

CENTRO DE ESTUDIOS EN CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

La importancia del Acuerdo de París

Evidencia científica y transformaciones estructurales

Artículo

Serie:

Aportes a la evaluación de los avances globales en la acción climática

Diciembre de 2025

Autor:

Hernán Carlino
Daniel Perczyk
Micaela Carlino

Nota:

Los puntos de vista expresados en este artículo son sólo los de los autores y no reflejan los del Instituto Torcuato Di Tella, ni los de la Fundación Torcuato Di Tella en los asuntos que se aquí se discuten.

Los textos que hacen parte de las distintas series difundidas por el Centro de Estudios en Cambio Climático Global tienen el propósito de suscitar procesos de retroalimentación que pueden ser útiles para debatir sobre asuntos de política climática, energética, ambiental, y sobre las políticas económicas asociadas con esas cuestiones, a la vez que estimular el debate sobre aquellos desafíos de políticas que son importantes en el contexto global y, en lo que nos concierne, son cruciales en el ámbito nacional -de cara al futuro- en un paisaje internacional de elevada incertidumbre.

Introducción

Hace exactamente una década se adoptó el histórico Acuerdo de París (AP), destinado a dar una respuesta cooperativa internacional coordinada para hacer frente al calentamiento global mediante la acción climática colectiva; el AP es un instrumento jurídico conexo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En el tiempo transcurrido desde su entrada en vigor -extendido si se lo compara con la gravedad de la emergencia climática que aumentó progresivamente- se erigió la arquitectura regulatoria internacional en vigor y se conciliaron los procedimientos para hacer operativo ese acuerdo, tareas que están hoy virtualmente concluidas.

Debe admitirse que estos diez años de política climática internacional desplegada a partir de la adopción del AP, han dado evidencias de avances importantes, a la vez que, a veces, de retrocesos, de brechas entre las políticas anunciadas y su implementación, un número de promesas incumplidas, y nuevas alianzas y rupturas en las negociaciones.

La dinámica de las negociaciones estuvo asociada en no menor medida a la evolución de la política internacional, a la de la economía global, y a las perturbaciones que caracterizaron el desenvolvimiento de las transiciones. Compromisos insuficientes y tensiones políticas marcan así el cierre de una década determinante y el inicio de otra donde la acción climática será crucial.

La acción climática es, con cierta frecuencia presentada en la escena pública mundial y, particularmente, en el nivel nacional, a veces como innecesaria, porque, por ejemplo, la contribución de los países en desarrollo a las emisiones globales es, en la mayoría de los casos, relativamente marginal; injusta, porque las transformaciones en curso pueden afectar los ingresos de las familias y el empleo; según las circunstancias, es considerada como excesivamente onerosa, porque requiere elevadas inversiones para propulsar las imprescindibles transformaciones, que numerosos países no están en condiciones de afrontar; traumática, porque hay ganadores y perdedores como consecuencia del desenvolvimiento de las transiciones; divisiva, porque la sociedad y los actores económicos discrepan sobre su necesidad, conveniencia y oportunidad; y, posiblemente tardía, porque mantener la temperatura del planeta por debajo de los 2 grados centígrados, como se propone en el Acuerdo de París, pareciera hoy una meta no sencilla de alcanzar.

Sin embargo, las razones que determinaron la necesidad de la acción climática no han desaparecido ni se han atenuado. Por el contrario, son hoy aún más robustas que hace una década, como lo prueban por una parte los severos impactos climáticos que se producen en todas las regiones, el aumento persistente de la temperatura global, el agotamiento acelerado del presupuesto global de carbono, y la creciente proximidad de puntos de inflexión cuya ocurrencia afectaría la probabilidad de la vida humana en el planeta. La investigación científica, además, ha expandido vastamente el conocimiento sobre el cambio climático global y ha confirmado la necesidad de una acción a escala global pronta, decisiva y sostenida para enfrentar el problema.

Es en este contexto que es conveniente examinar la utilidad y la eficacia del régimen climático internacional -a la luz de los resultados obtenidos hasta aquí-, tomando en consideración especialmente los efectos resultantes de la implementación del Acuerdo de París. A la vez, por contraste, es útil explorar algunas de las transformaciones que están

ocurriendo en los principales sistemas, en particular en el energético, sin ignorar la importancia de la industria, el transporte, la agricultura o los sistemas urbanos.

Esos son el conjunto de los principales sistemas que dan soporte al plexo de las actividades humanas y a la vida en sociedad en el planeta.

Con ese propósito, exploramos aquí sucintamente las principales tendencias que intensifican los procesos que conducen al calentamiento global y luego analizamos los cambios habidos en esos patrones como consecuencia de la instauración del régimen regulatorio global en materia climática, en particular, lo sucedido a partir de la adopción del Acuerdo de París en 2015.

Finalmente, concluimos con una reflexión sobre el valor de la cooperación internacional y los resultados que ésta genera para poder enfrentar eficazmente la actual poli-crisis: climática, de pérdida de biodiversidad y de naturaleza, a la vez que la aguda y creciente contaminación global.

La crisis climática: sus características distintivas

Las consecuencias de las alteraciones del sistema climático, impulsadas por las actividades humanas a lo largo ya de más de dos siglos, han dejado de ser una amenaza consistente en eventuales ocurrencias futuras para transformarse en severos impactos actuales, extendidos y graves.

La disrupción climática está provocando en este último tiempo una rápida y con frecuencia involuntaria metamorfosis de las estructuras económicas y de la vida de las comunidades en todo el mundo.

Entre tres mil doscientos y tres mil seiscientos millones de habitantes del planeta viven en regiones que son hoy altamente vulnerables a los estragos climáticos (IPCC, 2022), mientras que la exposición a desastres de ese origen ha acrecido en alrededor de un 80% por comparación con las dos últimas décadas del siglo pasado (UNDIRR, 2020). Las proyecciones indican que al 2030 podrían producirse unos 560 desastres anuales relacionados sólo con los impactos del cambio climático.

Es claro que los estragos ocasionados por las olas de calor, los incendios salvajes, las sequías, las inundaciones, los huracanes, ciclones y tifones, y las tormentas severas provocaron daños considerables en distintas regiones del planeta (Christian Aid, 2025). Así, por ejemplo, las muertes debido a las olas estivales de calor se han triplicado en 854 ciudades europeas debido al cambio climático (Barnes, C. et al., 2025).

Los impactos provocan además pérdidas económicas considerables -que son, por lo demás, incrementales-, pues los cálculos sobre su monto superaron ya los 330 mil millones de dólares en 2024 (Swiss Re Institute, 2025), mientras la brecha de financiamiento disponible a fin de realizar las inversiones necesarias para evitar o atenuar esos impactos es aún muy elevada. La crisis climática actual, que tiende a acelerarse, es además un impulsor de inestabilidad global: política, institucional, social y económica; afecta la seguridad, provoca migraciones masivas, deteriora el stock de activos financieros, y agudiza, en ocasiones, las tensiones inflacionarias.

Los extremos climáticos provocan impactos extendidos y pérdidas de vidas y de activos físicos, económicos y de infraestructura social, a la vez que ocasionan la destrucción de acervos culturales, y afectan tanto a las pequeñas comunidades como a los grandes

asentamientos urbanos, al tiempo que inducen la restricción de recursos, el desplazamiento de poblaciones enteras y ocasionan incertidumbre y malestar en la sociedad.

Así, según estimaciones elaboradas por Munich RE, en 2024 los desastres naturales destruyeron activos por un total de 327 mil millones de dólares, en buena medida debido a la trayectoria creciente de los efectos de, entre otros, fenómenos como incendios forestales salvajes, inundaciones, tormentas extremas y huracanes que se intensifican a una escala sin precedentes.^{1, 2}

Los retos que plantea el calentamiento global se han agravado en este 2025 debido al emergente debilitamiento de la cooperación internacional, a la disminución de la asistencia financiera externa para los países vulnerables y la virtual eliminación de la mayor fuente de recursos y capacidades para la imprescindible continuidad de la investigación científica en materia climática, cuyos efectos serán soportados casi de inmediato por toda la comunidad internacional, e, incluso, pueden acentuarse, a medida que se profundizan los realineamientos geopolíticos. Es que las políticas y las decisiones en materia climática deben estar basadas en la mejor ciencia disponible y el acelerado desfinanciamiento que está produciéndose hoy habrá de operar como una severa restricción al mantenimiento y a la profundización del cuerpo de información y conocimiento científico construido a lo largo de muchas décadas.

