

Cambio climático: calentamiento global de 1,5 °C

DOI: [10.31978/014-18-009-X.I](https://doi.org/10.31978/014-18-009-X.I)

AIDA VELASCO MUNGUIRA
Oficina Española de Cambio Climático (OECC)

ERNESTO RODRÍGUEZ CAMINO
Área de Evaluación y Modelización del Clima (AEMC), Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

Si miramos cada problema por separado, ya sea la escasez de agua, el cambio climático o la pobreza -y abordamos cada uno también del mismo modo-, las soluciones que se nos ocurrirán serán de corto plazo, a menudo oportunistas, “remiendos” que no sirven para solucionar los desequilibrios más profundos.

La revolución necesaria (2008) – PETER SENGE, Científico de sistemas

Este anexo presenta de una forma resumida los principales resultados del informe especial del **Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático) (IPCC)** sobre los impactos de un calentamiento global de 1,5 °C y las sendas de emisión relacionadas. Los resultados aquí presentados forman parte del Sexto Ciclo de Evaluación (AR6) del IPCC, actualizando así los contenidos expuestos en el capítulo 29 en la página 477, al menos hasta junio de 2019.

Palabras clave: cambio climático, calentamiento global, sendas de emisión, gases de efecto invernadero, IPCC, AR6.

Imagen parte superior: Composición de una viñeta de CHAPPATTE CARTOONS aparecida en *The New York Times* y recogida para una conferencia por VALERIE MASSON-DELMOTTE, primer autor del informe AR6 del IPCC sobre el calentamiento global de 1,5 °C, con la Figura 2 de este anexo que representa una reducción de las emisiones de CO₂ (ver texto).

I.1 Introducción

Este anexo presenta de una forma resumida los principales resultados del informe especial del IPCC sobre los impactos de un calentamiento global de 1,5 °C y las *sendas de emisión* relacionadas. En este contexto, el término *sendas* se refiere a la evolución temporal de los sistemas naturales y/o humanos hacia un estado futuro. Las sendas de emisiones, en este caso particular, se refieren a las evoluciones de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) compatibles con un calentamiento global de 1,5 °C. Los resultados aquí presentados forman parte del Sexto Ciclo de Evaluación (AR6) del IPCC y son los más recientes (octubre 2018) producidos por el IPCC hasta el momento de impresión de este libro ([2], [3]). El Acuerdo de París alcanzado bajo la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptado en diciembre de 2015 en París, Francia, durante la 21ª sesión de la Conferencia de las Partes (COP21) de la CMNUCC (UNFCCC 2015 [4]). El acuerdo, adoptado por 196 partes, entró en vigor en noviembre de 2016 y dos años después ya había sido ratificado por 184 partes. El citado Acuerdo de París [4] insta a *mantener el aumento de la temperatura media global por debajo de 2 °C respecto a los niveles preindustriales y hacer esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C*, reconociendo que esto reduciría significativamente los riesgos e impactos del cambio climático. El Acuerdo apunta también a reforzar la capacidad

de los países para combatir los impactos del cambio climático. Se prevé que el Acuerdo de París [4] entre plenamente en vigor en 2020. Formando parte de la decisión para adoptar el Acuerdo de París, el IPCC fue invitado a elaborar un informe especial sobre el calentamiento de 1,5 °C sobre el nivel preindustrial y las sendas de emisión relacionadas. El IPCC aceptó esta invitación añadiendo además que este estudio se realizaría en el contexto del refuerzo de la respuesta global al cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos para erradicar la pobreza.

I.2 Diagnóstico de la situación actual

El calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1 °C sobre el nivel preindustrial. El calentamiento es desigual, siendo mayor en muchas regiones, en particular, en la región Ártica este calentamiento se sitúa entre el doble y el triple de la media global. El calentamiento está actualmente aumentando a un ritmo de 0,2 °C por década debido a las emisiones pasadas y presentes de GEI. Considerando solamente las emisiones pasadas es improbable que se supere 1,5 °C de aumento de la temperatura media global con respecto al nivel preindustrial. Si las emisiones continuasen al ritmo actual se alcanzaría un calentamiento de 1,5 °C entre 2030 y 2052 (Figura I.1).

