

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) publica desde 2002 con periodicidad anual el World Energy Outlook (WEO, Panorama energético mundial). Esta nota pretende ser una reseña crítica de su última edición, presentada en París el 13 de octubre de 2020.

PANORAMA ENERGÉTICO MUNDIAL 2020

El WEO 2020 (1) analiza las consecuencias de la pandemia Covid-19 en la energía, en particular en la transición energética en curso. Para ello, utiliza cuatro escenarios, alternativas factibles para describir el futuro de la energía a veinte años vista:

- 1º. El escenario STEPS (políticas anunciadas) ilustra cómo podría evolucionar el sistema energético mundial como resultado de la política energética actual convenientemente modificada por los compromisos políticos de los últimos doce meses que la Agencia considera realistas.
- 2º. El escenario SDS (desarrollo sostenible) traza un rumbo posible —político, tecnológico, empresarial, social— para limitar el incremento de la temperatura sobre la superficie terrestre a 1,5 grados Celsius en 2100, en conformidad con el objetivo del Acuerdo de París.
- 3º. El escenario NZE2050 (cero emisiones netas en 2050, novedad del WEO 2020) presenta las decisiones y transformaciones necesarias durante la próxima década para que las emisiones mundiales de CO₂ debidas a la energía sean cero en 2050.
- 4º. El escenario DRS (recuperación retrasada, novedad del WEO 2020) describe el caso en el que la recuperación económica mundial se retrasa dos años hasta 2023 (2021 en los tres escenarios anteriores, más optimistas).

La demanda mundial de petróleo registra una caída en 2020 del 8%; 3% la del gas; 7% la del carbón. Las emisiones caen en consecuencia un 7%. La demanda gasista entrará en declive en las economías avanzadas a mediados de la próxima década. Una de las pocas certezas del mañana energético es que el futuro de la energía será más eléctrico y menos fósil.

Según el WEO 2020: “para proyectos con bajos costes financieros que explotan recursos de gran calidad, la solar fotovoltaica es hoy la fuente de energía eléctrica más barata de la historia”. Desde 2010, el LCOE coste medio de generación fotovoltaico ha caído un 80% y se sitúa hoy debajo de los 20\$/MWh para proyectos

con bajos costes de financiación. Durante la próxima década, la solar fotovoltaica crece a una tasa anual media del 13%.

Las emisiones que contempla el escenario STEPS causarían un aumento de la temperatura de 2,7 grados Celsius en 2100 —con una probabilidad del 50%—. Esta perspectiva empeora en el escenario DRS. Sin embargo, otro futuro es posible. La Agencia explora esta vía de esperanza mediante el escenario SDS. Según el WEO 2020, sería necesario incrementar en un billón de dólares la inversión anual en energías limpias durante 2021, 2022 y 2023 para colocar al mundo en la senda sostenible. Dos cifras para encuadrar esta suma: 1º. La inversión mundial en 2019 en producción y usos finales de la energía fue de 1,8 billones de dólares; 2º. La inversión de un billón de dólares anual supone alrededor del 10% de la total contemplada en los planes de recuperación presentados hasta mediados de 2020.

La inclusión por primera vez en un WEO de un escenario del tipo NZE2050 implica que la Agencia reconoce la neutralidad climática como un principio orientador de la política energética mundial. La neutralidad climática a mediados de siglo se fundamenta en dos pilares: despliegue masivo de tecnologías limpias maduras y en fase de desarrollo; y cambios significativos en el comportamiento de los consumidores —que explican un 30% del diferencial de 6,6Gt de CO₂ equivalente con el escenario SDS—.

EL WORLD ENERGY OUTLOOK

La historia del WEO en los últimos veinte años está íntimamente ligada a la historia de un hombre, el ingeniero y economista turco Fatih Birol (Ankara, 1958). Birol firmó todos los WEO desde 2002 hasta 2015 como economista jefe de la Agencia. Nombrado director ejecutivo en septiembre de 2015, Birol sigue supervisando de cerca el WEO, como él mismo escribe en la carta introductoria a la edición de este año.

El punto de partida del WEO es la radiografía de la situación actual del sector energético de los Estado miembros y asociados —que representan el 70% de

la demanda mundial de energía— y de cada región mundial hasta completar el 100% si no fuese posible caracterizar cada país no vinculado directamente a la Agencia —por ejemplo: África, Oriente Medio y el Sudeste asiático—. Se analiza la estructura económica y empresarial-energética de cada unidad geográfica así definida, su coyuntura económica y social, su política energética, sus recursos naturales y sus activos energéticos, etcétera. La AIE completa este análisis con el de otras dinámicas transnacionales que se superponen a nivel regulatorio —por ejemplo, el de la Unión Europea—, derivadas de convenios internacionales (el Acuerdo de París), el estado del arte de las tecnologías energéticas y el de la innovación tecnológica, el análisis fundamental de los mercados mundiales de crudo, gas y carbón, etcétera. El resultado de este análisis alimenta el modelo econométrico-energético exclusivo de la Agencia, el *World Energy Model* (WEM, “Modelo Energético Mundial”).

La variable tiempo produce un número exponencial de combinaciones de los posibles desarrollos individuales de los sectores energéticos de cada unidad geográfica considerada. El análisis agregado del conjunto es imposible. La genialidad del WEO consiste en agrupar todas esas posibles combinaciones en dos, tres o cuatro cajones que denomina “escenarios”. Por lo tanto, los escenarios son alternativas factibles para describir el futuro de la energía.

La comparación de los resultados de los escenarios pone de relieve el peso de las decisiones gubernamentales en el futuro energético mundial. Por esta razón, el WEO es la publicación internacional de referencia para los agentes políticos y económicos activos en materia energética.

Los escenarios del WEO son solamente un instrumento de análisis, no un fin en sí mismos. La AIE ha ido introduciendo cambios con los años según su percepción sobre los intereses de sus Estados miembros. Las dos novedades más importantes de las últimas dos décadas se introducen en 2008 y en 2020. En 2008, la Agencia se pregunta qué decisiones políticas y empresariales tendrían que tomarse para limitar el cambio climático producido por las actividades energéticas de la humanidad. El WEO 2008 propone así un nuevo escenario, el “Escenario 450”, que fija en 450 partes por millón la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en 2030 y reconstruye hacia el presente dichas decisiones -en otros escenarios, las emisiones de CO₂ a la atmósfera son otro resultado más-. Esta fértil idea, cuya paternidad atribuimos a Birol, pervive hasta el presente con una salvedad: la Agencia sustituye en 2017 el “Escenario 450” por otro denominado “Escenario de desarrollo sostenible”, como se explicará más adelante.