La convergencia de las presiones provocadas por la evolución de un contexto internacional desfavorable, las rigideces del financiamiento internacional destinado a la acción climática, así como la concentración de los recursos financieros en los países más ricos, la astringencia fiscal en el plano doméstico -frecuente en las economías en desarrollo-, y la mutación tan rápida como profunda de la agenda política global, generan tensiones en los gobiernos nacionales y locales, en las instituciones multilaterales de desarrollo y en las agencias internacionales; también en los sistemas financieros, y, especialmente, en la sociedad, a la par que se manifiestan muy acentuadamente en aquellas comunidades locales expuestas a los impactos climáticos más deletéreos. El paso de la cooperación internacional para la resolución de problemas globales a la confrontación por la hegemonía global no contribuye por cierto a mejorar las condiciones para enfrentar los desafíos que propone el cambio climático.

Para revertir esta situación crítica resultante de la aceleración de las crisis combinadas provocadas por el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, es preciso modificar los procesos que influyen en su evolución y atenuar sus efectos prontamente, mediante un cambio sistémico que sea tan urgente como profundo.

Si bien se han registrado considerables progresos en el bienestar humano en los últimos setenta años, éstos a su vez -con la mayor frecuencia- han sido logrados a expensas de intensas presiones sobre el ambiente natural, que incluyen entre otras la degradación de

¹ Acceso en: <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters.html>

² Las diversas estimaciones exhiben diferencias originadas en el valor que se le asigna a los activos computados, que suelen variar entre regiones, al año de referencia que se considera, a los desastres que se incluyen en el cómputo que realiza cada institución, y, con frecuencia, depende además si ese cómputo se basa en activos asegurados o no. Asimismo, hay una discusión de naturaleza ética sobre la legitimidad de asignarle un valor económico a la vida humana.

tierras, bosques y de sistemas hidrográficos, la disrupción de los ecosistemas marinos, y la declinación de especies.

También debe computarse el aumento registrado de las emisiones globales de CO₂ (desde 6 GtCO₂ anuales en 1950, a más de 40 GtCO₂ en 2022) a la vez que de otros gases de efecto invernadero (IPCC AR6, 2022).

Una aproximación a los signos planetarios

Los últimos tres años han permitido observar temperaturas récord en la superficie de la tierra, así como elevados niveles del calor almacenado en la capa superior de los océanos, a la vez que ha ocurrido una disminución también sin precedentes de la extensión de los hielos marinos en el Ártico y en la Antártida, y un agudo retroceso de los glaciares y de los suelos de congelación permanente, entre otros indicadores claves (WMO, 2025).

Esos extremos registrados son consistentes con la aceleración ocurrida en el calentamiento global, debido a la intensificación del desequilibrio en la energía planetaria, así como, en parte, al debilitamiento considerable de los sumideros de carbono terrestre, ocasionado por los extendidos e intensos incendios forestales y la continuidad de los procesos de deforestación. También han contribuido a esa aceleración los efectos considerables del fenómeno El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), que se manifestaron con particular intensidad y persistencia en los inicios de esta misma década.

Asimismo, ha influido en esa aceleración la reducción del forzamiento por aerosoles,³ los cambios en la distribución y composición de las nubes en la atmósfera -como efecto de los fenómenos de retroalimentación resultantes del cambio climático-, así como el denominado “oscurecimiento” del planeta, más acelerado hoy en el hemisferio norte, debido a la disminución de la reflectividad global del planeta, asociada a la condición del albedo superficial, (Loeb, N. et al. 2025).

Los procesos del ciclo global de carbono determinan de qué modo las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) provenientes de las actividades humanas modifican las concentraciones de CO₂ en la atmósfera; es decir, cuanto del carbono emitido permanece en la atmósfera, y que cantidad de esas emisiones son absorbidas por los ecosistemas terrestres y por los océanos. El presupuesto global de carbono está, a priori en principio, en equilibrio. Los aumentos anuales en la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera, los océanos y la tierra deben ser iguales (en la ecuación global de carbono) a las emisiones de carbono de las fuentes fósiles y de la deforestación, esto es, las emisiones y las absorciones netas.

Los principales componentes del presupuesto global de carbono son: las emisiones fósiles de dióxido de carbono; las emisiones provenientes del cambio en el uso de la tierra; la concentración atmosférica de CO₂ y la tasa de crecimiento de la concentración atmosférica global de CO₂; la absorción neta de dióxido de carbono por los océanos (el denominado sumidero oceánico) y la absorción neta de CO₂ por la tierra (los sumideros terrestres).

³ Los principales aerosoles considerados climáticamente relevantes incluyen el dióxido de azufre (SO₂), nitrato (NO₃), amoníaco (NH₄), partículas minerales, aerosoles de mar y aerosoles de carbono, como carbono negro y aerosoles orgánicos.

La suma de esas fuentes y absorciones resultan en el equilibrio (desequilibrio) del presupuesto de carbono, una medida valiosa, si bien aún imperfecta e imprecisa, del ciclo de carbono en el Antropoceno.⁴

El calentamiento global se ha acelerado desde el 2010 en más del 50% respecto de la tasa de aumento de la temperatura correspondiente al periodo 1970-2010, que era de 0,18°C por década (Hansen et al., 2023).

No obstante, esta tasa más elevada no implica una predicción sobre el comportamiento esperado de las tasas de aumento futuras. Una reducción considerable y temprana de las emisiones de gases de efecto invernadero, por caso, puede alterar significativamente las proyecciones.

Los signos planetarios vitales

Como consecuencia de la evolución de los procesos del ciclo global de carbono y de las tendencias de las emisiones de otros gases de efecto invernadero, en particular el metano, las convulsiones climáticas han continuado escalando y, hoy, 32 de 34 signos planetarios vitales -identificados por distintos investigadores- que indican actividades humanas relacionadas con el cambio climático, así como dan cuenta de las respuestas del propio sistema climático, se ubican en niveles récord (Ripple, W. J. et al., 2025).

En el primer conjunto de indicadores seleccionados por Ripple et al., se incluyen aquellos que registran la evolución acelerada de las actividades humanas, y comprenden, entre otros, los siguientes:

- el crecimiento de la población, del tamaño del stock de rumiantes y de la producción y el consumo de carne (FAOSTAT, 2025) y también del producto bruto mundial (World Bank, 2025); los elevados niveles actuales de estas variables son récord, impulsando una sobrecarga ecológica;
- el consumo de energía fósil, que en 2024 alcanzó niveles máximos para el petróleo, el gas y el carbón (The Energy Institute, 2025);⁵
- los subsidios a los combustibles fósiles (IEA, 2025);
- los activos totales del sector de combustibles fósiles sometidos a desinversión (Stand.earth, 2024);
- la pérdida de cobertura boscosa global y amazónica (Butler, 2024; PRODES, 2025; (WRI, 2025); por ejemplo, los incendios en los bosques tropicales primarios treparon un 370% respecto de 2023;
- el nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente -totales y per cápita- (The Energy Institute, 2025; FAOSTAT, 2025) ; y,

⁴ El Antropoceno es definido como la era geológica y ecológica actual caracterizada por impactos humanos significativos sobre los sistemas de la Tierra, que conducen a perturbaciones en los procesos naturales debido a esos impactos sobre la tierra y la atmósfera y a potenciales resultados inciertos en la evolución de la vida humana en el planeta (Crutzen, P. J. y E. F. Stoermer, 2000). The Anthropocene. IGBP Newsletter 41 (May): 17-18).

⁵ El consumo de energía solar y eólica también alcanzó un nivel récord en 2024, si bien era todavía 31 veces más bajo que el consumo de fósiles.

