



International  
Energy Agency  
Secure  
Sustainable  
Together

# World Energy Outlook 2016

RESUMEN EJECUTIVO

Spanish translation

# AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA

La Agencia Internacional de Energía (AIE) es un organismo autónomo, creado en noviembre de 1974. Su mandato original tenía, y sigue teniendo, una doble vertiente: promover la seguridad energética entre sus países miembros mediante una respuesta colectiva a las interrupciones materiales del suministro de petróleo, e investigar y analizar fiablemente las posibilidades de garantizar una energía segura, asequible y limpia a sus 28 países miembros y a terceros. La AIE ha instaurado un programa integral de cooperación energética entre sus países miembros, cada uno de los cuales está obligado a mantener reservas de petróleo equivalentes a 90 días de sus importaciones netas. Entre las metas de la Agencia, cabe destacar los siguientes objetivos:

- Asegurar el acceso de sus países miembros a una oferta abundante y confiable de todos los tipos de energía; en especial, al mantener capacidades eficaces para responder en situaciones de emergencia en caso de interrupciones en el suministro de petróleo.
- Promover políticas energéticas sustentables que estimulen el crecimiento económico y la protección ambiental en un contexto mundial; sobre todo, en cuanto a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.
- Aumentar la transparencia de los mercados internacionales mediante la recopilación y el análisis de datos sobre energía.
  - Apoyar la colaboración mundial en tecnología energética para asegurar el suministro futuro de energía y moderar sus efectos sobre el medio ambiente; por ejemplo, mediante una mejor eficiencia energética y el desarrollo y utilización de tecnologías con baja emisión de carbono.
    - Hallar soluciones para los desafíos a que en materia de energía se enfrenta el planeta, a través de la participación y el diálogo con países no miembros, la industria, los organismos internacionales y otros interesados directos.

Países miembros de la AIE:

Alemania  
Australia  
Austria  
Bélgica  
Canadá  
Corea  
Dinamarca  
España  
Estados Unidos  
Estonia  
Finlandia  
Francia  
Grecia  
Hungría  
Irlanda  
Italia  
Japón  
Luxemburgo  
Noruega  
Nueva Zelanda  
Países Bajos  
Polonia  
Portugal  
Reino Unido  
República Checa  
República Eslovaca  
Suecia  
Suiza  
Turquía



**International  
Energy Agency**  
Secure  
Sustainable  
Together

© OCDE/IEA, 2016

**International Energy Agency**  
9 rue de la Fédération  
75739 Paris Cedex 15, France

Por favor, tome debida nota de que esta publicación está sujeta a restricciones específicas que limitan su uso y distribución.

Los términos y condiciones están disponibles en Internet en: [www.iea.org/t&c/](http://www.iea.org/t&c/)

La Comisión Europea  
también participa  
en el trabajo de la AIE.

**El Acuerdo de París sobre cambio climático, que entró en vigor en noviembre de 2016, es en el fondo un acuerdo sobre energía.** Para alcanzar los objetivos de dicho Acuerdo es preciso un cambio transformacional del sector energético, fuente de al menos dos tercios de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los cambios ya puestos en marcha en el sector de la energía demuestran la promesa y el potencial de la energía de bajas emisiones de CO<sub>2</sub> y confieren credibilidad a una acción significativa en materia de cambio climático. El crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía se estancó completamente en 2015. Esto se debió en su mayor parte a una mejora del 1,8% de la intensidad energética de la economía mundial, una tendencia reforzada por los beneficios derivados de la eficiencia energética, así como por el uso generalizado de fuentes de energía más limpias, esencialmente renovables, en todo el mundo. En un momento en que la inversión en exploración y producción de gas y petróleo ha descendido bruscamente, la energía limpia ha atraído una parte creciente de los aproximadamente 1,8 billones USD que se invierten cada año en el sector energético. El valor de las subvenciones al consumo de combustibles fósiles se redujo en 2015 a 325 000 millones USD, desde los casi 500 000 millones USD del año anterior, lo cual refleja el descenso de precios de dichos combustibles, pero también un proceso de reforma de las subvenciones que ha ganado impulso en varios países.