El WEO presenta los resultados de sus escenarios agregados geográficamente por continente (con la excepción de EE.UU., la Unión Europea, China, Japón, India, Brasil, Rusia y Sudáfrica —esta última por razones que se desconocen-).

El WEO fundamenta su prestigio en tres pilares:

1. Tiene acceso exclusivo al mejor banco de datos energéticos del mundo. Su fuente directa son los gobiernos de sus treinta Estados miembros (que son la mayoría de los de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE) y los de sus ocho Estados asociados (China, India, Brasil, y otros menores). Estos países representan el 70% de la demanda de energía primaria mundial.
2. Aporta una visión global: “todos los combustibles, todas las tecnologías”. Este eslogan de la Agencia quiere decir dos cosas. Primera, que la AIE se presenta a sí misma como un observador neutral que no toma partido a favor o en contra de esta o aquella fuente o tecnología energética. Segunda, en los últimos veinte años, la AIE ha ampliado sus actividades desde su nicho fundacional -petróleo y derivados- hacia otros combustibles fósiles, la electricidad, las renovables y la eficiencia energética.
3. Realiza sus cálculos con el modelo econométrico-energético integrado exclusivo de la Agencia —el citado WEM—. El WEM admite variables por país, combustible o fuente de energía y usos finales. La innovación tecnológica y la eficiencia energética se modelizan. Todo encaja y tiene sentido: producción, demanda, comercio internacional. Por ejemplo, si aumenta el uso del hidrógeno en el transporte, desaparece demanda de petróleo o de gas. Si aumenta la producción eléctrica eólica en China, cae la demanda de carbón en el gigante asiático, su cotización internacional baja y en India el gas lo desplaza menos. Si EE.UU. produce más petróleo, Rusia produce menos. Y así con todo.

La estructura básica del WEO se mantiene desde 2004 a 2019. En esos años, una primera parte se compone de capítulos independientes para el petróleo y sus derivados, el gas natural, el carbón, las energías renovables, etcétera. Dentro de cada capítulo, se exponen los resultados de los escenarios. A la primera parte, siguen otras dos —excepcionalmente sólo otra más—, dedicadas a países, tecnologías u otros temas de interés que completan el análisis. La segunda parte, *Special focus* (Especial atención), es más estratégica e incluso puede publicarse meses antes en forma de separata especial, de ahí su nombre. La tercera parte, *WEO insight* (WEO información), es generalmente un par de capítulos añadidos de contenido más tecnológico.

A modo de ilustración, la segunda parte de las tres últimas ediciones se dedica al continente africano (2019), a la electricidad (2018) y al gas natural (2017); y su tercera parte al hidrógeno, al metano y a la energía eólica marina (2019); a los gases de efecto invernadero derivados de la extracción del petróleo y del gas natural (2018); y a China (2017), cuyo gobierno había aprobado ese año una “Estrategia para la revolución en la producción y consumo energéticos”.

LA EDICIÓN DE 2020

El WEO 2020 analiza las consecuencias de la pandemia Covid-19 en la energía, en particular en la transición energética en curso. El año base —último año de datos reales, no proyectados— del WEO 2020 es 2019.

La pandemia Covid-19 causa gran incertidumbre en nuestro mundo, que se refleja en las principales variables de entrada en el WEM y aún en otras estructurales, que no se modelan —equilibrios geopolíticos, perspectiva de acuerdos internacionales—. Es como si el diminuto virus hubiese dado un golpe por debajo al tablero de ajedrez de la energía mundial y hubiese lanzado las piezas al aire. La Agencia dedica el WEO 2020 a explicar a los gobiernos de sus Estados miembros dónde —posiblemente— caerán las piezas, es decir, el rumbo y la velocidad de la transición energética en curso, tras la pandemia. No debe sorprendernos, entonces, que la AIE adapte los escenarios del WEO 2020 a la incertidumbre imperante.

El *Stated Policies Scenario* (STEPS, “Escenario de políticas anunciadas”) describe un posible rumbo futuro del sector energético mundial si los compromisos políticos anunciados se cumplen. La experiencia demuestra que algunos de estos compromisos no se cumplen, en especial los más ambiciosos. El escenario STEPS incluye solamente aquellos respaldados por instrumentos específicos que otros actores también consideran factibles. La AIE revisa los compromisos políticos y empresariales —emisiones, energías renovables, etcétera— de los últimos doce meses (2).

Según la Agencia, solamente algunos planes de recuperación presentados hasta mediados de 2020 asignan fondos relevantes a las energías limpias. Este requisito y el de credibilidad explican por qué la AIE contabiliza solamente los planes de recuperación de la Unión Europea (UE), Gran Bretaña, Canadá, Corea del Sur, Nueva Zelanda y “otros pocos países” en la definición del escenario STEPS del WEO 2020 (STEPS 2020).

El STEPS 2020 añade una hipótesis de partida: la pandemia Covid-19 se controla en 2021 y el PIB mundial se recupera —igual o supera el nivel de 2019—. Esto no quiere decir que todos los países se recuperen en 2021. Tampoco implica que la recuperación tenga forma de “V”: la demanda de energía primaria sólo se recupera en 2023 en el escenario STEPS.

Una novedad del WEO 2020 es la eliminación del *Current Policies Scenario* (CPS, “Escenario de políticas vigentes”). En ediciones anteriores de la obra, el escenario CPS era la base de comparación de los otros escenarios porque proyectaba el presente energético hacia el futuro sin tener en cuenta las repercusiones de nuevas decisiones políticas o empresariales. En el WEO 2020, la Agencia explica que, tras la pandemia, no tiene sentido plantear un escenario en el que todo sigue igual: al menos algún gobierno actuará para reparar la distorsión producida por el Covid-19. Ahora bien, la Agencia advierte: el STEPS no es el escenario base del WEO 2020.

Si toda la infraestructura energética existente y en construcción en el mundo —centrales de carbón y de gas, automóviles, etcétera— funcionase hasta el final de su vida útil sin cambios, sus emisiones causarían un aumento de 1,65 grados Celsius de la temperatura en la superficie terrestre en 2100 (3). El escenario STEPS añade las emisiones producidas por las nuevas centrales y vehículos necesarios para satisfacer el incremento de la demanda mundial de los usos finales de la energía (4). Todas estas emisiones causarían un aumento de la temperatura de 2,7 grados Celsius en 2100 —con una probabilidad del 50%—.