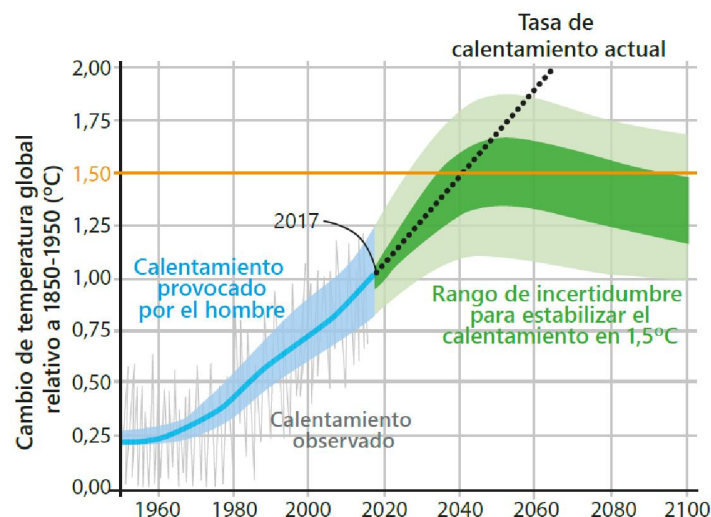


Figura I.1: Cambio de temperatura media anual observada relativa a la media entre 1850-1950 (línea gris fina). También se incluye la extrapolación suponiendo el actual ritmo de emisiones (línea negra a trazos) y una estimación de las incertidumbres, así como sendas que estabilizan el calentamiento por debajo de 1,5 °C (fuente: Figura 1 de AEMET y OECC 2018 [1]).

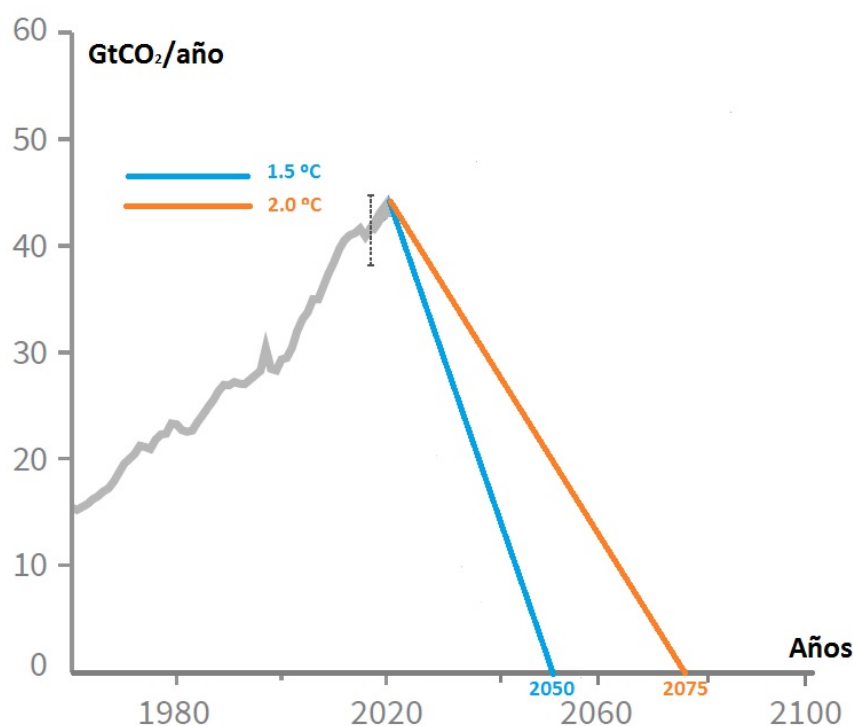


Figura I.2: Reducción de las emisiones de CO₂ hasta que se alcanzan cero emisiones netas en sendas simuladas compatibles con un calentamiento de 1,5 °C y 2 °C (fuente: Figura 3 de AEMET y OECC 2018 [1]).

El calentamiento causado por las emisiones antropogénicas persistirá durante siglos y milenios causando cambios a largo plazo en el sistema climático, tales como la subida del nivel del mar e impactos asociados. En las sendas simuladas que limitan el calentamiento a 1,5 °C las emisiones de CO₂ se reducen en aproximadamente un 45 % desde 2010 hasta 2030, alcanzando emisiones netas cero alrededor de 2050. En las sendas que limitan el calentamiento a 2 °C las emisiones se reducen en aproximadamente un 20 % desde 2010 hasta 2030, alcanzando emisiones netas cero alrededor de 2075 (Figura I.2). Las emisiones de otros forzamientos distintos del CO₂ muestran fuertes reducciones que son similares en las sendas de 1,5 °C y 2 °C.