- el número de los gobiernos que han declarado una emergencia climática (Climate Emergency Declaration, 2025).

El segundo conjunto de indicadores comprende las series temporales que reflejan las respuestas de algunos de los procesos del sistema climático al incremento sostenido de las actividades humanas y del nivel de la población mundial. Entre ellos se cuentan las siguientes:

- la concentración de dióxido de carbono y metano (NOAA, 2025) y óxido nitroso en la atmósfera (Dutton et. al, 2025);
- las anomalías de temperatura en la superficie de la tierra (GISSTEMP, 2025);
- el cambio en el contenido de calor en el océano (NOAA, 2025) y en su acidez (HOT, 2025);
- el cambio en el nivel del mar con relación al promedio veintañal;
- los días de calor extremo por comparación con el periodo 1961-1990 (Climdex, 2025);
- la evolución del mínimo de hielo en el Ártico (NSIDC/NASA, 2025);
- la variación en la masa de hielo de la Antártida (Wiese, 2022), de Groenlandia (NSIDC/NASA, 2025) y global (VISHOP, 2025), que se ubican hoy en niveles mínimos;
- el cambio acumulado en el espesor de los glaciares (WGMS, 2025);
- el desequilibrio energético de la Tierra (NASA CERES, 2018);
- el promedio del albedo global Tierra (NASA CERES, 2018); y,
- la pérdida de cobertura boscosa global debido a incendios (WRI, 2025).

Ambos conjuntos documentan los cambios en los signos vitales de la Tierra y subrayan el incremento de los riesgos que implica la persistencia de estas tendencias, que se monitorean regularmente para calibrar la variación en el estado de esos signos vitales.

Desde otra perspectiva, aunque ciertamente interrelacionada, también es posible revisar el estado de situación del planeta recurriendo al marco conceptual de las fronteras planetarias propuesto inicialmente en 2009.

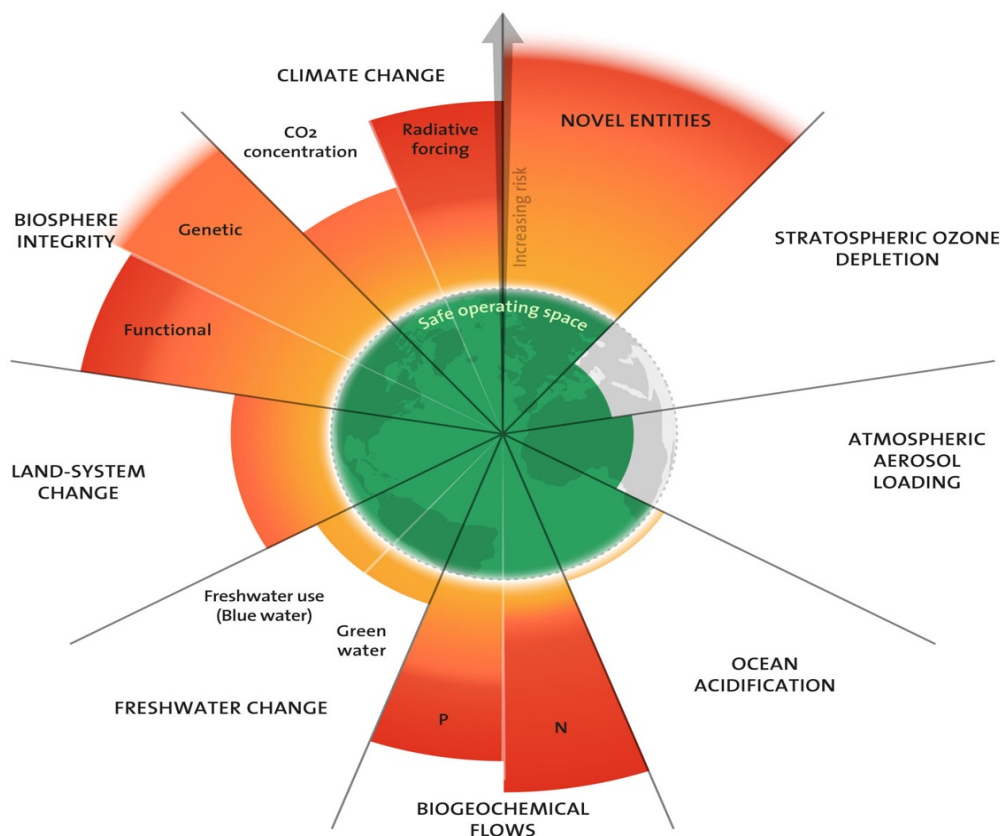
Esas fronteras delinear el espacio de operaciones seguro para el planeta en nueve dominios diferentes; se trata de procesos de cambio global por los cuales las actividades humanas afectan y provocan disrupciones en el funcionamiento de los sistemas terrestres que constituyen el soporte de la vida en el planeta.

Las fronteras identificadas como críticas son: integridad de la biosfera, cambio climático, cambio en los sistemas terrestres, ciclo de nutrientes, cambio en el agua dulce, acidificación de los océanos, contaminación por aerosoles, ozono y la introducción de las denominadas nuevas entidades (que comprenden compuestos químicos artificiales y contaminantes como los plásticos).

Un estudio publicado en 2025, el *Planetary Health Check Report*, concluye que 7 de las 9 fronteras planetarias han sido ya transgredidas y en todos esos casos, se observan tendencias que indican presiones incrementales, lo que augura la posibilidad de un mayor deterioro o, incluso, hasta la potencial desestabilización ulterior de la salud planetaria en el futuro próximo.

En la imagen siguiente se identifican las fronteras vulneradas, entre las cuales por primera vez se registra el estado de la frontera correspondiente a la acidificación de los océanos, con sus efectos sobre la biodiversidad, los ecosistemas marinos, los recursos pesqueros y otros procesos asociados.

Figura 1: Las fronteras planetarias



Fuente: Stockholm Resilience Centre (2025). Azote for Stockholm Resilience Centre, based on analysis by Sakschewski and Caesar et al. 2025.

El régimen climático internacional

La arquitectura institucional internacional tiene hasta aquí tres hitos: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptada en la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, y que entrara en vigor en 1994; el Protocolo de Kioto, adoptado en 1997, cuya entrada en vigor se demoró hasta 2005, y el Acuerdo de París, adoptado en 2015, y que entró en vigor en 2016.

La Convención Marco es el pilar del régimen climático internacional y los acuerdos posteriores son instrumentos legales relacionados para la implementación del acuerdo marco y están basados en ese instituto.

El objetivo último de la Convención es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

La Convención determina con precisión el problema que representa el cambio climático para la humanidad, identifica a los países que son los principales responsables de las emisiones

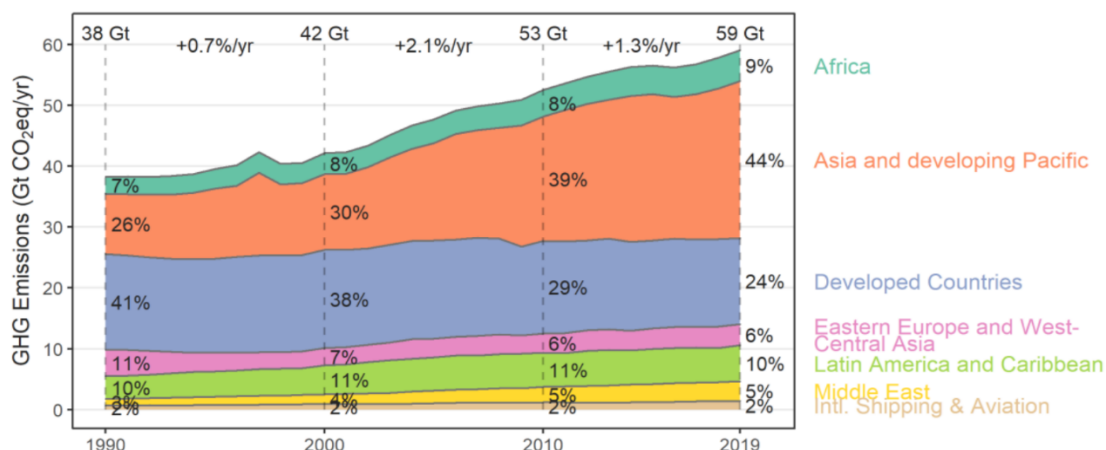
de gases de efecto invernadero -que provocan el cambio climático- y establece objetivos de estabilización de las emisiones para un conjunto de países, los países desarrollados.