**La transformación del sector eléctrico liderada por las energías renovables ha centrado la atención en un nuevo debate sobre el diseño del mercado de la electricidad y la seguridad eléctrica, si bien las preocupaciones tradicionales por la seguridad energética no han desaparecido.** Si añadimos las cuestiones del acceso a la energía y su asequibilidad, el cambio climático y la contaminación ambiental, además de los problemas de aceptación pública de los distintos tipos de proyectos energéticos, existen en el sector energético muchos compromisos, beneficios adicionales y prioridades contrapuestas que deben ser desentrañadas. Esta es la tarea que se propone la presente edición de *World Energy Outlook (Perspectivas de la energía en el mundo, WEO-2016)* basándose en distintos escenarios y casos prácticos, y contando con la oportunidad adicional en 2016 de realizar el primer examen exhaustivo de la nueva era inaugurada por el Acuerdo de París. Todos los compromisos climáticos de esa cumbre, que afectan a unos 190 países, han sido examinados en detalle e incorporados a nuestro escenario principal. Las opciones más estrictas de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> examinadas en *WEO-2016* incluyen no solo el Escenario 450 (coherente con un 50% de posibilidades de limitar el calentamiento global a 2 °C), sino también un primer examen de las alternativas que podrían limitar aún más el calentamiento.

**Las necesidades energéticas del mundo siguen creciendo, pero muchos millones de personas están quedándose al margen**

**En nuestro escenario principal, un aumento del 30% de la demanda energética mundial hasta 2040 significa un aumento del consumo de todos los combustibles modernos, pero**

**los agregados mundiales ocultan una multitud de diversas tendencias y una significativa sustitución entre combustibles. Además, cientos de millones de personas en 2040 seguirán careciendo de los servicios energéticos básicos.** En términos generales, la energía renovable —el tema de un análisis en profundidad en *WEO-2016*— experimenta, con diferencia, el crecimiento más rápido. El gas natural logra el mejor resultado entre los combustibles fósiles, viendo aumentar su consumo en un 50%. El crecimiento de la demanda de petróleo disminuye durante el período de previsión, pero alcanza los 103 millones de barriles diarios de petróleo (bdp) en 2040. El uso del carbón se ve afectado por preocupaciones medioambientales y, tras la rápida expansión de los últimos años, su crecimiento esencialmente se estanca. El aumento de la producción nuclear es impulsado principalmente por su desarrollo en China. Mientras la demanda total en los países de la OCDE va en descenso, la geografía del consumo energético mundial sigue desplazándose hacia lugares en plena fase de industrialización y urbanización como la India, el Sudeste Asiático y China, así como hacia determinadas zonas de África, América Latina y Oriente Medio. China y la India experimentan la mayor expansión de energía solar fotovoltaica (FV), mientras que a mediados de la década de 2030 los países asiáticos en vías de desarrollo consumen más petróleo que todos los países de la OCDE juntos. Sin embargo, pese a los intensificados esfuerzos realizados en muchos países, amplios sectores de la población mundial quedarán sin acceso a fuentes modernas de energía. Más de 500 millones de personas, cada vez más concentradas en áreas rurales del África Subsahariana, carecen todavía del acceso a la electricidad en 2040 (frente a los 1 200 millones actuales). Unos 1 800 millones de personas siguen dependiendo de la biomasa sólida para cocinar (un tercio menos que los 2 700 millones actuales); esto significa una exposición continua al humo en ambientes cerrados que actualmente está causando 3,5 millones de muertes prematuras al año.

### Una nueva asignación del capital

**En nuestro escenario principal, se necesita una inversión acumulada de 44 billones USD en el suministro energético mundial, de la que un 60% se destine a la extracción y el suministro de petróleo, gas y carbón —incluidas las plantas eléctricas que usan dichos combustibles—, y casi un 20% a las energías renovables. Se requieren 23 billones USD adicionales para mejorar la eficiencia energética.** En comparación con el período 2000-2015, durante el cual casi 70% de la inversión total en el lado de la oferta fue a parar a los combustibles fósiles, esta nueva inversión representa una notable reasignación del capital, sobre todo dadas las expectativas de una disminución continua de los costes de tecnologías renovables clave. El principal estímulo para la inversión en exploración y producción de petróleo y gas es el descenso de producción de los yacimientos existentes. En el caso del petróleo, dicho descenso equivale a la pérdida de la producción actual de Irak de la oferta mundial cada dos años. En el sector eléctrico, está cambiando la relación entre suministro de electricidad y capacidad de generación. Una amplia proporción de la inversión futura se destinará a la capacidad basada en energías renovables cuya tasa de utilización tiende a ser relativamente baja, de modo que cada unidad de electricidad generada adicional requerirá un 40% más de capacidad que durante el período 1990-2010. La mayor proporción de

gastos en tecnologías intensivas en capital es compensada en la mayoría de los casos por gastos operativos mínimos, p. ej., no existe gasto en combustible para las energías eólica y solar.