Este futuro sombrío no es inexorable. Otro futuro es posible. Los gobiernos mundiales pueden modificar su política energética. Sus decisiones pueden desencadenar otros cambios empresariales y sociales que nos lleven hacia un círculo virtuoso de crecimiento sostenible. La Agencia explora esta vía de esperanza a través del otro escenario principal del WEO, el *Sustainable Development Scenario* (SDS, “Escenario de desarrollo sostenible”).

El SDS traza un rumbo posible —político, tecnológico, empresarial, social— para limitar el incremento de la temperatura sobre la superficie terrestre a 1,5 grados Celsius en 2100, en conformidad con el objetivo del Acuerdo de París. Para alcanzarlo, el SDS requiere emisiones negativas de CO₂ a la atmósfera durante la segunda mitad del siglo. Es decir, que la humanidad retire CO₂ de la atmósfera. ¿Cómo? Por ejemplo, mediante instalaciones de Captura, Utilización y Almacenamiento de [dióxido de] Carbono [atmosférico], conocidas por sus siglas en inglés CCUS.

Así mismo, el SDS se define alrededor de otros dos Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU: acceso universal a servicios energéticos modernos en condiciones económicas y seguras en 2030; y reducción sustancial de la contaminación del aire.

Las tres principales hipótesis del escenario SDS son:

1. Se cumplen todas las recomendaciones de la AIE en materia de energías limpias y planes de recuperación recogidas en el informe *Sustainable Recovery: World Energy Outlook Special Report* (SRR, Informe especial sobre recuperación sostenible del Panorama energético mundial), de 18 de junio de 2020. El SRR recomienda que la inversión anual mundial en energías limpias aumente en un billón de dólares (5) en los tres próximos años (alrededor del 10% de la inversión total de los planes de recuperación). En el SDS 2020, las inversiones en fuentes de energías limpias aumentan un 15% en los próximos cinco años, en comparación el SDS 2019.
2. La pandemia se controla y el PIB mundial se recupera en 2021. (Misma hipótesis que en el escenario STEPS —sin ella, los resultados de ambos escenarios no serían comparables).

3. Se implementan soluciones tecnológicas que hoy están en fase de demostración. Estas nuevas tecnologías explican un 35% del diferencial de emisiones entre los escenarios SDS y el STEPS.

A finales de 2020, ambas hipótesis se revelan problemáticas por dos motivos:

1. Solamente los Estados más comprometidos con la lucha contra el cambio climático han presentado planes de recuperación en sintonía con las recomendaciones del informe SRR (a la fecha de cierre del WEO y de esta nota).
2. Europa y EE.UU. ya han registrado una segunda ola de la pandemia que el WEO 2020 no contempla en sus escenarios principales. Las previsiones de crecimiento para 2021 se han deteriorado. En esta dirección apuntan los últimos datos disponibles al cierre de esta nota que registran una caída adicional de la demanda mundial de crudo en 2020 del 0,8%.

La segunda novedad importante en la definición de escenarios del WEO 2020 es la inclusión del escenario *Net Zero Emissions 2050 (NZE2050, "Escenario de cero emisiones netas en 2050")*. La Agencia lo usa para estudiar las decisiones y transformaciones necesarias durante la próxima década para que las emisiones mundiales de CO₂ debidas a la energía sean cero en 2050.

Como explica la AIE, si se excluye la posibilidad de que las emisiones de CO₂ puedan ser negativas en la segunda mitad del siglo, éstas tendrían que anularse en 2050 para contener el incremento de la temperatura terrestre a 1,5 grados Celsius en 2100. (En el escenario SDS, ya descrito, las emisiones de CO₂ de origen energético se anulan más tarde, en 2070).

La neutralidad climática como objetivo estratégico de la política energética: esta es la tensión, la ambición de las sociedades avanzadas que detecta Faith Birol e incorpora en el WEO 2020 para su análisis.

La tercera novedad del WEO 2020 es su cuarto y último escenario, el *Delayed Recovery Scenario (DRS, "Escenario de recuperación retardada")*.

"La pandemia Covid-19 ha causado más perturbaciones al sector energético que cualquier otro acontecimiento histórico reciente y sus consecuencias se dejarán sentir en los próximos años" —con esta frase se abre el WEO 2020. La incertidumbre es la clave de bóveda de este 2020. Por esta razón, la Agencia incluye un escenario para modelar el caso en el que la recuperación económica se retrasa.

En los tres escenarios anteriores —STEPS, SDS y NZE2050—, la pandemia se controla y el PIB mundial se recupera en 2021. Sin embargo, esto no quiere decir que la recuperación económica borre las huellas de la pandemia Covid-19 en 2022. Por ejemplo, el PIB mundial en 2025 es 5% menor en los escenarios STEPS y SDS del WEO 2020 que en los de 2019; y la demanda mundial de crudo sólo se recupera en 2023.

En el escenario DRS, algunas regiones del mundo sufren nuevas olas de la pandemia Covid-19 que conducen a las Autoridades a ordenar confinamientos de la población en 2021 e incluso más tarde. Así mismo, las vacunas contra la Covid-19 no generan confianza social, no son efectivas o no se extienden a toda la población. Las medidas de distanciamiento social y confinamiento hacen mella en la recuperación de los países occidentales de la OCDE. La expansión fiscal de numerosos gobiernos resulta menos eficaz por las dudas sobre la sostenibilidad de su deuda pública y el negativo clima de confianza empresarial y de consumo. El desempleo se convierte en estructural y se destruye tejido empresarial. Como consecuencia de la pesadilla descrita, el PIB mundial en 2030 en el escenario DRS es un 10% inferior al del STEPS.

La dosis de pesimismo del DRS proviene sobretudo de los mercados emergentes y de las potencias extra-muros de la OCDE —ambas categorías, 55% de la economía mundial—. En el DRS, la recuperación en China es robusta, aunque inferior a la contabilizada en el escenario STEPS, debido fundamentalmente a un peor comportamiento de las exportaciones. Las economías de los países productores de petróleo de Oriente Medio registran caídas importantes. La situación en India, el Sudeste asiático y Sudamérica también se deteriora con respecto a la del escenario STEPS.

El contenido del WEO 2020 se divide en dos partes y varios apéndices. La primera parte es una introducción corta de dos capítulos —60 páginas— y la segunda parte, la central —246 páginas—, consta de tres secciones, una por cada escenario principal. Así, los escenarios pasan al primer plano en el WEO 2020. De los apéndices que siguen, el primero es el más extenso —81 páginas— porque presenta los principales resultados numéricos de la obra en formato tabular.