Por ello, las Partes que son países desarrollados, y las demás Partes incluidas en el anexo I,⁶ se comprometen a adoptar políticas nacionales y tomar las medidas correspondientes de mitigación del cambio climático, limitando sus emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero y mejorando la absorción por sus sumideros, que debía alcanzarse antes del final de la década del 90.

El Protocolo de Kioto

Ante los insuficientes progresos realizados por los países desarrollados en la consecución de su compromiso de estabilización de emisiones de GEI en el marco de la Convención, el Protocolo de Kioto estableció para las Partes incluidas en el anexo I,⁷ un compromiso cuantificado de limitación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que fuera no menor del 5% con respecto al nivel de emisiones de 1990. Ese objetivo correspondía al período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012. Luego, según la Enmienda de Doha al Protocolo de Kioto,⁸ ya para el segundo período de compromiso (2013-2020), las Partes que son países desarrollados, incluidos en el Anexo I, se comprometieron a reducir colectivamente sus emisiones de gases de efecto invernadero en por lo menos un 18% por debajo de los niveles de 1990⁹ (que se mantenía como año base).

Figura 2: Emisiones de GEI por región



Fuente: IPCC (2022). Sexto Informe de Evaluación WGIII.

Los países desarrollados, según el IPCC emitían en 1990 un total de 15,6 Gt CO₂eq, mientras en 2019 habían pasado a emitir 14,16 Gt CO₂eq. La reducción alcanzada por esos países,

⁶ Las economías industriales avanzadas y las economías en transición a una economía de mercado (desde su condición de economías centralizadas).

⁷ Las economías industriales avanzadas y las economías en transición a una economía de mercado (desde su condición de economías centralizadas). El Anexo B del Protocolo indica los porcentajes establecidos respecto de los objetivos cuantificados de limitación o reducción de emisiones para las Partes incluidas en el Anexo I de la Convención (artículo 3 del PK).

⁸ La Enmienda de Doha entró en vigor el 31 de diciembre de 2020.

⁹ En promedio para los ocho años comprendidos en los dos periodos de compromiso.

si se considera la variación ocurrida desde el año base (1990) hasta el 2019, ha sido entonces del 9,2% en conjunto, es decir por debajo de lo requerido por el Protocolo de Kioto y de su Enmienda de Doha.

El Acuerdo de París

La Cumbre de París, en 2015, culminó con la adopción del primer y único acuerdo de alcance global para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).¹⁰ El Acuerdo de París (AP) se ha propuesto servir como la columna vertebral de la acción cooperativa internacional para enfrentar los desafíos que propone el cambio climático a la civilización actual.

El Acuerdo pretendía unir a la comunidad internacional con el fin de alcanzar una meta compartida consistente en mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C, con respecto a los niveles preindustriales,¹¹ el límite que los científicos sostienen que es necesario no traspasar para evitar los peores impactos del cambio climático.

A la vez el Acuerdo persigue impulsar la acción global de adaptación y proveer flujos de financiamiento a los países en desarrollo que sean congruentes con los propósitos del AP en materia de mitigación y adaptación.

Después de 10 años todos los países, a excepción de uno, todavía siguen siendo parte del Acuerdo.

La ingeniería transformadora del Acuerdo reposa en las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), compromisos de hacer que asumen todos los países que son parte del AP, desarrollados y en desarrollo, que deben ser progresivamente más ambiciosos en la mitigación para lograr que se cumplan las metas propuestas y avanzar hacia una economía carbono neto cero hacia el 2050.

El AP es a la vez vinculante y no vinculante, si puede aceptarse esa interpretación dual: los países se obligan a presentar sus contribuciones quinquenalmente -en la práctica- sus planes de acción y sus estrategias de largo plazo, y a incrementar gradualmente la ambición en la acción. Sin embargo, no están obligados a que esas contribuciones se materialicen si hubiera dificultades de algún tipo para lograrlo.

Es que el cumplimiento de esos planes depende, no obstante, de distintas circunstancias, entre otras: la disponibilidad de financiamiento, la capacidad de los estados nacionales de hacer las inversiones necesarias para propulsar las transiciones, el consenso social para aceptar los costos de esos procesos de cambio y las perturbaciones que puedan generar, el acceso a tecnologías innovadoras, la constatación que todas las partes hacen los esfuerzos

¹⁰ El Protocolo de Kioto, adoptado en 1997, también se proponía reducir las emisiones de GEI, pero sólo obligaba a los países desarrollados y a las entonces denominadas economías en transición. Los países en desarrollo no asumían obligación alguna de reducir y o limitar sus emisiones de GEI. Dicho de otro modo, la participación en la mitigación no era, en el PK, universal, pues excluía a las grandes economías emergentes que ya por entonces empezaban a tener un peso considerable en las emisiones globales de GEI.

¹¹ Naciones Unidas (2015). Acuerdo de París. Artículo 2.1 a), página 3.

necesarios para cumplir y que no hay países que aprovechan que los otros hacen para postergar su acción climática, esto es, *free-riders* climáticos a escala global.

Según los exégetas del Acuerdo, éste ha puesto en marcha e impulsado una migración rápida hacia la energía limpia que hoy ningún país puede ignorar. También sostienen que la imposición del límite de 2°C y asimismo, procurar alcanzar el umbral de 1,5°C -que la ciencia subraya como necesario- y la prosecución de la descarbonización neta de las estructuras económicas, han contribuido a reformar las políticas nacionales, las finanzas, los alcances de la litigación en distintos ámbitos, así como las reglas de juego sectoriales, contribuyendo considerablemente a modificar el modo en que operan las instituciones y los mercados, y en última ratio, los estados.

No obstante, debe reconocerse que, en alguna medida, el retroceso del Estado de derecho en algunos países, la masiva desinformación sobre la cuestión climática, el debilitamiento del liderazgo político y los discursos antidemocráticos hayan estado erosionando también en buena medida la ambición climática, en particular en la puesta en vigor de políticas nacionales que no cuentan con el apoyo de grupos mayoritarios de la población, como se observa en numerosos países desarrollados.

Los indicadores actuales

¿Por qué puede afirmarse, no obstante, como alerta repetidamente la ciencia, qué los avances habidos en la acción climática desde la entrada en vigor del AP no están en línea con las propias metas del Acuerdo de París? Y, asimismo, ¿por qué puede sostenerse que la situación se ha agravado considerablemente, dado que la brecha entre las reducciones necesarias y las realizadas es todavía muy elevada?

Además de los análisis de los signos planetarios vitales y del marco de evaluación que proponen las fronteras planetarias, como explorábamos en la sección anterior, es posible recurrir además a las estimaciones que se desprenden de la evaluación realizada recientemente por el *Global Carbon Project*.

En el 2025, según el *Global Carbon Project*, es posible caracterizar las tendencias de las emisiones de GEI y el estado de situación de la acción climática global considerando las siguientes variaciones:

- Las emisiones de CO₂ fósil continuaron elevándose en el 2025, mientras los sumideros terrestres empiezan a recuperar la fortaleza que tuvieron antes del extendido episodio de El Niño Oscilación Sur (ENSO);
- Así, los datos preliminares indicarían que las emisiones globales de CO₂ de origen fósil habrían de incrementarse en el 2025 en un 1,1%, por comparación con el nivel que tuvieron en 2024;
- En términos regionales, se proyecta que las emisiones de CO₂ de los Estados Unidos y de Europa crezcan en el 2025, **revirtiéndose así una tendencia declinante de varios años**. Por otro lado, las emisiones también crecerán en China y la India en términos absolutos, si bien lo harán más lentamente que la tendencia que esos países exhibieran recientemente;
- En el caso de Estados Unidos, se estima que las emisiones de GEI han crecido un 2,4% en el 2025, impulsadas en parte por el uso de electricidad que hacen los centros de datos y la minería de cripto-monedas, revirtiendo la tendencia a la baja de los dos años previos (Rhodium Group, 2026).