El cumplimiento de los actuales compromisos de mitigación bajo el Acuerdo de París [4] no es suficiente para limitar el calentamiento global a 1,5 °C, incluso si viene complementado con medidas ambiciosas y a gran escala después de 2030. Con las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND) bajo el Acuerdo de París, en las que cada país desarrolla sus planes para reducir las emisiones, se alcanzaría un calentamiento de alrededor de 3 °C en 2100 respecto al nivel preindustrial, ya que las emisiones serían de aproximadamente 50-58 GtCO₂eq (ver cuadro), lo

que duplica las tasas de emisión compatibles con un calentamiento de 1,5 °C.

La cantidad de carbono remanente (emisiones globales acumuladas de CO₂ desde principios de 2018 hasta el momento en el que las emisiones netas llegan a cero) compatible con un calentamiento 1,5 °C es de 570 Gt CO₂ con una probabilidad del 66 %. Estas estimaciones son mayores que las realizadas por el AR5 y están sujetas a unas incertidumbres que son similares a las cantidades mismas. Se espera poder actualizar estas estimaciones a medida que progresen las investigaciones, pero con la actual tasa de emisiones (aproximadamente 42 GtCO₂eq/año) este carbono remanente se consumirá en menos de dos décadas.

El CO₂ equivalente es una medida normalizada del conjunto de todos los gases de efecto invernadero (GEI) en el clima. Se define como la concentración de CO₂ que produciría el mismo nivel de forzamiento radiativo que una mezcla dada de CO₂ y otros GEI. Resulta de transformar el efecto de cada GEI en la cantidad de CO₂ que tendría un efecto equivalente, e integrarlo en una sola cifra. E. g.: 50-58 GtCO₂eq son 50-58 Gigatoneladas de CO₂ equivalente.

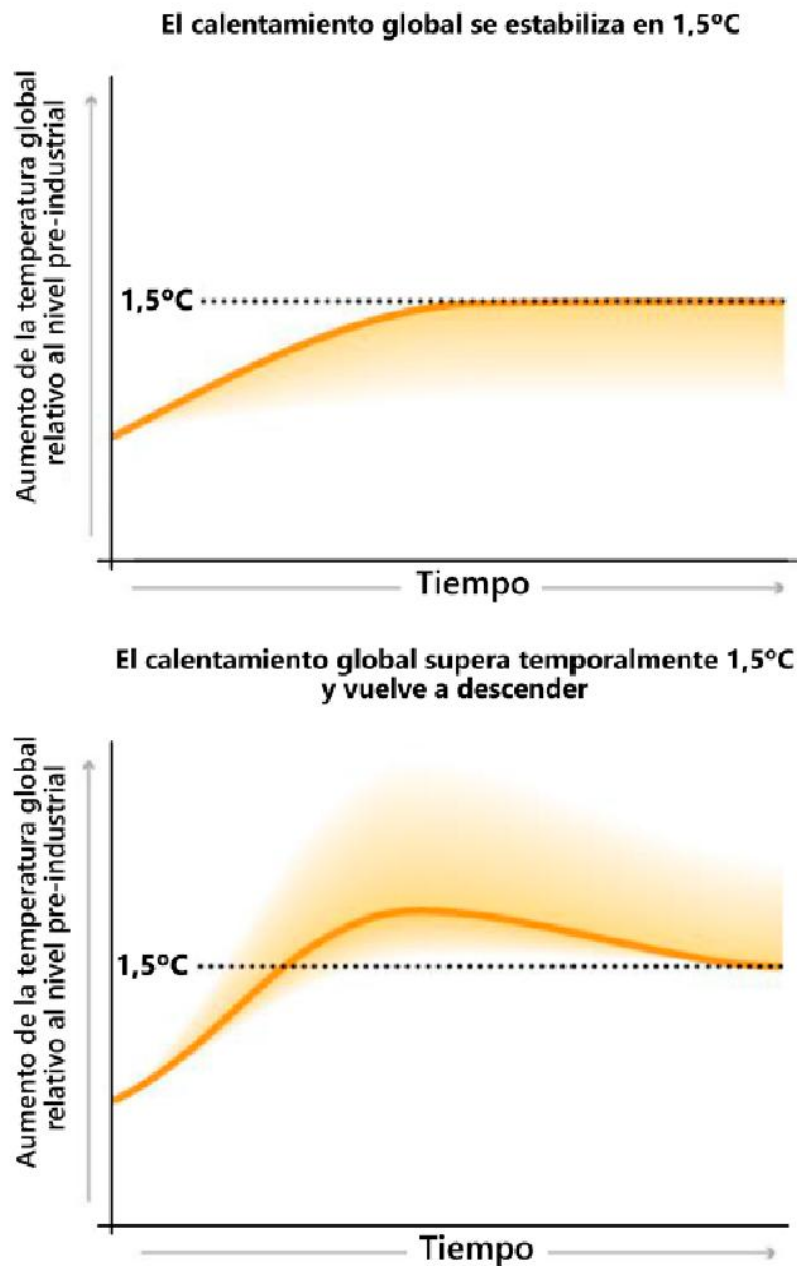


Figura I.3: Esquema del calentamiento global con y sin «overshooting» (fuente: Figura 2 de AEMET y OECC 2018 [1]).