La edición de este año del WEO no incluye el citado informe SRR, que hubiese sido la segunda parte de las ediciones anteriores. Por esta razón, la extensión del WEO 2020 —461 páginas— es aproximadamente la mitad que la de otros años.

El WEO 2020 comienza con una primera sección que resume sus conclusiones más importantes (*Executive summary*, Resumen ejecutivo) de siete páginas.

El primer capítulo (primera parte) se titula Panorama general y principales conclusiones y se subtitula Una historia de dos opacidades. Este capítulo extrae resultados de todo el WEO 2020 para responder a dos preguntas relacionadas entre sí: qué implicaciones tiene la pandemia Covid-19 en el sector energético mundial y cómo ésta ha afectado a la transición energética en marcha.

El segundo capítulo (primera parte) se titula Un mundo energético confinado y se subtitula ¿Cómo el Covid-19 ha cambiado el juego? Este capítulo cumple dos funciones. Primera, evaluar los efectos inmediatos de la pandemia Covid-19 en el sector energético

mundial. Segunda, definir los escenarios y detallar sus hipótesis políticas, tecnológicas, macroeconómicas y demográficas.

El tercer capítulo (segunda parte) se titula Construir una recuperación sostenible. Este capítulo está dedicado al escenario SDS y su objetivo es explicar a los responsables políticos de los Estados miembros y asociados de la AIE cómo dirigir al mundo hacia una recuperación sostenible.

El cuarto capítulo (segunda parte) se titula Alcanzar las emisiones netas cero en 2050 y se dedica al escenario NZE2050. Este nuevo escenario permite a la Agencia plantear un conjunto de decisiones políticas y de transformaciones —tecnológicas, sociales y económicas— orientadas a tal fin.

Los siguientes tres capítulos de la segunda parte —quinto, sexto y séptimo— presentan los resultados obtenidos en las simulaciones del escenario STEPS.

El quinto capítulo se titula Perspectivas de la demanda de energía. La proyección futura de la demanda energética se basa en la extraordinaria situación presente. El agregado mundial del gasto final en servicios energéticos —empresas y particulares— cayó un 20% interanual en 2020. (El gasto final en productos petrolíferos fue aún mayor). De aquí que el WEO 2020 explique que las proyecciones resultan particularmente difíciles este año.

El sexto capítulo es un monográfico sobre la electricidad que se titula Perspectivas de la energía eléctrica. El WEO 2020 toma nota de cómo la pandemia ha reforzado la importancia de la energía eléctrica en la economía moderna y sostiene que: “una de las pocas afirmaciones que se pueden realizar con seguridad sobre el futuro de la energía es que la cuota de la electricidad en la energía final continuará aumentando” (en 2019, 20%; en 2040, 23% en el escenario DRS, 24% en el escenario STEPS y 31% en el escenario SDS). Por primera vez, el gasto mundial en electricidad superará al de los derivados del petróleo en 2020. El sector eléctrico post Covid-19 también será distinto. Dos tendencias parecen claras: las renovables aumentarán su peso en la generación eléctrica y la demanda cambiará —gestión de la demanda, cambios del comportamiento social, etcétera.

El séptimo capítulo presenta el lado de la oferta en el escenario STEPS y se titula Perspectivas del suministro de combustibles. La pandemia ha revuelto la oferta energética todavía más, si cabe, que la demanda. Los ingresos de los países exportadores de crudo de Oriente Medio caen un 50% anual en 2030. Las quiebras de los productores no convencionales —fractura hidráulica— norteamericanos (*shale gas, tight oil*) se disparan un 50% interanual en el primer semestre de 2020. Como consecuencia, las inversiones en exploración y producción de petróleo y gas se derrumban un 33% interanual en 2020. Sin embargo, la demanda mundial de crudo “sólo” cae un 8% en 2020 (a la fecha de cierre del WEO).

El octavo y último capítulo del WEO 2020 se titula Una recuperación retardada. Este capítulo plantea el escenario DRS y analiza sus resultados. Como se explicó anteriormente, el escenario DRS refleja una visión más pesimista que el escenario STEPS sobre la duración y gravedad de la pandemia y sus consecuencias económicas.

RESULTADOS DEL ESCENARIO STEPS

El escenario STEPS ilustra cómo podría evolucionar el sistema energético mundial como resultado de la política energética actual convenientemente modificada por los compromisos políticos de los últimos doce meses que la Agencia considera realistas.

El cuadro macroeconómico del STEPS se fundamenta en que el PIB mundial se recupera en 2021. Esto no quiere decir que se borren los efectos de la pandemia Covid-19: el PIB mundial en 2025 es un 5% menor en el STEPS del WEO 2020 que en el del WEO 2019; la demanda mundial de energía primaria vuelve a su nivel anterior a la crisis a principios de 2023.

Las tendencias y el calendario de la recuperación varían de un país, de un continente o bloque comercial a otro. Por ejemplo, en EE.UU., Europa y Japón la demanda de energía primaria a partir de 2025 es menor que la registrada en 2019. (Nótese que 2025 es el primer punto de la proyección temporal del WEO). Sin embargo, la demanda total de energía primaria de la India aumenta un 33% en 2030 (6) (1.237Mtoe(7)) y supera a la de la Unión Europea (1.214Mtoe).

Las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera de origen energético caen un 7% en 2020 (33,3Gt). Las emisiones mundiales de CO₂ solamente superan el nivel de 2019 ocho años más tarde, en 2027. El escenario STEPS explica este comportamiento a través de dos factores principales: las energías renovables aumentan su importancia en los próximos años y la demanda mundial de carbón entra en declive por primera vez desde la Revolución Industrial.

El carbón es responsable del 38% de las emisiones mundiales de CO₂ de 2021 a 2030. Un 65% de la demanda mundial de carbón es para generación eléctrica.

La AIE prevé que demanda mundial de carbón caerá un 7% en 2020, tendencia a la baja que se mantiene en el futuro (la demanda mundial de carbón en 2025 —5.112Mtoe(8)— es inferior a la registrada en 2019 —5.392Mtoe). Para comprender la dinámica de este combustible, hay que mirar a China porque el gigante asiático representa aproximadamente la mitad de la demanda mundial de carbón (2.864Mtoe en 2019, 2.779Mtoe en 2030). En este contexto se comprende que la demanda de carbón de la UE es testimonial a nivel mundial (251Mtoe en 2019, 106Mtoe en 2030). En síntesis, la variable clave para explicar la demanda futura global de carbón es el aumento de la generación eléctrica renovable en China.