- **La descarbonización de los sistemas energéticos progresa en numerosos países y en términos globales**, como se desprende de la reducción consistente de la intensidad de carbono fósil del PIB en la última década, pero aún no consigue compensar plenamente el incremento de la demanda energética, impulsada crecientemente por la demanda de la inteligencia artificial (AI), el crecimiento económico, si bien magro, y la lenta declinación de la relación entre energía y el PIB;
- Las emisiones netas que resultan de los cambios en el uso de la tierra siguen siendo elevadas, pero han decrecido respecto de su máximo a fines de los años 90, particularmente en la última década;
- El efecto combinado de los procesos de deforestación y degradación de los bosques y del cambio climático empiezan a convertir la condición de los bosques tropicales de América del Sur y de Asia sur oriental, transformándolos de sumideros de carbono en fuentes de emisiones;
- **Las emisiones totales de CO2 generadas por el consumo de combustibles fósiles y por los cambios en el uso de la tierra -considerados en conjunto- han crecido más lentamente en la década pasada, por comparación con la década previa;**
- El presupuesto de carbono remanente para poder limitar el calentamiento global por debajo de 1,5°C está hoy virtualmente agotado.¹²

Si bien esas tendencias permiten caracterizar, aunque todavía preliminarmente el panorama del 2025, pues algunas series estadísticas están aún completándose, debe mencionarse que, en alguna medida, hay un componente inercial en las tendencias que recogen las estadísticas, que puede esperarse que se agote rápidamente, si, por contraste, prosiguen las profundas transformaciones en curso.

¹² *Global Carbon Project (2025).*

La economía real: transformaciones de génesis regulatoria, tecnológica y geopolítica

En este sentido, puede destacarse entonces que, después de 10 años de adoptado el Acuerdo de París, se observa una declinación importante en el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se trata de hecho de un cambio en la trayectoria de las emisiones.

Hay por cierto numerosas señales de ese cambio significativo de la trayectoria en curso de las transiciones sociotécnicas. Este cambio ha sido impulsado por la adopción de un marco regulatorio internacional que implica a todos los países en la acción climática y en la mitigación -sobre la base de lo establecido en el Acuerdo de París-, facilitado por los extraordinarios avances tecnológicos materializados en la última década, y hasta inducido indirectamente por el decurso de la confrontación geopolítica. Es posible reflejar estas señales mediante la enunciación de un conjunto de hallazgos referidos a vectores tecnológicos, transiciones en un número de países, e iniciativas que se enuncian a continuación.

En lo que concierne a las transiciones energéticas hay tres tendencias mayores que dan forma al proceso de transformación del sistema energético: el ascenso tan acelerado como formidable de la energía solar; la capacidad de la energía limpia de satisfacer niveles considerablemente más elevados en el crecimiento de la demanda; y, la previsión de que el futuro aumento de la demanda de electricidad en China y la India habrá de ser alimentado por fuentes limpias.

Algunas series y datos claves aportan a esta evidencia:

- Desde la firma del AP en 2015, las emisiones totales de gases de efecto invernadero han crecido a una tasa del 0,32% anual, **menos de un quinto de la tasa anual observada en la década previa a ese Acuerdo**, que fuera de 1,7% anual para el periodo 2005-2014 (ECIU, 2025; EMBER, 2025; IEA, 2025).
- **Amesetamiento de las emisiones de dióxido de carbono.** Las emisiones anuales de CO₂ (excluyendo las emisiones por cambio en el uso de la tierra) crecieron a una tasa anual del 0,82% desde el 2015, lo que representa una tasa anual inferior en 40% a la registrada en la década previa (ECIU, 2025; EMBER, 2025; IEA, 2025).
- Si se incluyen las emisiones por cambio en el uso de la tierra la reducción es más significativa aun, pues mientras en la década previa exhibieron un crecimiento total del 18,4% entre extremos, en el periodo post AP, el crecimiento se redujo a sólo 1,17% (ECIU, 2025; EMBER, 2025; IEA, 2025).
- A pesar del crecimiento de las emisiones en términos absolutos, **todos los mayores emisores del planeta han reducido sus emisiones de GEI en términos de unidad de producto (PIB).**
- Un estudio observa que entre 2015 y 2023, un conjunto de **economías que son responsables del 92% del producto doméstico bruto global han conseguido desacoplar de manera absoluta o relativa sus emisiones de CO₂ del crecimiento** (ECIU, 2025).

- **El uso de carbón mineral a escala global ha llegado a su techo** y se anticipa que inicie una lenta declinación en los próximos cinco años, desplazado paulatinamente por las energías renovables y, transitoriamente, por el gas natural.¹³ De hecho, las energías renovables superaron al carbón como la principal fuente de electricidad en el primer semestre de 2025. El carbón había sostenido esa posición de liderazgo durante los últimos cincuenta años (IEA, 2025).
- **Las nuevas tecnologías energéticas** (solar, eólica in/offshore, las baterías, los sistemas de almacenamiento) **tienen retornos crecientes a escala**. La progresiva mejora en las redes puede disminuir, incluso, las necesidades incrementales de almacenamiento.
- **Los costos de capital de las renovables continúan reduciéndose mucho más rápido que los de las tecnologías energéticas convencionales**, encausando un sendero de cambio tecnológico disruptivo del statu quo fósil y acercándose a puntos de inflexión positivos. De hecho, la escala es un factor clave en el rápido decrecimiento de los costos de producción de paneles solares, turbinas eólicas y baterías. Por ejemplo, el costo nivelado de la energía solar y eólica se ubicaba por debajo del de nuevas instalaciones a carbón ya en 2018.
- A escala global, **la tasa de crecimiento de la capacidad instalada de energías renovables se está acelerando en más de un 80% de los países**.¹⁴
- **Se producen retornos a escala consecuentes en redes críticas como las eléctricas, el transporte público, los sistemas de reciclado y de re-uso**. Los rendimientos crecientes son, en rigor, parte de la lógica de las redes.
- Las mejoras de eficiencia en el uso de los recursos inducen una más elevada productividad, reducción de emisiones de GEI y menor generación de residuos, entre otros en sectores como acero, cemento, aluminio y plásticos.
- La puja geopolítica ha acelerado la competencia por mercados, recursos, materiales críticos, innovaciones tecnológicas, y el control de las redes logísticas. El antagonismo en el paisaje global ha agudizado el desarrollo de modelos de crecimiento y búsqueda de la hegemonía también antagónicos: el transformacional, que procura basarse en la innovación para impulsar las transiciones sociotécnicas, y el modelo *business as usual*, que, al negar la necesidad de las transformaciones, pone énfasis en sistemas energéticos que se evidencian como insostenibles y en el uso intensivo e ineficiente de los recursos.
- La dimensión ambiental, en este último caso, es menospreciada, infravalorada o directamente rechazada pues es interpretada como un pretexto ideológico, sin mayor asidero real.

¹³ IEA Coal Outlook (2025).

¹⁴ IEA Renewables (2025).

Vectores y países y sus trayectorias

La generación de energía de fuentes eólicas y solares es hoy comúnmente aceptada como la principal vía para descarbonizar el sector de generación eléctrica, y la electricidad descarbonizada es el principal vector energético para reducir las emisiones de GEI atribuidas a los sectores económicos más importantes.

Para descarbonizar la economía global es preciso entonces lograr también el reemplazo pleno de los combustibles fósiles por energía eléctrica en el transporte, las aplicaciones industriales y la construcción. El hidrógeno verde puede desempeñar, por su parte, un papel considerable en el desarrollo de esas fuentes.