### Compromisos y objetivos climáticos

**En general, los países están en vías de lograr, y de superar en algunos casos, muchos de los objetivos fijados en sus compromisos del Acuerdo de París; esto es suficiente para reducir el aumento previsto de emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía, pero no basta para limitar el calentamiento a menos de 2 °C.** La transición de China hacia un modelo económico orientado al consumo interno y al área de servicios desempeña un papel crucial a la hora de modelar las tendencias mundiales. La construcción de la infraestructura china durante las últimas décadas se apoyó fuertemente en sectores industriales intensivos en energía, como la industria del acero y del cemento. Sin embargo, la demanda de energía de estos sectores ha sobrepasado ya su punto máximo y el descenso previsto para 2040 trae consigo una disminución del consumo industrial de carbón. Casi todo el aumento de la generación eléctrica en China proviene de fuentes distintas del carbón, cuya proporción en el *mix* energético se reduce desde los casi tres cuartos actuales a menos del 45% en 2040. Las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía en China se estabilizan solo ligeramente por encima de los niveles actuales. En la India, la proporción de carbón en el *mix* energético cae del 75% al 55% de aquí a 2040, un cambio fundamental en un país que ve más que triplicada su demanda eléctrica (en comparación con el “mero” aumento del 85% en China). Entre las principales economías desarrolladas, Estados Unidos, la Unión Europea y Japón parecen estar claramente en vías de lograr sus compromisos climáticos, si bien será vital que estos países introduzcan mejoras suplementarias en materia de eficiencia energética. Prestando una atención permanente a una implementación completa y oportuna, los compromisos son suficientes, de manera conjunta, para limitar el aumento de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> a una media anual de 160 millones de toneladas. Esto supone una notable reducción en comparación con el aumento anual medio de 650 millones de toneladas registrado desde el año 2000. Pero el incremento constante de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía –hasta 36 gigatoneladas en 2040– significa evidentemente que tales compromisos no cumplen con el objetivo del Acuerdo de París de alcanzar un punto máximo de emisiones “lo antes posible”.

### La eficiencia es el motor del cambio

**Es preciso cambiar radicalmente el ritmo de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar eficiencia energética en el Escenario 450, enfatizando en el mecanismo de revisión quinquenal elaborado en el Acuerdo de París, para que los países sean más ambiciosos en sus compromisos climáticos.** Los frentes de batalla para una mayor reducción de las emisiones se encuentran en el sector eléctrico, a través del desarrollo de las energías renovables, de la energía nuclear (allí donde sea políticamente aceptable) y de la captura y el almacenamiento de CO<sub>2</sub>; un fuerte impulso para una mayor electrificación y para mejorar la eficiencia energética de todos los sectores de uso final; y un esfuerzo de investigación y

desarrollo en materia de energía limpia por parte de los gobiernos y las empresas. En lo que respecta a la eficiencia energética, en *WEO-2016* ponemos de relieve el potencial de mejoras adicionales en el rendimiento de sistemas de motor eléctrico, que representan más de la mitad del consumo eléctrico actual en toda una serie de aplicaciones de uso final (p. ej., ventiladores, compresores, bombas, vehículos, refrigeradores). Solamente en el sector industrial, la inversión acumulada adicional de unos 300 000 millones USD en el Escenario 450 contribuye a reducir en aproximadamente un 5% la demanda mundial de electricidad para 2040 y evita una inversión de 450 000 millones USD en generación eléctrica. Capturar estos ahorros energéticos requiere un enfoque sistémico que abarque no solo una reglamentación estricta para motores y dispositivos accionados por motor, sino también una adopción más amplia de mandos de regulación de velocidad y la implementación por parte de operadores de otras medidas que realcen la eficiencia del sistema, como el mantenimiento predictivo.

### Vehículos eléctricos listos para avanzar

**La electricidad registra una proporción cada vez mayor del crecimiento del consumo energético final: en 2040 la electricidad representa el 40% del consumo adicional en nuestro escenario principal y dos tercios en el Escenario 450, frente a poco más de un cuarto durante los últimos 25 años.** Los países no pertenecientes a la OCDE representan más del 85% del aumento del consumo de electricidad en ambos escenarios, pero esta última constituye también uno de los vectores energéticos que gana terreno entre los países de la OCDE. Pese a ser un factor pequeño en la demanda total de electricidad, el incremento previsto de consumo eléctrico en el transporte por carretera es emblemático de una tendencia más amplia, ya que los coches eléctricos atraen a más consumidores, aparecen más modelos en el mercado y la brecha de precios con respecto a los vehículos clásicos sigue estrechándose. El número de coches eléctricos en el mundo alcanzó los 1,3 millones en 2015, casi el doble del nivel registrado en 2014. En nuestro escenario principal esta cifra asciende a más de 30 millones en 2025 y sobrepasa los 150 millones en 2040, reduciéndose la demanda de petróleo en aproximadamente 1,3 millones bdp de aquí a 2040. Aunque los costes de las baterías siguen descendiendo, las políticas de apoyo –que de momento distan mucho de tener carácter universal– son esenciales para animar a más consumidores a preferir los vehículos eléctricos a los convencionales. Si estas políticas –incluidas unas reglamentaciones más estrictas sobre emisiones y ahorro de combustible, así como incentivos financieros– se vuelven más sólidas y generalizadas, como ocurre en el Escenario 450, la consecuencia será la presencia en las carreteras de 715 millones de coches eléctricos en 2040, eliminando de la demanda de petróleo más de 6 millones bdp.