La pandemia Covid-19 no reduce el crecimiento de las energías renovables en el escenario STEPS —un 5% anual en la próxima década—. Los proyectos de energía solar fotovoltaica y eólica a escala de compañía eléctrica explican la mayor parte del crecimiento anual. (Otros usos finales de las renovables de menor tamaño son más dependientes de las ayudas públicas y se resienten en un entorno de bajos precios de los combustibles fósiles). En la Unión Europea, la energía procedente de fuentes renovables aumenta un 40% en 2030.

La demanda mundial de petróleo registra una caída histórica del 8% en 2020 (datos del WEO 2020, aún mayor del 8,8% según los últimos disponibles al cierre de esta nota). (La demanda mundial de 2019 fue de 97,9Mbbbl/d (9) —100Mbbbl/d si se incluye la demanda de biocombustibles—. Las simulaciones del escenario STEPS indican que el mundo recuperará los 100Mbbbl/d en 2023. Sin embargo, la tasa anual de crecimiento de la demanda post-pandemia se reduce: la demanda prevista en 2030 es 2Mbbbl/d inferior a la proyección comparable del WEO 2019.

En 2020, la pandemia causa una caída de la venta de automóviles de motor de explosión interna: 9 millones de consumidores aplazan la sustitución de su vehículo. En 2030, el número total de automóviles en el mundo será 7% inferior al que hubiese sido sin pandemia (al registrado en el WEO 2019 en el mismo caso). Por el contrario, las ventas de vehículos eléctricos se sostienen en 2020 y a lo largo de la próxima década. El STEPS del WEO 2020 mantiene la previsión de ediciones anteriores del número de vehículos eléctricos en 2030 alrededor los 110 millones de unidades.

El perfil del crecimiento de la demanda de productos petrolíferos se modifica. En la pasada década, el 60% del crecimiento de la demanda mundial proviene del transporte por carretera. En la próxima década, los productos petroquímicos son el factor explicativo del mismo porcentaje de crecimiento (60%), debido, en gran medida, al aumento de la demanda de plásticos —especialmente para su uso en materiales de embalaje—.

Los drásticos cambios en el comportamiento de los consumidores en 2020 tienen un efecto global limitado sobre la demanda de petróleo a largo plazo en el escenario STEPS.

La demanda mundial de gas natural en 2019 fue de 4.026bcm(10). La Agencia prevé que ésta se contraiga un 3% en 2020. Se trata de la caída es la más importante desde que se comenzó a utilizar el gas natural como combustible moderno en los años 30 del siglo XX. En este escenario, la demanda mundial de gas natural ascenderá a 4.613bcm en 2030 —un incremento del 15% en diez años que se debe principalmente al dinamismo de China e India, cuya demanda aumenta desde 370bcm en 2019 a 631bcm en 2030. La demanda asiática total, que incluye a Japón y Corea del Sur, supera en 2030 a la de EE.UU. (1.198bcm y 1.157bcm, respectivamente).

La demanda gasista entrará en declive en las economías avanzadas a mediados de la próxima década debido a los siguientes factores: competencia de las energías renovables, impacto de la eficiencia energética, aumento de la electrificación y mejora de las perspectivas económicas del hidrógeno como combustible alternativo.

Las perspectivas globales de la mejora de la eficiencia energética se resienten por la pandemia Covid-19. El escenario STEPS anota una reducción del 10% de la mejora anual de la eficiencia energética —con respecto al mismo escenario del WEO 2019—. Sin embargo, Japón alcanza en 2030 una reducción de su demanda energética del 10%, resultado de la mejora de la eficiencia energética y de los cambios de combustibles en la generación eléctrica.

El crecimiento de la demanda eléctrica supera al del conjunto formado por el resto de combustibles. La electricidad representa el 21% del consumo final de energía mundial en 2030.

La demanda mundial de electricidad se recupera en 2021 al nivel de 2019 —que fue de 26.942TWh—. El escenario STEPS 2020 proyecta un incremento acumulado del 22% hasta 2030 —equivalente a un 2% anual medio— de la demanda mundial de electricidad. Estas cifras no son uniformes geográficamente: en las economías avanzadas, la demanda eléctrica aumenta un 0,8% anual hasta 2030 debido a la electrificación de la movilidad y de la calefacción residencial; la generación eléctrica de la India registra el crecimiento más notable del mundo durante la próxima década —un 67% acumulado, equivalente a un 5,25% anual medio (2.461TWh en 2030). En este escenario, todavía quedarán 660 millones de personas sin acceso a la electricidad en 2030 —cifra que incluye un 33% de la población africana—.

La generación eléctrica renovable aumenta un 5% anual de media durante la próxima década en el escenario STEPS. Esto supone un incremento acumulado de dos tercios (67%). En 2025, las energías renovables generarán un 25% más de GWh que el máximo histórico aportado por el carbón —registrado en 2018—. En 2030, un 38% de la energía eléctrica mundial proviene de fuentes renovables.

Dentro de esta expansión de las energías renovables, el equipo del WEO 2020 afirma que: “la energía solar fotovoltaica se convierte en el nuevo rey de la generación eléctrica” y “para proyectos con bajos costes financieros que explotan recursos de gran calidad, la solar fotovoltaica es hoy la fuente de energía eléctrica más barata de la historia”. Durante la próxima década, la solar fotovoltaica crece a una tasa anual media del 13%. Desde 2010, el coste medio de generación fotovoltaico ha caído un 80%. Se estima que este coste desciende un 20% cuando se dobla la capacidad instalada acumulada.

El LCOE (*Levelised Cost of Electricity*, Coste homogéneo de la electricidad)(11) de la energía solar fotovol-

taica se sitúa por debajo de los 20\$/MWh con bajos costes de financiación. Esta es la situación en Estados de baja prima de riesgo que cuentan con un instrumento regulatorio de respaldo de ingresos futuros. Para la AIE, las ayudas directas ya no son necesarias en la mayoría de los países.

Según el WEO 2020, el precio más bajo registrado en una subasta competitiva es 13\$/MWh —Portugal, agosto de 2020—.

El LCOE de los nuevos proyectos fotovoltaicos —escala compañía eléctrica— está entre 30\$/MWh y 60\$/MWh en Europa y en EE.UU., y entre 20\$/MWh y 40\$/MWh en China y en la India. El WACC (*Weighted Average Cost of Capital*, Coste medio ponderado de capital) medio para proyectos de este tipo en Europa y en EE.UU. está entre 2,6% y 5% en 2019 —términos constantes después de impuestos—.