Hay además numerosas señales de los cambios de las trayectorias en curso, que es posible intentar reflejar mediante la enunciación de numerosos hallazgos vinculados a las condiciones en las que opera la economía real en medio de las transiciones:

La escalada de las electro-tecnologías – solar, eólica, baterías y transporte electrificado, también las aplicaciones de bombas de calor para calefacción y el uso de la electricidad en la industria– se ha convertido entonces en el motor principal del crecimiento de la energía global. La electricidad representa hoy el núcleo de las economías modernas y la demanda de electricidad crece mucho más velozmente que el uso de energía en su conjunto en todos los escenarios que modelan los analistas especializados

Por contraste con los así denominados petro-estados, que están anclados en una era de energía anacrónica, los electro-estados integran hoy nuevas formas de expansión tecnológica en la generación de energía, así como aumentan su capacidad de atender el acelerado crecimiento de la demanda incluso de aquella proveniente de las necesidades de la inteligencia artificial (AI) y de los centros de datos, que necesitan una provisión ininterrumpida y masiva de energía para funcionar sin inconvenientes.

De este modo, la combinación de energías limpias y de redes robustas define y amplifica las nuevas ventajas competitivas para las economías más actualizadas e innovadoras que se inclinan decididamente por las renovables.

Vectores

Renovables. Las energías renovables alcanzaron niveles récords en el 2024, creciendo un 15% interanual, y dando cuenta de más de un 90% de la nueva capacidad de generación instalada. La inversión en renovables alcanzó los 2 billones de dólares, duplicando a la inversión en el aprovechamiento de los energéticos fósiles utilizados para la generación eléctrica.

La expansión se mantuvo en el 2025 y la generación de electricidad renovable global (considerando aquí solo la solar y eólica) supera a la basada en el carbón por primera vez, lo que representa por cierto un punto de inflexión crucial para el sistema energético global (Ember, 2025a).

Por ejemplo, en Brasil, las fuentes de energía solar y eólica generaron en agosto de 2025, más de un tercio de la electricidad del país por primera vez desde que se llevan registros mientras en 2024 la participación combinada solar y eólica alcanzo el 2024 (Ember 2025b). Un proceso similar de expansión se dio en el Reino Unido, donde en septiembre de 2025, las energías solar y eólica combinadas entregaron más del 50% de la electricidad al sistema (Carbon Brief, 2025). A nivel subnacional en California las renovables representan actualmente la principal fuente de energía.

Solar

La declinación pronunciada de los costos de las baterías y el rápido despliegue de la capacidad de almacenamiento han hecho posible que la energía solar se convierta hoy, mucho antes de lo pronosticado, en una fuente confiable de energía (hasta alcanzar aproximadamente el 97% de la oferta en las regiones soleadas) casi todo el día, a lo largo del año.

Si bien esta fuente no resuelve todos los desafíos a nivel de la red, pues la demanda de energía varía estacionalmente e incluso lo hace en diferentes horarios, provee el respaldo para un sistema energético limpio en regiones con alta insolación y desempeña asimismo un papel importante en regiones menos soleadas.

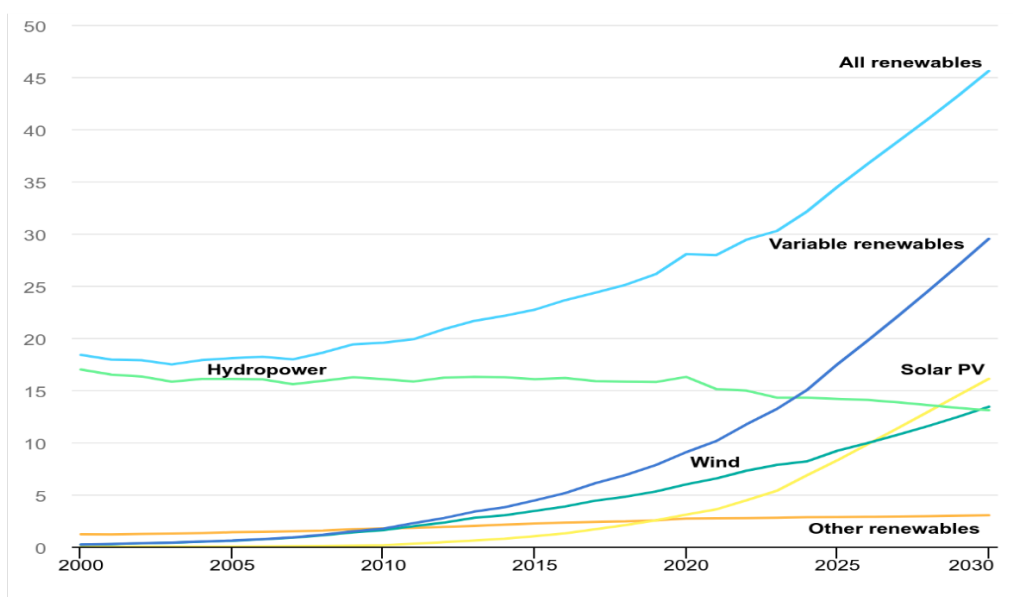
Así, en el caso de la energía de fuente solar, ésta adquirió impulso aún en regiones anteriormente consideradas como relativamente periféricas a las mayores economías industriales y a las grandes economías emergentes; aquellas van desde Europa central a África, un fenómeno que se manifiesta con mayor intensidad en regiones de alta insolación.

En África, por ejemplo, la importación de paneles solares creció un 60% en los 12 meses que van hasta junio de 2025, con África del Sur emergiendo como el principal importador de esta tecnología.

Esta formidable expansión implica que las energías solar y eólica están creciendo a una velocidad tal que les permite enfrentar la demanda acrecentada de electricidad que se está produciendo. En efecto, la energía solar generada en la primera mitad de 2025 fue aproximadamente un tercio mayor que la del año anterior, permitiendo satisfacer el 83% del incremento en la demanda de electricidad.

La Agencia Internacional de Energía, por su parte, estima que la energía renovable global podría duplicarse para fines de esta década, con un aporte muy sustantivo de la generación solar.

Figura 3: Porcentaje de generación de electricidad renovable por tecnología, 2000-2030



Fuente: IEA (2024).

Es posible afirmar que China y la India tuvieron una participación considerable en el significativo aumento de la presencia de las energías renovables a escala global. De hecho, la energía baja en carbono constituye hoy más de la mitad de la capacidad de generación en China, mientras que en la India suma el 22%, si bien la participación de la capacidad de generación eléctrica instalada que se agrega en ese país ha sido del 50% en 2025.

La mayoría de los países desarrollados, por su parte, han logrado inducir tendencias levemente decrecientes en sus emisiones de gases de efecto invernadero, aunque progresando a una velocidad comparativamente menor en sus procesos de transición energética.

Vehículos eléctricos. Los vehículos eléctricos (EV) siguen aumentando su participación en las ventas globales de vehículos nuevos y en 2025 representaron un 26% de los vehículos que se vendieron en el mundo, considerando en ese porcentaje tanto aquellos completamente eléctricos como también los híbridos.

El principal mercado para los EV es China, donde la participación de esa flota se eleva a más de la mitad del total. La demanda, empero, ha crecido en toda Asia (por ejemplo, en Vietnam, con casi 40% de participación; Tailandia, con más del 20%; y también se incrementa en Singapur e Indonesia), superando incluso la demanda de aquellas economías avanzadas como Estados Unidos y Japón. También se expanden las ventas de EV en otras grandes economías emergentes como México y Brasil.

Está ocurriendo, en efecto, un desplazamiento del centro de gravedad de la demanda de EV a los mercados emergentes, que empiezan a liderar el cambio hacia la movilidad eléctrica, tanto por sus menores impactos ambientales, como por su potencial contribución a la reducción de importaciones de combustibles fósiles y consecuentemente una mayor seguridad en el aprovisionamiento, así como la mejora de los saldos de la balanza comercial. En un total de 39 países las ventas de EV han alcanzado una participación mayor al 10% del total; un tercio de esos países están fuera de Europa. Por otro lado, las exportaciones chinas de EV tienen una demanda vigorosa en México, Brasil, los EAU e Indonesia (Ember, 2025c; IEA, 2025).