### Las renovables se liberan

**El sector eléctrico es el centro de atención de muchos compromisos de la cumbre de París: en nuestro escenario principal, casi el 60% de toda la capacidad de generación eléctrica nueva en 2040 proviene de las renovables y, para 2040, la mayor parte de esta generación eléctrica es competitiva sin subvención alguna.** El rápido desarrollo de la producción eléctrica de fuentes renovables aporta costes más bajos: de aquí a 2040, se

prevé un recorte adicional del 40-70% en el coste medio de la energía solar FV y del 10-25% en el de la energía eólica *onshore*. Las subvenciones por unidad de energía solar FV nueva en China se reducen en tres cuartos para 2025 y los proyectos solares en la India son competitivos sin ningún apoyo financiero bastante antes de 2030. Las subvenciones a las energías renovables giran actualmente en torno a los 150 000 millones USD, de los cuales un 80% va destinado al sector eléctrico, un 18% al transporte y en torno a un 1% a los sistemas de calefacción. Con la reducción de costes y el aumento previsto de los precios de la electricidad para el usuario final, de aquí a la década de 2030, las subvenciones mundiales a las renovables siguen una tendencia decreciente a partir de un punto máximo de 240 000 millones USD. Las renovables también ganan terreno en materia de suministro de calor —el mayor componente de la demanda mundial de energía en el sector de los servicios—, alcanzando la mitad del crecimiento en 2040. Se presentan esencialmente bajo la forma de bioenergía para calor industrial en las economías asiáticas emergentes y de aplicaciones térmicas solares para calentar agua, una elección ya consolidada en muchos países, incluidos China, Sudáfrica, Israel y Turquía.

**En el Escenario 450, se prevé que casi el 60% de la electricidad generada en 2040 provenga de energías renovables y la mitad de ese porcentaje, de las energías eólica y solar FV.** El sector eléctrico está prácticamente libre de emisiones de CO<sub>2</sub> en este escenario: la intensidad media de emisiones de la generación eléctrica desciende a 80 gramos de CO<sub>2</sub> por kWh en 2040, frente a 335 g CO<sub>2</sub>/kWh en nuestro escenario principal y a los 515 g CO<sub>2</sub>/kWh actuales. En los cuatro mercados eléctricos más grandes (China, Estados Unidos, la Unión Europea y la India), las renovables variables se convierten en la principal fuente de generación hacia 2030 en la Unión Europea y hacia 2035 en los otros tres países. Un aumento del 40% en la generación a partir de renovables, en comparación con nuestro escenario principal, viene acompañado de solo un aumento del 15% de las subvenciones acumuladas y poco coste adicional para los consumidores: las facturas de electricidad para los hogares en el Escenario 450 siguen siendo prácticamente idénticas a las de nuestro escenario principal, gracias también a un consumo energético más eficiente.

### La política se centra en la integración

**Las reducciones de costes para las renovables, por su parte, no serán suficientes para asegurar una drástica reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> del suministro eléctrico. Se necesitan cambios estructurales en el diseño y el funcionamiento del sistema eléctrico para garantizar incentivos adecuados de inversión y para integrar proporciones elevadas de energía eólica y solar variable.** La rápida implementación de tecnologías de bajos costes variables, como la mayoría de las renovables, incrementa la posibilidad de períodos sostenibles de precios mayoristas de electricidad muy bajos. Es preciso un examen detenido de las reglas y estructuras de mercado para verificar que las empresas generadoras pueden cubrir sus gastos y que el sistema eléctrico es capaz de operar con el grado de flexibilidad necesario. El hecho de reforzar la red, incentivar la implantación de las energías eólica y solar que se integren bien en el sistema eléctrico, y garantizar la disponibilidad de centrales que puedan acoplarse y generar electricidad rápidamente