Los Sistemas Eléctricos de Potencia son la clave que permite aumentar la generación eléctrica renovable no programable en condiciones de seguridad —sin pérdida de frecuencia—. El escenario STEPS contempla una inversión total de 460.000 millones de dólares en redes eléctricas en 2030 (dos tercios más que en 2019).

La pandemia Covid-19 también tensiona la oferta mundial de petróleo, gas y carbón. La caída de la demanda exacerba la sobrecapacidad industrial de producción de combustibles fósiles. No hay certeza sobre cuándo y cómo se absorberá dicha sobrecapacidad. En este escenario, las inversiones productivas se derrumban un 33% interanual en 2020 —incluyendo las gasistas—. También las futuras se resienten debido a la incertidumbre sobre la recuperación de la demanda y a la adaptación de los planes de negocio de las empresas productoras al cambio social y tecnológico en marcha que denominamos transición energética. Esta es la nota de fondo del escenario STEPS desde el lado de la oferta.

No está claro de dónde podría provenir en los próximos años la oferta necesaria para satisfacer un incremento de la demanda de petróleo por encima de la prevista en el escenario STEPS. En 2020, la financiación barata de los productores no convencionales de EE.UU. ha desaparecido y los grandes productores convencionales confrontan la necesidad de redefinir sus modelos de negocio a la transición energética en marcha.

En el escenario STEPS, la demanda mundial de crudo recupera su nivel de 2019 en 2023, como se indicó anteriormente. La demanda mundial anual aumenta lentamente en 750mmbbl/d anuales hasta 2030.

La industria refinera mundial ya se encontraba en una difícil situación de sobrecapacidad antes de la pandemia. En 2020, el colapso de la demanda de carburantes coloca contra las cuerdas a esta industria. La tasa de utilización de capacidad mundial es la más baja de los últimos 35 años. Las refineras situadas en los países desarrollados añaden el shock

debido a la pandemia a la ya conocida desventaja competitiva frente a las localizadas en otras regiones del mundo más próximas al incremento de la demanda y a la producción —menores costes logísticos—.

El escenario STEPS del WEO 2020 sitúa la demanda mundial de gas natural en 2030 un 2% por debajo de la prevista en el mismo escenario del WEO 2019. El escenario de sobrecapacidad estructural se mantiene hasta mediados de la próxima década, pero la bajada de precios no se traslada por igual a todos los compradores, fundamentalmente a los asiáticos. En Asia predominan los contratos de compraventa de gas indexados al precio del crudo —aproximadamente la mitad de los contratos mundiales son de este tipo—. En Europa, por el contrario, una mayor proporción de las importaciones se referencian a la cotización del gas en mercados abiertos.

RESULTADOS DEL ESCENARIO DRS

Las previsiones macroeconómicas que subyacen a los escenarios principales del WEO 2020 son las del informe SRR porque el WEO se apoya en él para los escenarios de desarrollo sostenible. Estas previsiones son, a su vez, las del informe intermedio de junio del Fondo Monetario Internacional de la serie *World Economic Outlook* (Panorama económico mundial) que se titula *June 2020, A crisis like no other, an uncertain recovery* (Junio de 2020, Una crisis como ninguna, una recuperación incierta). En este informe, el PIB mundial se contrae un 4,9% en 2020 y recupera un 5,4% en 2021. Operando algebraicamente, se obtiene un PIB mundial en 2021 un 0,2% superior al de 2019. Esta es la “recuperación” que recoge el WEO 2020 en sus escenarios STEPS, SDS y NZE2050.

Sin embargo, como la pandemia sigue activa a mediados de 2020, a la Agencia le resulta oportuno incluir un escenario más pesimista en el WEO 2020: el “Escenario de recuperación retardada” (DRS).

El PIB mundial en 2030 es un 10% más bajo en el escenario DRS que en el STEPS y en el SDS / NZE2050. El PIB mundial se recupera en 2023, dos años más tarde que en los escenarios principales.

La AIE visualiza las consecuencias de este escenario con la siguiente imagen: “el mundo de la energía avanza a cámara lenta”.

La demanda de combustibles fósiles y las emisiones globales se retraen, pero también lo hacen los cambios estructurales vinculados con la transición energética. La demanda de energía primaria de China y de India en 2030 es entre un 6% y un 7% inferior en el escenario DRS que en el STEPS. En EE.UU. y Europa, la demanda de energía primaria en 2030 es inferior a la de 2019 y se sitúa entre un 3% y un 4% por debajo de la del escenario STEPS.

La demanda mundial de crudo no se recupera hasta 2027 y se sitúa ligeramente por debajo de los 100Mb-

bl/d en 2030, unos 4Mbb/d menos que en el STEPS. La introducción de vehículos eléctricos se mantiene en el DRS, pero no ocurre lo mismo con las decisiones de sustitución de vehículos de combustión interna por otros nuevos: la eficiencia media de la flota de vehículos cae un 2% en el DRS en 2030 —en comparación con el mismo dato del escenario STEPS—. En 2030, la demanda mundial de carburantes para automoción es similar en los escenarios DRS y STEPS. La menor eficiencia media de los vehículos convencionales compensa así los factores de signo contrario indicados (una economía más pequeña —10% en 2030 que en el escenario DRS— y la introducción de vehículos eléctricos).

La demanda eléctrica es un 6% inferior en 2030 y un 7% en 2040 a la prevista en el STEPS. La generación térmica convencional basada en gas y carbón se resiente en detrimento de las energías renovables, en línea con lo ocurrido durante los confinamientos de primavera de 2020. La generación eléctrica de origen nuclear es idéntica en los escenarios DRS y STEPS.

La generación eléctrica renovable en 2030 alcanza el 40% en el escenario DRS, un par de puntos porcentuales por encima de la prevista en el STEP. La generación eléctrica renovable en 2030 es un 63% mayor que en 2020 —solamente tres puntos por debajo del incremento previsto en el STEPS—.

Las emisiones globales de dióxido de carbono en el escenario DRS son más bajas que en el escenario STEPS —1,7Gt en 2025 y 2Gt en 2030—. Esta reducción de emisiones es el resultado de una menor actividad económica.