I.3 Beneficios de limitar el calentamiento a 1,5 °C

Aunque en el Acuerdo de París [4] se presenta como objetivo a largo plazo el de mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C sobre los niveles preindustriales, se indica también la preferencia de limitar el aumento a 1,5 °C para reducir considerablemente los riesgos y el impacto del cambio climático. El informe del IPCC que aquí resumimos hace un exhaustivo repaso a los beneficios de limitar el calentamiento a 1,5 °C frente a 2 °C.

Existen dos tipos de sendas para limitar la subida de temperatura global a 1,5 °C respecto al nivel preindustrial: las que estabilizan el aumento de la temperatura a 1,5 °C y las que sobrepasan temporalmente (*overshooting*) el límite de 1,5 °C para alcanzar este aumento de temperatura a final de siglo (Figura I.3). Las sendas con *overshooting* implican alcanzar un máximo de temperatura seguido de una reducción en el calentamiento global conseguido mediante una eliminación antropogénica del CO₂ de la atmósfera que supere a las emisiones globales de GEI (emisiones negativas).

Esta eliminación de GEI de la atmósfera mediante actividades humanas es adicional a la eliminación que tendría lugar vía los procesos naturales del ciclo del carbono (Figura I.4 en la página siguiente b). Para el caso del CO₂, las emisiones negativas pueden conseguirse mediante captura del CO₂ directamente del aire, bioenergía con captura y almacenamiento, aforestación (plantación de bosques donde históricamente no los había), reforestación y *biochar* (carbón vegetal), entre otros.

Los riesgos dependerán del ritmo, de la posible superación temporal de la temperatura y de la duración del calentamiento global. Los riesgos serán mayores si el calentamiento excede temporalmente 1,5 °C para después volver al nivel de 1,5 °C. Además, se pueden sobrepasar umbrales de irreversibilidad (*tipping points*) con calentamientos situados entre 1,5 °C y 2 °C. Esto implicaría pérdidas irreversibles de muchos ecosistemas e inestabilidades del manto de hielo que podrían ocasionar aumentos del nivel del mar de varios metros en escalas de cientos a miles de años.

Los riesgos para los sistemas naturales y humanos son menores para un calentamiento de 1,5 °C que para uno de 2 °C, incluyendo la frecuencia e intensidad de extremos, impactos en la biodiversidad terrestre y marina, en los ecosistemas y sus servicios, la ganadería, suministros de agua y alimentos, salud y seguridad humana, infraestructuras y crecimiento económico. Los arrecifes coralinos de aguas cálidas se reducirán entre 70–90 % para 1,5 °C, con mayores pérdidas (>99 %) para 2 °C. Con un calentamiento de 1,5 °C se proyecta un desplazamiento de los rangos de muchas especies marinas hacia latitudes más altas, así como daños en muchos ecosistemas marinos, incluidas pérdidas de recursos costeros y reducción de la productividad de ecosistemas y acuicultura, especialmente en bajas latitudes, con riesgos de impacto mayores para 2 °C que para 1,5 °C. A partir de 105 000 especies estudiadas se proyecta que un 6 % de insectos, 8 % de plantas y 4 % de vertebrados perderán más de la mitad de su distribución geográfica determinada por el clima para un calentamiento de 1,5 °C. Para un calentamiento de 2 °C sería un 18 % de insectos, 16 % de plantas y 8 % de vertebrados. Otros impactos asociados a la biodiversidad, como los incendios forestales y el aumento de especies invasoras, serán menores con 1,5 °C que con 2 °C de calentamiento global.