puede contribuir a ajustar eficientemente la variabilidad de las producciones eólica y solar, hasta que ambas alcancen una proporción de aproximadamente un cuarto en el *mix* energético. Alcanzada esta meta, la respuesta de la demanda y el almacenamiento energético son esenciales para evitar que se restrinja el funcionamiento de las instalaciones eólicas y solares en períodos de generación abundante. En ausencia de estas medidas adicionales, a finales del período de previsión en el Escenario 450, podría tener lugar un rechazo de hasta un tercio del tiempo en Europa y de aproximadamente el 20% en Estados Unidos y la India, que podría desperdiciar el equivalente de hasta un 30% de las inversiones en las nuevas plantas eólicas y solares. La implementación oportuna en este escenario de medidas rentables de gestión de la demanda y de almacenamiento, como parte de una serie de herramientas de integración del sistema, limita el rechazo de electricidad por debajo del 2,5% de la producción anual eólica y solar, y allana el camino hacia una profunda reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector eléctrico.

### La senda hacia los 2 °C es tortuosa: el camino hacia 1,5 °C atraviesa un territorio inexplorado

**Los desafíos para lograr el Escenario 450 son inmensos y requieren una reasignación importante del capital de inversión destinado al sector energético.** El reparto de los 40 billones USD de inversiones acumuladas en suministro energético en el Escenario 450 (unos 4 billones USD menos que en nuestro escenario principal) se aleja de los combustibles fósiles para acercarse a las renovables y a otras inversiones de bajas emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector nuclear y en la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Para 2040, la proporción destinada a los combustibles fósiles desciende a un tercio. Además, se necesitan 35 billones USD para introducir mejoras en eficiencia energética (unos 12 billones USD más que en nuestro escenario principal). El Escenario 450 presenta un sector energético en vías de alcanzar, antes de finales de este siglo, un punto en el que las emisiones residuales de la combustión de combustibles fósiles son capturadas y almacenadas, o compensadas por tecnologías que eliminan el CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Cuanto más ambicioso sea el objetivo de limitar el calentamiento global, más pronto se alcanzará ese punto de cero emisiones netas. La transformación que se requiere para tener una posibilidad razonable de permanecer dentro del objetivo de 1,5 °C es total. Exigirá el logro de cero emisiones netas en algún momento entre 2040 y 2060 (incluso si las tecnologías de emisiones negativas pueden aplicarse a gran escala) y, por ende, una reducción drástica a corto plazo de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético mediante todas las opciones tecnológicas, sociales y regulatorias conocidas.

### Los combustibles fósiles y los riesgos de la transición a bajas emisiones de CO<sub>2</sub>

**Por el momento, la señal colectiva enviada por los gobiernos en sus compromisos climáticos (y reflejada, por tanto, en nuestro escenario principal) indica que los combustibles fósiles, en particular el gas natural y el petróleo, seguirán siendo la base del sistema energético mundial durante muchas décadas, pero la industria de los combustibles fósiles no puede permitirse ignorar los riesgos que podría entrañar una transición más brusca.** Mientras todos los combustibles fósiles siguen creciendo de manera



continúa en nuestro escenario principal, para 2040 la demanda de petróleo vuelve a los niveles de finales de la década de 1990 en el Escenario 450, por debajo de los 75 millones bdp; el consumo de carbón retrocede a los niveles registrados por última vez a mediados de la década de 1980, por debajo de los 3 000 millones de toneladas equivalentes de carbón al año; solamente el gas registra un aumento relativo con respecto al nivel de consumo actual. Una verdadera política encaminada a eliminar las emisiones de CO<sub>2</sub> del sistema energético tendrá consecuencias importantes en los ingresos futuros de las empresas y los países exportadores de combustibles fósiles, pero la exposición al riesgo varía en función de los combustibles y de las distintas partes de la cadena de valor. Por ejemplo, el capital en riesgo en el sector del carbón se concentra en las centrales eléctricas de carbón (para las cuales la captura y el almacenamiento de CO<sub>2</sub> se convierte en una estrategia de protección importante); el riesgo clave en el sector minero, mucho menos intensivo en capital, afecta al empleo. Los países exportadores pueden tomar medidas para reducir las vulnerabilidades limitando su dependencia de los ingresos procedentes de los combustibles fósiles, como está haciendo Arabia Saudí con su amplio programa de reformas “Vision 2030”. En el caso del petróleo, no vemos razón alguna para presuponer activos inexplotables en exploración y producción de petróleo en un Escenario 450, siempre y cuando los gobiernos den señales claras de su intención y apliquen políticas consistentes en este sentido. La inversión en el desarrollo de nuevos proyectos de exploración y producción es un componente importante de una transición al menor coste, ya que el descenso de producción de los yacimientos existentes es mucho mayor que la caída prevista de la demanda. Pero los riesgos aumentarían considerablemente en caso de cambios de políticas repentinos, ciclos de políticas pendulares u otras circunstancias que llevarán a las empresas a invertir en una demanda que no llegara a materializarse.