En el DRS, la inversión mundial en producción de combustibles fósiles a lo largo de la próxima década es un 10% inferior a la del STEPS. Las energías renovables no captan esos fondos: la inversión total en energías bajas en carbono que modela el escenario DRS es 5% inferior a la del STEPS durante la próxima década. En sus primeros años, las inversiones mundiales en energías limpias se sostienen. Sin embargo, se resienten a medida que la década avanza como consecuencia de la menor capacidad fiscal de los gobiernos y de la peor situación contable de los agentes privados. La inversión en solar fotovoltaica es la que mejor parada sale en este escenario.

EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Las dos secciones anteriores refieren dos rumbos factibles que bien puede seguir la producción la demanda de energía en el mundo, dependiendo de la intensidad y morfología de la recuperación económica post pandemia Covid-19. Queremos pensar que el mundo real caminará una senda entre estos dos escenarios. Sin embargo, ninguno de ellos es sostenible para la humanidad. Por esta razón, la Agencia Internacional de la Energía ofrece a los actores energéticos un rumbo alternativo, también factible,

que cristaliza en el “Escenario de desarrollo sostenible” (SDS) y en el “Escenario de cero emisiones netas en 2050” (ZNE2050).

En ambos casos, el Acuerdo de París sirve para definir un objetivo numérico: limitar el incremento de la temperatura sobre la superficie terrestre a 1,5 grados Celsius en 2100. Desde ese horizonte futuro, hacia 2070 en el SDS y en 2050 en el NZE2050, la Agencia concluye qué decisiones se tendrían que tomar desde 2021 para alcanzarlo. Por lo tanto, resulta oportuno modificar el planteamiento de las dos anteriores y presentar al lector en primer lugar las decisiones políticas y empresariales que colocarían al mundo en esa trayectoria, según el WEO 2020. En este sentido su capítulo tercero comienza con una interesante perspectiva. La pandemia Covid-19 retrasa algunas transformaciones, pero acelera otras:

- La caída de los precios del petróleo y del gas natural retrasa la adopción de tecnologías energéticas limpias para algunos usos finales. Por ejemplo, el período de amortización de las reformas de edificios (orientadas a mejorar su eficiencia energética) aumenta si los precios de los combustibles fósiles son más bajos. En sentido contrario, un contexto de precios bajos favorece las iniciativas gubernamentales para reducir los subsidios a los combustibles fósiles.
- La caída de la actividad económica y el aumento de la incertidumbre causa una menor rotación de los activos productivos. Como consecuencia, la vida útil de los bienes de equipo más intensivos en carbono se alarga.
- Los mercados de capitales perciben mayor riesgo soberano de los países en vías de desarrollo. El incremento del coste financiero en esos Estados se traduce en un mayor coste de las infraestructuras energéticas y en menores inversiones para mejorar el acceso a la energía de su población.
- Los bancos centrales de las economías avanzadas mantienen una política monetaria laxa, que parece que se extenderá temporalmente. Dado el carácter intensivo de capital de muchas tecnologías energéticas renovables, su despliegue se acelera o se mantiene a pesar de la incertidumbre económica.
- Las centrales de carbón, cada vez más también las de gas natural, son progresivamente menos rentables que la generación eléctrica renovable. En las economías avanzadas se acelera su desmantelamiento. En las economías emergentes, la financiación de nuevos proyectos de térmicas de carbón se complica.
- Los planes de recuperación podrían dar un impulso sustancial al despliegue de las energías limpias.

Como se indicó anteriormente, al definir este escenario, las recomendaciones de la Agencia que subyacen al SDS no se detallan en el WEO 2020, sino que

se encuentran en el “Informe especial sobre recuperación sostenible del Panorama energético mundial” (SRR), de 18 de junio de 2020.

El informe SRR recomienda que la inversión anual mundial en energías limpias aumente en un billón de dólares en los tres próximos años por encima de la ya prevista. Para contextualizar esa cifra, que supone alrededor del 10% del total de los planes de recuperación: la inversión anual media mundial durante la próxima década en energías limpias prevista en el escenario SDS asciende a 650.000 millones de dólares; y la inversión mundial en 2019 en producción y usos finales de la energía fue de 1,8 billones de dólares.

Un 40% del billón extra de dólares se destina a proyectos de eficiencia energética en el transporte, la industria y la edificación; un 33% a la generación eléctrica renovables y las redes eléctricas; el resto, a otros fines varios, tales como la electrificación del transporte y el despliegue de puntos de recarga para vehículos eléctricos.

Las aplicaciones específicas de fondos más elevadas que detalla el informe SRR para cada uno de los años 2021, 2022 y 2023 son las siguientes:

- 250.000 millones de dólares en edificación. La AIE propone mejoras del aislamiento térmico y sellado del aire, sustituir aparatos ineficientes e instalar de bombas de calor y sistemas de energía renovable que utilizan calentadores de agua solares y calderas de biomasa.
- 180.000 millones de dólares en nuevos proyectos de energía eólica y solar fotovoltaica —que incluye actuaciones en instalaciones existentes—.
- 110.000 millones de dólares en redes eléctricas y en redes inteligentes (*smart grids*).
- 45.000 millones de dólares en incrementar el acceso a la electricidad en los países menos desarrollados, más 5.000 millones de dólares para la preparación de alimentos con energías más limpias.

El informe SRR cuantifica el resultado de las inversiones que propone en un PIB mundial adicional del 3,5% en 2030. Además, dichas inversiones producen efectos más duraderos como se refleja en que aumenten un 15% en los próximos cinco años —no ya tres años, en comparación con el mismo escenario del WEO 2019.

En este escenario, la cuota de las energías fósiles se reduce al 70% en 2030 —esta cifra se mantiene estable en el 80% desde los años 50 del siglo XX—. La proyección de la demanda mundial de carbón en 2030 —comparada con el dato real de 2019— cae un 40% en la próxima década (un 75% en las economías avanzadas). La demanda mundial de petróleo cae menos, aunque apreciablemente: un 12% en 2030 —fundamentalmente debido a la mejora de la eficiencia de los nuevos vehículos—. La demanda mundial de gas natural aumenta durante la primera

mitad de la próxima década, alcanza su pico poco después y cae en 2030 al nivel de 2019. La demanda mundial de energía eléctrica aumenta un 20% entre 2019 y 2030. El peso de la energía eléctrica en la demanda final de energía también aumenta desde el 19% en 2019 al 24% en 2030. La electricidad de origen renovable dobla su participación en el mix mundial de generación en los próximos diez años (25% en 2019, 50% en 2030).