La probabilidad de la desaparición del hielo marino

durante el verano en el océano Ártico es sustancialmente más baja con un calentamiento de 1,5 °C que con 2 °C. Con *overshooting* la pérdida de hielo marino ártico tardará décadas en revertirse. Aproximadamente el 4 % de la superficie terrestre sufrirá una transformación de los ecosistemas de un tipo a otro con un calentamiento de 1,5 °C. Esta transformación afectará al 13 % de la superficie con un calentamiento de 2 °C. Los riesgos asociados con el aumento del nivel del mar son mayores a 2 °C que a 1,5 °C de calentamiento. Un aumento del calentamiento amplifica la exposición de las islas pequeñas, las zonas costeras someras y los deltas y, consecuentemente, los riesgos asociados a muchos sistemas humanos y ecológicos, incluyendo el aumento de la intrusión salina, las inundaciones y los daños en infraestructuras. El aumento del nivel del mar más lento asociado a un calentamiento de 1,5 °C (Figura I.4 en la página siguiente c) reduce estos riesgos y favorece las oportunidades de adaptación, incluidas la gestión y restauración de los ecosistemas naturales costeros y el reforzamiento de las infraestructuras.

Limitar el calentamiento a 1,5 °C, comparado con 2 °C, se traducirá en menores reducciones en las cosechas de maíz, arroz, trigo y potencialmente de otros cereales, en particular en el África subsahariana, sudeste de Asia y América del Sur y Central, así como en la calidad nutricional del arroz y del trigo que depende del CO₂. Las reducciones en la disponibilidad de alimentos serán mayores con 2 °C que con 1,5 °C en el Sahel, sur de África, Mediterráneo, Europa central y el Amazonas. La ganadería también se verá perjudicada con un aumento de las temperaturas a través de la calidad de su alimentación, la extensión de enfermedades y la disponibilidad de agua.

Se proyectan menores riesgos a 1,5 °C que a 2 °C de calentamiento global para la salud humana, particularmente en relación con el calor y con las concentraciones de ozono. También serán menores los riesgos relacionados con las enfermedades de transmisión vectorial, tales como la malaria y el dengue, incluidos los potenciales desplazamientos en su distribución geográfica. Sin embargo, existen límites para la adaptación y pérdidas incluso para un calentamiento de 1,5 °C con implicaciones específicas para regiones y poblaciones vulnerables. Algunos impactos continuarán más allá de 2100, como el aumento del nivel del mar, o serán irreversibles, incluso si se limita el calentamiento a 1,5 °C.

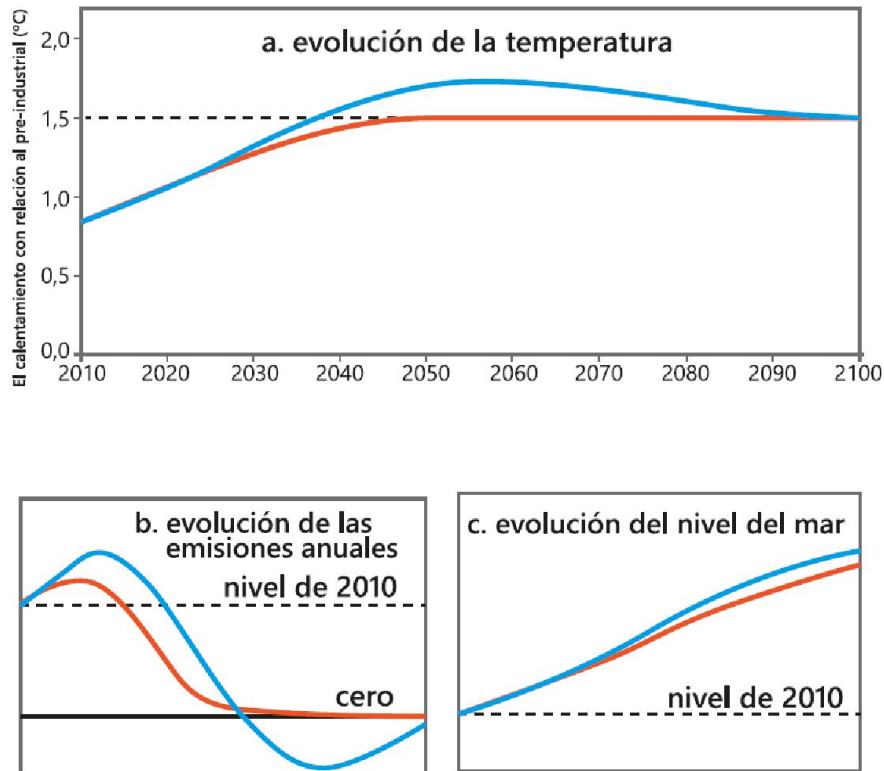


Figura 1.4: Diferentes sendas consistentes con un calentamiento de 1,5 °C. Esquema de la relación entre (a) la evolución del cambio de temperatura superficial media, con (b) la tasa de emisiones anuales y (c) el aumento del nivel del mar que continúa ascendiendo después de la estabilización de la temperatura (fuente: Figura 4 de AEMET y OECC 2018 [1]).

