para responsables de políticas, las trayectorias modelizadas de las emisiones antropógenas globales durante el siglo XXI se denominan trayectorias de emisiones. Las trayectorias de emisiones se clasifican según su trayectoria de la temperatura durante el siglo XXI: las trayectorias que, con una probabilidad mínima del 50 %, basándose en los conocimientos actuales, limitan el calentamiento global a menos de 1,5