Otra interesante recomendación de la AIE en el WEO 2020 versa sobre cómo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la industria petrolera y gasista, que son aproximadamente un 15% del total producido por el hombre (5Gt equivalentes de CO₂ anuales, comparable a las emisiones —también anuales— de EE.UU.)(12). Según la Agencia, un gravamen de 15 dólares por tonelada de CO₂ causada por la industria de producción y transporte de gas y petróleo es un incentivo eficaz para reducir sus emisiones un 40% por unidad en 2030. El escenario SDS incorpora esta hipótesis. La reducción de emisiones se consigue mediante técnicas para detectar y limitar las fugas de metano, que son responsables de alrededor del 50% de las 5Gt totales.

Por último, un apunte sobre el NZE2050. En este escenario, las emisiones de dióxido de carbono de los sectores energía e industria caen a 20Gt en 2030 (esto implica una reducción adicional de 6,6Gt de emisiones atmosféricas de CO₂ con respecto al escenario SDS). Este diferencial de emisiones requiere que la ya ambiciosa transformación del sector energético en el escenario SDS se amplíe y acelere significativamente. La AIE explica que esta transformación sólo se podrá realizar a través de un cambio gradual en la ambición y en la acción de los responsables políticos, de la industria y de los mercados financieros, en el marco de una estrecha colaboración internacional.

Este escenario pivota sobre dos ejes:

1. La velocidad del despliegue de tecnologías energéticas limpias ya existentes. El despliegue de las nuevas tecnologías se acelera al máximo, en especial en lo que se refiere a la mejora de la eficiencia, de la sustitución de combustibles por electricidad de bajas emisiones y de la implantación de los nuevos combustibles con bajo contenido de carbono.
2. La innovación tecnológica. El ritmo al que se transforma el sistema energético en el NZE2050 impone exigencias mucho mayores a la innovación tecnológica que en escenario SDS. Por ejemplo, reducir las emisiones a casi cero de los procesos industriales de producción de acero y de cemento requiere la comercialización de tecnologías que, en la mayoría de los casos, aún no se han construido o explotado a gran escala. Tecnologías en fase de prototipo o de demostración se despliegan dos veces más rápido en el escenario NZE2050 que en el escenario SDS.

Los cambios del comportamiento de los consumidores que se incluyen en el escenario SDS pasan por un mayor reciclaje y un mayor uso del transporte público. Sin embargo, su escala y su alcance se limitan deliberadamente porque un propósito principal de escenario SDS es describir un conjunto de cambios estructurales en el sistema energético capaces, por sí mismos, de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU relacionados con la energía. A pesar de esta limitación, los cambios del comportamiento de los consumidores explican el 9% de la diferencia en las emisiones de CO₂ entre el STEPS y el SDS en 2030.

El escenario ZNE2050 requiere cambios estructurales, más profundos, en el comportamiento de los consumidores para explicar un 30% del diferencial de emisiones en 2030 con el SDS. La mitad de dicho diferencial de emisiones se explica por iniciativas para modificar la movilidad. Por ejemplo, reducción de la velocidad máxima en 7km/h, eliminar el coche para todos los trayectos de menos de diez minutos en bici. Otro 25% procede del transporte aéreo: se prohíben

los vuelos de menos de una hora en todo el mundo; se reducen un 75% los vuelos intercontinentales y de negocios. Estas restricciones causan una caída del transporte aéreo del 45% en 2030 y una reducción de las emisiones asociadas del 60%. Con todo, los vuelos comerciales en 2030 se sitúan en el nivel de 2017. Por último, el ZNE2050 prevé asimismo que la temperatura de todas las calefacciones del mundo baje tres grados Celsius desde 2021. Se cifra el ahorro de emisiones así obtenido en 450Mt de CO₂ anuales (proyección para 2020 que desciende hasta 300Mt de CO₂ en 2030 por rendimientos decrecientes).

Antes que esta o aquella hipótesis, resulta relevante la inclusión por primera vez en un WEO de un escenario que plantea la neutralidad climática como principio orientador de la política energética mundial. Nos preguntamos con el lector si Fatih Birol, siempre atento, reconoce en la neutralidad climática la estrella Polar hacia la que dirigir la Agencia en los próximos años.

■ Juan Ignacio del Castillo

NOTAS

- (1) *World Energy Outlook 2020*, Agencia Internacional de la Energía, París, Octubre 2020, 461 páginas, <http://www.iea.org/weo>, 150€.
- (2) El apéndice B.4 detalla los compromisos políticos de los últimos doce meses que registra el WEO 2020 en los escenarios STEPS y SDS del que se habla más adelante.
- (3) Todas las referencias a incrementos de temperatura terrestre referidas en esta nota se realizan con una probabilidad del 50%, en línea con los trabajos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en los que se basa la Agencia para desarrollar los escenarios del WEO.
- (4) El WEO 2020 considera que la población mundial aumentará de alrededor de 7.700 millones de personas en 2019 a 9.000 millones en 2040.
- (5) En esta nota, las referencias a la moneda norteamericana se expresan en dólares constantes de 2019, el billón es el español (millón de millones) y el punto decimal es el separador de las unidades de mil.
- (6) Salvo que se indique lo contrario, en esta nota, las comparaciones temporales entre resultados numéricos se establecen con respecto al año base del WEO 2020 (2019).
- (7) La letra "M" mayúscula se emplea para significar un millón en esta nota; la letra "m" minúscula, mil. La tonelada de petróleo equivalente (toe, por sus siglas en inglés) es una unidad de energía. Según la tabla de equivalencias de la página 430 del WEO —apéndice D—, una toe equivale a entre 7,15 y 7,40 barriles de petróleo equivalente (boe, por sus siglas en inglés); una Mtoe equivale a 11.630GWh y a 3,968·10⁷Mbtu.
- (8) La tonelada de carbón equivalente (tce por sus siglas en inglés) equivale a 0,7toe (apéndice C).
- (9) Millones de barriles (bbl, *barrels*) diarios.
- (10) Miles de millones de metros cúbicos anuales (bcm, *billion [norteamericano] cubic meters [anuales]*).
- (11) El LCOE calcula el valor actual neto (NPV, en inglés) del coste total de construcción y operación del activo de producción eléctrica durante toda su vida útil. Los factores clave del cálculo son la tasa de descuento del proyecto, que mide el riesgo de la inversión y que no es el coste medio de capital de la compañía eléctrica, y el factor de carga —el número de horas anuales de funcionamiento—.
- (12) El ciclo completo de emisiones de CO₂ derivado de la producción, transporte, refinado y consumo de la energía contenida en un barril de petróleo oscila entre 440kg de CO₂ equivalente y 630kg de CO₂ equivalente.