Debe tenerse en cuenta que es posible que los mercados emergentes tengan un papel significativo en la configuración futura del mercado automotriz global y la transición a EV en los emergentes puede contribuir a dar forma a ese mercado.

Por otra parte, pese a estos avances, también se observan algunos retrocesos. Por ejemplo, la Unión Europea parece estar considerando abandonar o diluir las reglas que establecían que, a partir de 2035, el 100% de los vehículos nuevos debían generar cero emisiones, esto es, prohibiendo los vehículos a gasolina y diésel. La presión de las empresas automotrices incidiría en una eventual flexibilización de la norma.

Cabe anotar, además, que luego de la considerable expansión de la demanda en 2025 (un 23%), en el 2026 se anticipa una disminución de la tasa de crecimiento de la demanda de EV. Distintos factores influyen en la posible atenuación en la expansión de la tasa de crecimiento del mercado para estos vehículos, que aumentaría en el 2026 solo un 12%. Confluyen para ello, por una parte, la reducción de descuentos previamente existentes para sostener la demanda en el considerable mercado chino (Bloomberg NEF, 2025a), como la masiva eliminación de créditos fiscales al consumo en los Estados Unidos, con la nueva administración, que procura un congelamiento de la demanda de estos vehículos (BCG, 2025).

Pese a la introducción de políticas que incidirían sobre el vigor de la demanda, los fundamentos económicos de los vehículos eléctricos siguen siendo favorables, pues los precios de las baterías -el componente más oneroso en un auto eléctrico o en un camión ha caído en un 8% en 2025 (BNEF, 2025).

Baterías. Las baterías son hoy un componente esencial del sistema energético global y la tecnología energética que más crece en este sistema en la actualidad. Al mismo tiempo desempeñan un papel relevante para hacer posibles transiciones energéticas limpias, asequibles y seguras. Los rápidos avances habidos en la tecnología de las baterías han facilitado además la reducción de sus costos y el logro de economías de escala en la producción.

En el sector de transporte las baterías son un componente esencial de los millones de vehículos eléctricos que se comercializan cada año.

El costo promedio de las baterías ha caído en alrededor de un 90% desde el 2010 debido a los avances logrados en su manufactura y en la composición química de las baterías que se producen. Un ejemplo de la disminución persistente de los costos vinculados a las energías renovables es que los precios de las baterías -medidos por kilowatt-hora de capacidad- cayeron un 8% en el 2025, cuando se alcanzó un umbral récord de US\$108, al tiempo que se espera que la declinación continúe, aunque ahora algo más lentamente, con otro 3% de disminución adicional en el 2026 (Bloomberg NEF, 2025b; BCG 2025).

Las baterías son un elemento clave en la electrificación de un rango diverso de productos. La caída de los precios se explica por la mejora en los costos resultantes de la producción a mayor escala, el aumento de la eficiencia, el uso de productos químicos más baratos y un aumento considerable de la oferta, factores que compensaron los mayores precios de los metales utilizados como insumos en la producción de baterías.

Los vehículos eléctricos dan cuenta de más del 90% del total del uso que se les da a las baterías en el sector de la energía, principalmente para motorizar los vehículos de pasajeros.

Asimismo, la capacidad de almacenamiento de energía en baterías se está expandiendo rápidamente. Más de 40 gigawatt (GW) se agregaron en el 2023, lo que duplicó el crecimiento del año anterior.

Por su parte, la inversión global en baterías para EV ha aumentado 8 veces desde el 2018 mientras se ha multiplicado por cinco aquella con destino al almacenamiento de electricidad en baterías, habiendo alcanzado un total de US 150 mil millones de dólares en el 2023. La mayor parte de ese monto se dirigió a baterías de EV. De esa inversión anual, China, Europa y los Estados Unidos dieron cuenta de más de 90% del total (IEA, 2024b).

Países

China. La curva de las emisiones de GEI de China se está aplanando, incluso anticipadamente con respecto a las proyecciones existentes. En el 2024 China incrementó su capacidad instalada en energías renovables más que el resto del mundo en su conjunto. La energía limpia representaba en ese país un 10% del PIB nacional.

Su enorme capacidad industrial le ha permitido, además, que el precio de los paneles solares se redujera en ese mercado en casi un 90% en la última década, mientras también hizo impacto en el mercado global.

Algunos de los cambios significativos a considerar son los siguientes: i. el crecimiento de la generación limpia liderado por solar y eólica satisfizo el 84% del incremento del crecimiento

de la demanda de energía eléctrica en el 2024, mientras en la primera mitad de 2025 incluso superó la tasa de crecimiento de la demanda, por lo cual disminuyó el uso de fósiles en un 2%; ii. de 2015 a 2023 el uso de combustibles fósiles en la energía final de la industria, los edificios y el transporte cayó un 1,7%, mientras el uso de electricidad creció un 64%; iii. entre 2024 y 2025 la inversión en capacidad de almacenamiento en baterías se incrementó en ese país un 69%, mientras la inversión en las redes de transmisión aumentó un 22%; iv. por primera vez, el crecimiento en la generación de energía limpia ha hecho que las emisiones de dióxido de carbono se reduzcan (un 1% en los últimos 12 meses) a pesar del rápido crecimiento de la demanda de energía; y, v. las tecnologías energéticas limpias manufacturadas por China han hecho posible que las economías emergentes superen, por ejemplo, a los Estados Unidos en el nivel de electrificación de los usos finales (EIA, 2025).

Los avances tecnológicos en desarrollo en ese país le han permitido también por ejemplo instalar facilidades eólicas off-shore resistentes a los tifones que son frecuentes en el Mar de la China.

Puede concluirse que la transición energética en China está en buena medida incidiendo en la transformación de la composición de las fuentes de los sistemas energéticos, al dar nueva forma a la economía de la energía a escala global. Así, las exportaciones electro-tecnológicas chinas, incluyendo principalmente EV y baterías, alcanzaron a unos 20 mil millones de dólares sólo en agosto de 2025.

India. India es uno de los diez países que planean triplicar su capacidad de generación renovable al 2030, desde los niveles que tenía en el 2022. Es que la política energética de la India está atravesando cambios significativos y está ahora ordenada por tres imperativos: seguridad, accesibilidad y sostenibilidad, mediante la alineación de los flujos financieros públicos con las metas energéticas del país.

En la actualidad la principal fuente de energía limpia en la India es la hidráulica, en tanto que la eólica y solar combinadas suman un 10%. Los combustibles fósiles daban cuenta del 78% de la generación de electricidad en 2024.

Las emisiones del sector de la energía han crecido en las últimas dos décadas debido a la expansión de la generación con carbón. Pese a ello las emisiones per cápita del país, están bastante por debajo del promedio global debido al bajo nivel de uso de electricidad per cápita.

Sin embargo, la participación del carbón en la generación está disminuyendo aceleradamente: en el 2023 el crecimiento de la demanda de electricidad era satisfecho por la generación a carbón en un 91%; en el 2024 esa proporción había caído al 64%.

Los desafíos para continuar profundizando la transición a las energías renovables son dos: la disponibilidad de financiamiento para concretar las inversiones necesarias y el poder asegurar la flexibilidad suficiente para administrar las nuevas fuentes mediante la mejora en las redes y especialmente en la capacidad de almacenamiento.

Brasil. El país se ha posicionado como un líder mundial en la transición energética. Tiene un sistema energético basado en su vasta dotación de energías renovables, así como en un vigoroso sector de biocombustibles, que incluye la producción de etanol y biodiesel, mientras el 90% de su electricidad en 2024 provenía de fuentes de bajas emisiones (IEA, 2025).

La masiva disponibilidad de energías renovables y un sector eléctrico basado en energías renovables le permite considerar la posibilidad de escalar la producción de hidrógeno de

bajas emisiones. El país es, a la vez, uno de los mayores productores y exportadores de petróleo y también produce gas natural.

Entre los sectores de uso final, la industria es el mayor consumidor de energía, pero el transporte es la principal fuente de emisiones de GEI.