### Los mercados petrolíferos podrían verse inmersos en otro periplo tumultuoso

**La tendencia opuesta –una escasez de proyectos nuevos– podría entrañar un riesgo a corto plazo para los mercados petrolíferos si los recortes de gastos en exploración y producción de 2015-2016 se prolongaran otro año.** En 2015, el volumen de recursos de petróleo convencional en proyectos aprobados, conoció sus niveles más bajos desde la década de 1950 y los datos disponibles para 2016 no muestran signo alguno de repunte. Se está prestando mucha atención a la notable resiliencia de la producción de petróleo de formaciones compactas estadounidense durante la recesión actual y a su capacidad potencial, debido a un ciclo de inversión corto, para responder en cuestión de meses a los movimientos de precios. Pero se perfila en el horizonte una amenaza a la “base” de la producción de petróleo, los proyectos convencionales que operan a un ritmo distinto, con plazos que abarcan entre tres y seis años desde la decisión de invertir hasta la primera producción de petróleo. Calculamos que, si la cantidad de proyectos nuevos aprobados sigue siendo baja por tercer año consecutivo en 2017, será cada vez más improbable que la demanda (según las previsiones de nuestro escenario principal) y la oferta puedan ajustarse a principios de la década de 2020 si no se genera un nuevo ciclo expansión/recesión para la industria.

**A largo plazo, la demanda de petróleo en nuestro escenario principal se concentra en el transporte de mercancías, la aviación y los productos petroquímicos –tres áreas con alternativas escasas–, mientras que la oferta de petróleo – pese a las sólidas perspectivas para el petróleo de formaciones compactas estadounidense– se concentra cada vez más en Oriente Medio.** Como existen pocos sustitutos para los productos petrolíferos como combustibles para camiones y aviones, y como materia prima para la industria química; estos tres sectores dan cuenta de la totalidad del crecimiento del consumo de petróleo mundial. La demanda total de los países de la OCDE disminuye casi en 12 millones bdp para 2040, pero esta reducción se ve ampliamente compensada por un aumento de la demanda en otras partes. La India, la mayor fuente del futuro crecimiento de la demanda, registra un aumento del consumo de petróleo de 6 millones bdp. Por el lado de la oferta, la producción prevista de petróleo de formaciones compactas en Estados Unidos ha sido revisada al alza, permaneciendo más alta durante más tiempo que lo estimado en las *Perspectivas* del año pasado, aun cuando la producción de los países no pertenecientes a la OPEP en su conjunto sigue retrocediendo a partir de los primeros años de la década de 2020. Aunque se supone que la OPEP retoma una política de gestión activa del mercado, su proporción de producción mundial registra un aumento hasta casi el 50% para 2040. El mundo se vuelve cada vez más dependiente del incremento de la producción en Irán (que alcanza los 6 millones bdp en 2040) y en Irak (7 millones bdp en 2040) para equilibrar el mercado. El foco de atención del comercio petrolífero se orienta de manera decisiva hacia Asia: Estados Unidos elimina prácticamente las importaciones netas de petróleo para 2040.

### **Empieza a vislumbrarse un mercado del gas verdaderamente mundial**

**Una tasa de crecimiento anual del 1,5% en la demanda de gas natural en 2040 es saludable en comparación con de la los demás combustibles fósiles, pero los mercados, los modelos de negocio y los acuerdos sobre precios están en constante evolución. Un mercado mundial más flexible, ligado a una duplicación del comercio de gas natural licuado (GNL), refuerza el papel del gas en el *mix* energético mundial.** El consumo de gas aumenta en casi todas partes, con la gran excepción de Japón, donde dicho consumo retrocede a medida que se reintroduce la electricidad de origen nuclear. China (cuyo consumo aumenta en más de 400 000 millones de metros cúbicos) y Oriente Medio son las mayores fuentes de crecimiento del consumo de gas. Pero abundan las preguntas sobre cuán rápidamente puede equilibrarse un mercado actualmente repleto de gas, especialmente teniendo en cuenta los 130 000 millones de metros cúbicos de capacidad de licuefacción en construcción adicionales, la mayoría de ellos en Estados Unidos y Australia. Nuestras *Perspectivas* presuponen un marcado cambio con respecto al sistema previo de relaciones sólidas y condiciones contractuales fijas entre los proveedores y un determinado grupo de clientes, en aras de acuerdos más competitivos y flexibles, incluida una mayor confianza en los precios fijados en competencia dentro del sector del gas. Este cambio es catalizado por la disponibilidad creciente de cargamentos de GNL estadounidense no contratados de antemano y la aparición en la década de 2020 de nuevos exportadores, concretamente en África Oriental, así como por la diversidad aportada al suministro mundial gracias a la expansión continua, aunque desigual, de la revolución del gas no