La región Mediterránea es un ejemplo de alta vulnerabilidad al cambio climático. Esta región exhibe cambios sustanciales en la reducción de la precipitación media entre 1,5 °C y 2 °C de calentamiento global. Las observaciones muestran ya una tendencia hacia una menor precipitación para un calentamiento menor de 1 °C. La reducción de la escorrentía en el área Mediterránea será casi el doble con un calentamiento de 2 °C (-17%) que con un calentamiento de 1,5 °C (-9%).

1.4 Limitando el calentamiento global a 1,5 °C

Las transformaciones requeridas para limitar el calentamiento a 1,5 °C son muy similares a las requeridas para 2 °C pero más pronunciadas y rápidas durante las próximas décadas. Estas transformaciones no tienen precedente e implican profundas reducciones en las emisiones en todos los sectores, una amplia gama de opciones de mitigación y un aumento significativo de las inversiones.

Todas las sendas consistentes con un calentamiento de 1,5 °C implican rápidas reducciones de las emisiones globales de CO₂ para situarse en cero alrededor de mitad del siglo, conjuntamente con rápidas reducciones de otras emisiones, en particular de metano y hollín. Cuanto mayores sean las reducciones para 2030 más altas serán las probabilidades de amortiguar el calentamiento con un *overshooting* muy limitado (de entre 0 y 0,2 °C) o sin él.

Limitar el calentamiento a 1,5 °C requerirá durante las próximas dos décadas una transición rápida y de largo alcance en los sistemas de energía, uso de la tierra, urbano (transporte y construcción) e industrial. Una demanda baja de energía, bajo consumo material y un consumo de alimentos poco intensivo en términos de GEI facilitarán este objetivo. También se requerirán importantes acciones en el corto plazo por parte de países y actores no gubernamentales, así como una transición del sistema sin precedentes en términos de escala, aunque no de velocidad, durante las próximas dos décadas.

Si las temperaturas subiesen por encima de 1,5 °C, se

necesitaría eliminar el CO₂ de la atmósfera antes de final de siglo para volver a un aumento de temperatura de 1,5 °C. Las limitaciones en la velocidad, escala y aceptación social de un despliegue de acciones para la retirada del CO₂ atmosférico determinarán las posibilidades de retornar a los 1,5 °C. Cuanto mayor sea la superación de 1,5 °C, habrá que recurrir más a tecnologías de retirada de CO₂ que todavía no se ha demostrado que funcionen a gran escala.

Todas las sendas que limitan el calentamiento global a 1,5 °C hacen uso de técnicas de retirada de CO₂ para eliminar 100–1000 Gt CO₂ a lo largo del siglo XXI. Estas técnicas se utilizarían para compensar las emisiones residuales y una superación temporal de 1,5 °C. El despliegue de las técnicas de retirada de CO₂ para eliminar hasta varios cientos de Gt CO₂ está sujeto a múltiples limitaciones de sostenibilidad y factibilidad. Una reducción significativa en las emisiones a corto plazo y en la demanda de energía podrían limitar el despliegue de las técnicas de retirada de CO₂ a unos pocos cientos de Gt CO₂ sin tener que recurrir a la tecnología de bioenergía con captura y almacenamiento de carbono. Esta tecnología elimina CO₂ de la atmósfera, si bien es necesario tener en cuenta las emisiones totales del proceso.

1.5 Limitación del calentamiento global a 1,5 °C y promoción simultánea del desarrollo sostenible

Limitar el calentamiento a 1,5 °C en un contexto de desarrollo sostenible y erradicación de la pobreza implica transiciones que serán posibles mediante un aumento de las inversiones en adaptación y mitigación, instrumentos políticos, aceleración de la innovación tecnológica y cambios en las conductas. Los impactos del cambio climático sobre el desarrollo sostenible, la erradicación de la pobreza y la reducción de las desigualdades serán menores para un calentamiento global de 1,5 °C que de 2 °C.