En su proceso de transición energética, Brasil ha triplicado la generación de energía solar y eólica entre 2019 y 2024. La flota de vehículos estaba en el 2024 compuesta en un 85% por vehículos que utilizan el sistema flex-fuel (*blend* de gasolina y etanol). Es el segundo productor mundial de biocombustibles líquidos y tiene proyectos para la generación de 2 Mt de hidrógeno de bajas emisiones destinado a la producción de fertilizantes, la producción de hierro y acero y en las refinerías. Se estima que el total de la energía solar instalada alcanzaba a 53,9 GW en febrero de 2025, con un predominio considerable de la generación distribuida, lo que representaba entonces alrededor del 21,9% de la matriz eléctrica del país (Ember, 2025b).

Así, entre 2014 y 2024, la energía solar y eólica aumentaron su capacidad quince veces, añadiendo 168 TWh, lo suficiente como para exceder el crecimiento de la demanda. Como resultado de ese despliegue, pese que la demanda creció en un 22%, unos 137 TWh en el mismo periodo, la generación fósil se redujo un 45%. También se redujo la participación de la energía hidroeléctrica debido al estancamiento en el crecimiento de la capacidad instalada (Ember, 2025b).

Algunas conclusiones en un mundo en cambio acelerado

Puede concluirse que el Acuerdo de París ha contribuido a poner en marcha un desplazamiento progresivo del crecimiento económico que era primariamente altamente intensivo en carbono. Así, todos los mayores emisores del planeta han reducido sus emisiones de GEI en términos de unidad de producto (PIB), mientras que, entre 2015 y 2023, un conjunto de economías que son responsables del 92% del producto doméstico bruto global han conseguido desacoplar de manera absoluta o relativa sus emisiones de CO₂ del crecimiento.

No obstante, es preciso reconocer, que, aunque el sentido del cambio está definido con claridad en el conjunto de la economía global, los senderos de las transiciones nacionales difieren marcadamente entre países.

Una evidencia significativa de la evolución de las emisiones de GEI es que, contemporáneamente con los acuerdos alcanzados por la comunidad internacional en París, el crecimiento de las emisiones globales de gases de efecto invernadero se ha hecho considerablemente más lento y se ha reducido a una fracción de su tasa de crecimiento previa, si bien puede suceder que esos resultados refieran a la evolución de variables correlacionadas y no a estrictas relaciones de causalidad.

También puede observarse que la transición hacia las energías renovables se ha hecho extremadamente vigorosa sobre la base de sus sólidos fundamentos económicos y del acelerado progreso tecnológico que ha hecho posible una disminución extraordinaria de los costos asociados al aprovechamiento de esas fuentes, lo que las hace económica y financieramente viables, lo que puede ser interpretado como un punto de inflexión positivo en los esfuerzos por enfrentar el cambio climático.

En este sentido, puede notarse, por ejemplo, que, en la Unión Europea, la producción de energías renovables sobrepasó por primera vez a la del carbón y la energía solar superó a los combustibles fósiles para la generación de electricidad, al tiempo que se amplían las salvaguardas que hacen más difícil a los países retroceder en materia de política climática a pesar de la agitación política que afecta a las democracias en periodos electorarios. Asimismo, la opinión consultiva de la Corte Internacional de Justicia crea un sustrato valioso para advertir a los actores políticos y económicos que hay riesgos asociados al evitar o postergar la acción climática que les es debida por el efecto de sus actividades o la omisión de adoptar políticas apropiadas.

Conviene notar, empero, que no es posible determinar si la dinámica de los procesos en marcha es de génesis regulatoria, tecnológica, de comportamiento, o resulta más bien de decisiones nacionales asumidas en el contexto de una pugna geopolítica que está hoy agudizada por el cambio considerable ocurrido en la economía mundial y en las capacidades de las grandes economías emergentes para competir de igual a igual con las naciones desarrolladas en materia de progreso tecnológico, inversiones, transformaciones estructurales y captura de mercados.

En cualquier caso, las transiciones en marcha están gobernadas por distintos diseños de política, arreglos institucionales y procesos de toma de decisión, a la vez que obedecen a diferentes visiones del futuro y dispares principios de organización política y social y de participación en sociedades crecientemente complejas, lo que, en alguna medida, agudiza las dificultades para desenvolver transiciones rápidas como las que se necesitan en esta instancia.

En efecto, un análisis de la ruptura de emisiones (la posibilidad de lograr un punto de inflexión en su crecimiento) que sigue a las intervenciones de política revela que, considerando cuatro sectores, 41 países, un periodo de dos décadas y un total de 1500 políticas aplicadas, solo se han identificado 63 intervenciones de política exitosas y que tienen efectos mensurables en términos de la reducción de emisiones de GEI, que puedan evaluarse como considerables (Stechemesser, A. et al., 2024).

Este análisis revela que los países tienen necesidades diferentes de políticas (por ejemplo, precios al carbono en los países desarrollados, regulaciones en los en desarrollo) y, a la vez, que es preciso mejorar el diseño de políticas para asegurar la viabilidad de las transiciones en curso y desplegar esfuerzos que sean más eficientes en un contexto complejo como el actual.

.

Referencias bibliográficas

- Barnes, E. A., Diffenbaugh, N. S. and S. I. Seneviratne (2024). Combining climate models and observations to predict the time remaining until regional warming thresholds are reached. *Environ. Res. Lett.* 20 014008.
- BCG, Boston Consulting Group (2025). Changing Lanes: EV Strategies in the US, Europe, and China. Automotive Industry, September 2025.
- Bloomberg NEF (2025a).
- Bloomberg NEF (2025b). Lithium-Ion Battery Pack Prices Fall to \$108 Per Kilowatt-Hour, Despite Rising Metal Prices: Bloomberg NEF
- Carbon Brief (2026). Analysis: UK renewables enjoy record year in 2025 – but gas power still rises. *Renewables*.
- Christian Aid (2025). Counting the Cost 2025 Report.
- Ember (2025a). Global Electricity Review 2025.
- Ember (2025b). Wind and solar generate over a third of Brazil's electricity for the first month on record.
- Ember (2025c). The EV leapfrog – how emerging markets are driving a global EV boom.
- Friedlingstein, P., et al. (2024). Global Carbon Budget 2024. *Earth System Science Data*.
- Hansen, J.E. et al. (2023). Global warming in the pipeline. *Oxford Open Clim. Chan.* 3 (1).
- Hausfather Z. (2025). Explainer: How human-caused aerosols are “masking” global warming. *CarbonBrief* (10 June 2025).
- IEA, International Energy Agency (2025). Energy Policy Review Brazil 2025 Report
- IEA, International Energy Agency (2024a). Renewables 2024. Analysis and forecasts to 2030.
- IEA, International Energy Agency (2024b). Batteries and Secure Energy Transitions. *World Energy Outlook Special Report*.
- IPCC (2022). Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33.
- Loeb, N. G. et al. (2025). Emerging hemispheric asymmetry of Earth's radiation. *PNAS*.
- Munich Re (2025). Acceso en: <https://www.munichre.com/en/insights/natural-disaster-and-climate-change/losses-from-non-peak-perils-are-on-the-rise.html>
- Rhodium Group (2026). Preliminary US Greenhouse Gas Emissions Estimates for 2025.
- Ripple, W. J., Wolf, C., Mann, M.M., Rockström, J., Gregg, J. W., Xu, C., Wunderling, N., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Schaeffer, R., Broadgate, W. J., Newsome, T. M., Shuckburgh, E. P. and H. Gleick (2025). The 2025 state of the climate report: a planet on the brink, *BioScience*, Volume 75, Issue 12, December 2025, Pages 1016–1027, (2025).
- Stechemesser, A. et al., (2024). Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades. *Science* 22 Aug 2024. Vol 385, Issue 6711, pp. 884-892
- Swiss Re Institute (2025). 2025 marks sixth year insured natural catastrophe losses exceed USD 100 billion.
- UNDIRR (2020). El Costo Humano de los Desastres 2000-2019. UN Office for Disaster Risk Reduction.