convencional. Las unidades flotantes de almacenamiento y regasificación ayudan a abrir mercados nuevos y más pequeños para el GNL, cuya proporción global en el comercio de gas a larga distancia crece desde un 42% en 2014 a un 53% en 2040. Pero la incertidumbre en cuanto a la dirección de esta transición comercial podría retrasar decisiones sobre proyectos nuevos de exploración y producción, y proyectos de transporte, planteando a los mercados el riesgo de un aterrizaje forzoso una vez absorbida la sobreoferta actual. Los productores orientados a la exportación deben trabajar mucho para controlar los costes, dada la feroz competencia que suponen los demás combustibles, especialmente en el sector eléctrico. A mediados de la década de 2020, en los países asiáticos importadores de gas, las nuevas centrales de gas podrían ser una opción más barata que las nuevas plantas de carbón para la generación de base, solo si el precio del carbón alcanzara 150 USD/tonelada (el doble del precio previsto para 2025). La creciente implementación de las renovables y sus costes descendentes también contribuyen a comprimir el espacio para la generación eléctrica por gas.

### Carbón: una roca en un lugar difícil

**Sin ningún repunte en la demanda mundial de carbón a la vista, la búsqueda de un equilibrio del mercado depende de los recortes de la capacidad de producción, fundamentalmente en China y Estados Unidos.** Las perspectivas de la demanda de carbón dejan entrever marcados contrastes regionales. Algunas economías de más altos ingresos, a menudo con necesidades energéticas generales estabilizadas o en descenso, están avanzando considerablemente en la tarea de reemplazar el carbón por alternativas de emisiones más bajas de CO<sub>2</sub>. La demanda de carbón en la Unión Europea y en Estados Unidos (que representan conjuntamente en torno a un sexto del consumo mundial actual de carbón) desciende en más del 60% y el 40% respectivamente de aquí a 2040. Mientras tanto, las economías de ingresos más bajos, concretamente la India y países del Sudeste Asiático, necesitan movilizar múltiples fuentes de energía para satisfacer el rápido crecimiento del consumo; de ahí que, de momento, no puedan permitirse ignorar una fuente de energía de bajo coste mientras buscan otras paralelamente. China está en fase de transición desde este último grupo de países hacia el primero, registrando un descenso de casi 15% en su demanda de carbón durante el período analizado en las *Perspectivas*. China es también esencial en la búsqueda de un nuevo equilibrio del mercado, tras el final abrupto del *boom* del carbón durante la década de 2000. Este país está aplicando una serie de medidas para recortar la capacidad extractiva, un paso que ha dado lugar ya a un aumento de los precios del carbón en 2016 (después de cuatro años consecutivos de caída). No obstante, si los costes sociales de esta transición resultaran demasiado elevados, China podría aflojar el ritmo de los cortes de suministro, incrementando así sus posibilidades de convertirse en exportador de carbón para deshacerse del excedente de producción: esto prolongaría el desplome del mercado internacional. Junto con medidas destinadas a aumentar la eficiencia de las centrales de carbón y reducir las emisiones de contaminantes, el futuro del carbón a largo plazo está cada vez más ligado a la disponibilidad comercial de la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, ya que solamente el uso

de carbón “con mitigación” es compatible con una reducción profunda de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **Energía y agua: una no fluye sin la otra**

**La interdependencia entre la energía y el agua va a intensificarse en los próximos años, ya que las necesidades de agua del sector de la energía —y las necesidades de energía del sector del agua— van en aumento.** El agua es esencial para todas las fases de la producción energética: el sector de la energía es responsable del 10% de las extracciones mundiales de agua, esencialmente para operar centrales eléctricas y producir combustibles fósiles y biocombustibles. Estos requisitos aumentan de aquí a 2040, sobre todo en lo que concierne al agua consumida (la que se extrae pero no vuelve a la fuente). En el sector eléctrico se produce un cambio hacia tecnologías de refrigeración avanzadas que extraen menos agua, pero consumen más. El aumento de la demanda de biocombustibles eleva el consumo de agua y el aumento de la energía nuclear incrementa tanto el nivel de extracción como el de consumo de agua. En el otro lado de la ecuación energía-agua, el análisis de *WEO* proporciona una primera estimación global sistemática de la cantidad de energía usada para abastecer de agua a los consumidores. En 2014, en torno al 4% del consumo eléctrico mundial se utilizó para extraer, distribuir y tratar el agua y las aguas residuales, junto con 50 millones de toneladas equivalentes de petróleo de energía térmica, sobre todo gasoil utilizado para bombas de riego y gas para plantas desalinizadoras. Para 2040, se prevé que la cantidad de energía usada en el sector del agua sea más del doble que la actual. La capacidad de desalinización aumenta fuertemente en Oriente Medio y el Norte de África, y la demanda de tratamiento de aguas residuales (y mayores niveles de tratamiento) crece, sobre todo en las economías emergentes. Para 2040, el 16% del consumo de electricidad en Oriente Medio está relacionado con el suministro de agua.