Las opciones de adaptación, específicas de los contextos nacionales, pueden reducir la vulnerabilidad para un calentamiento de 1,5 °C y serán en su mayoría beneficiosas para el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza. También puede haber consecuencias negativas sobre algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) si las acciones no se gestionan cuidadosamente. Los ODS se adoptaron en septiembre de

2015 en Nueva York, durante la 70ª Asamblea General de la ONU y constituyen una agenda ambiciosa y universal para el desarrollo sostenible, elaborada con la participación activa de la UNESCO (véase <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible>). Una mitigación compatible con un calentamiento de 1,5 °C se asocia con múltiples sinergias con los ODS, dependiendo del ritmo y magnitud de los cambios y de la gestión de la transición. El número total de posibles sinergias excede al de consecuencias negativas.

El seguimiento de trayectorias que refuercen el desarrollo sostenible y las iniciativas para erradicar la pobreza y reducir las desigualdades, a la vez que promuevan una justa y transversal adaptación y resiliencia en un clima cambiante, puede limitar el calentamiento a 1,5 °C. La implementación política para limitar con éxito el calentamiento a 1,5 °C y para adaptarse a este calentamiento implica la cooperación internacional y el refuerzo de las capacidades institucionales de las autoridades nacionales y locales, así como de la sociedad civil, el sector privado, ciudades, comunidades locales y grupos indígenas.

Las opciones de mitigación para cada sector pueden asociarse con efectos positivos (*sinergias*) y/o negativos (*tradeoffs*) sobre los ODS. Todo dependerá de las opciones seleccionadas, de su gestión política y del contexto y las circunstancias nacionales.

Las opciones de mitigación pueden agregarse en tres categorías:

- El sector del suministro de energía comprende:
 - renovables, incluyendo las de biomasa
 - nuclear
 - captura y almacenamiento con biomasa
 - captura y almacenamiento con combustibles fósiles
- El sector de la demanda de energía comprende:
 - modificaciones del comportamiento
 - eficiencia y cambio de combustible en el transporte, la industria y la construcción
 - captura de carbono en el sector industrial
- El sector de usos del suelo comprende:
 - agricultura y silvicultura
 - dieta sostenible y reducción del desperdicio alimentario
 - almacenamiento de carbono en el suelo
 - ganadería y gestión del estiércol
 - deforestación y aforestación/reforestación
 - abastecimiento responsable