**La gestión de la relación entre la energía y el agua es crucial para el cumplimiento exitoso de una serie de objetivos de desarrollo y climáticos.** Existe un conjunto de conexiones entre los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas sobre agua potable y saneamiento (ODS 6) y sobre energía asequible y no contaminante (ODS 7) que, si se gestionan bien, pueden ayudar al logro de ambas series de objetivos. Existen también muchas oportunidades económicamente viables para ahorrar en energía y agua, y aliviar así la presión en ambos sistemas si estos se abordan de manera integrada. Los esfuerzos para abordar el cambio climático pueden exacerbar el estrés hídrico en algunos casos o estar limitados por una cuestión de disponibilidad de agua. Ciertas tecnologías de bajas emisiones de CO<sub>2</sub>, como la eólica y la solar FV, requieren muy poca agua; pero cuanto más se apoye la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en los biocombustibles, en la energía solar concentrada, en la captura de CO<sub>2</sub> o en la energía nuclear, más agua se consumirá. Por consiguiente, a pesar una menor demanda energética, el consumo de agua en 2040 en el Escenario 450 es ligeramente más elevado que en nuestro escenario principal.

# Online bookshop

[www.iea.org/books](http://www.iea.org/books)

PDF versions at 20% discount

Email: [books@iea.org](mailto:books@iea.org)



Energy  
Technology  
Perspectives  
series

World  
Energy  
Outlook  
series

Energy  
Policies  
of IEA  
Countries  
series

Energy  
Statistics  
series

Oil

Medium-  
Term Market  
Reports  
series

Renewable  
Energy

Energy  
Efficiency  
Market  
Report

Energy  
Policies  
Beyond IEA  
Countries  
series

Coal

Gas

*El presente documento fue publicado originalmente en inglés.  
Aunque la AIE no ha escatimado esfuerzos para asegurar que su traducción al español  
constituya un reflejo fiel del texto original, se pueden encontrar ligeras diferencias.*

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication.  
Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

This document and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA/OECD possible corrigenda on:  
[www.oecd.org/about/publishing/corrigenda.htm](http://www.oecd.org/about/publishing/corrigenda.htm)

*IEA Publications  
9, rue de la Fédération, 75739 Paris cedex 15*

*Typeset and printed by IEA, November 2016  
Cover design: IEA.  
Photo credits: © Graphic Obsession*

# World Energy Outlook 2016

El hito del **Acuerdo de París** sobre cambio climático transformará el sistema energético mundial en las próximas décadas.

La presente edición de **World Energy Outlook** (*Perspectivas de la energía en el mundo*) ofrece el análisis más exhaustivo sobre esa transformación del sistema energético, gracias a sus **previsiones energéticas para 2040**. Analiza las oportunidades y desafíos clave que le esperan a la **energía renovable**, pilar central de la transición a la energía de bajas emisiones de CO<sub>2</sub>, así como el papel fundamental de la **eficiencia energética**.

**WEO-2016** examina de qué modo el mundo posterior a la cumbre de París redefine la idea de la **seguridad energética**, sobre todo en el sector eléctrico, que ocupa la vanguardia en la lucha contra el cambio climático. El informe explica la manera como el **petróleo, el gas natural y el carbón** se están ajustando a las condiciones del mercado actual y evalúa los riesgos que han de afrontar, desde la inversión insuficiente en el abastecimiento básico hasta los activos inexplorables.

**WEO-2016** explora los **compromisos individuales** de cada país y analiza hasta qué punto las naciones están cerca –o lejos– de alcanzar sus objetivos. También pone de relieve un procedimiento que limitaría el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C y propone posibles vías para lograr metas todavía más ambiciosas.

Este año, **WEO- 2016** dedica un capítulo especial a la interdependencia crucial entre el **agua y la energía**, y subraya los puntos de tensión que surgen a medida que se intensifica la conexión entre ambos sectores.

Para mayor información, visite:  
[www.worldenergyoutlook.org](http://www.worldenergyoutlook.org)