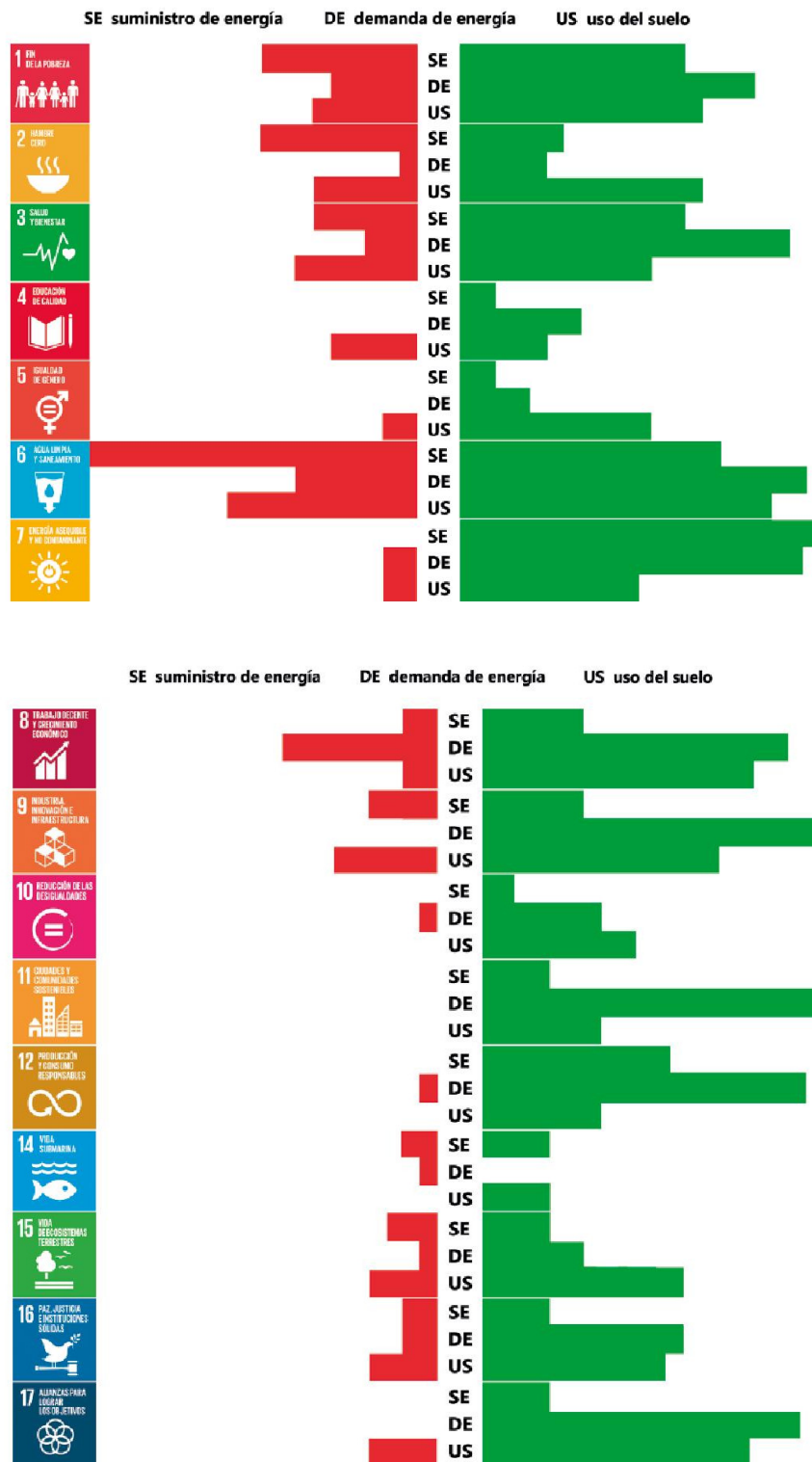


Figura I.5: Efectos potencialmente positivos (verdes) y negativos (rojos) de las medidas de mitigación del cambio climático sobre los ODS. Las conexiones para cada ODS aparecen agregadas en barras para las tres categorías de opciones de mitigación (véase las conexiones desagregadas en el informe original del IPCC: <https://www.ipcc.ch/sr15/>) (fuente: Figura 8 de AEMET y OECC 2018 [1]).

1.6 Conclusiones

El informe especial del IPCC (2018) sobre los impactos de un calentamiento global de 1,5 °C y las sendas de emisión relacionadas establece como principales conclusiones:

- El calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1 °C sobre el nivel preindustrial. El calentamiento está actualmente aumentando a un ritmo de 0,2 °C por década debido a las emisiones pasadas y presentes de gases de efecto invernadero (GEI). Si las emisiones continuasen al ritmo actual se alcanzaría un calentamiento de 1,5 °C entre 2030 y 2052.
- Con las actuales Contribuciones Nacionalmente Determinadas bajo el Acuerdo de París [4] se alcanzaría un calentamiento de alrededor de 3 °C en 2100 respecto al nivel preindustrial.
- El calentamiento causado por las emisiones antropogénicas persistirá durante siglos y milenios causando cambios a largo plazo en el sistema climático, tales como la subida del nivel del mar e impactos asociados.
- En las sendas simuladas que limitan el calentamiento a 1,5 °C las emisiones de CO₂ se reducen en aproximadamente un 45 % desde 2010 hasta 2030, alcanzando emisiones netas cero alrededor de 2050.
- La cantidad de carbono remanente compatible con un calentamiento 1,5 °C es de 570 Gt CO₂ con una probabilidad del 66%.
- Limitar el calentamiento a 1,5 °C en lugar de a 2 °C reduciría sustancialmente los riesgos e impactos adicionales relativos a los extremos meteorológicos y climatológicos, la pérdida de especies, la escasez de agua y alimentos, las muertes causadas por calor, los impactos oceánicos y en las regiones polares, etc.
- Limitar el calentamiento a 1,5 °C requerirá durante las próximas dos décadas una transición rápida y de largo alcance en los sistemas de energía, uso de la tierra, urbano (transporte y construcción) e industrial.
- Una mitigación compatible con un calentamiento de 1,5 °C se asocia con múltiples sinergias con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), dependiendo del ritmo y magnitud de los cambios y de la gestión de la transición. El número total de posibles sinergias excede al de consecuencias negativas.

1.7 Enlaces de interés

Puede consultarse el informe original del IPCC en: <https://www.ipcc.ch/sr15/>

También puede consultarse la guía resumida correspondiente en el sitio web del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO): Cambio Climático: Calentamiento Global de 1,5 °C: https://www.miteco.gob.es/ca/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm34-485656.pdf

Así mismo, se recomienda consultar UNFCCC 2015 [4], el Texto del Acuerdo de París (versión traducida al castellano disponible en https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)