



International
Energy Agency

World Energy Outlook

2010

RESUMEN EJECUTIVO

World Energy Outlook 2010

El mundo parece estar saliendo de la peor crisis económica habida en décadas. Muchos países han expresado el compromiso, derivado del Acuerdo de Copenhague, de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que el G-20 y el APEC se han comprometido a eliminar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles. ¿Estaremos por fin encaminándonos hacia un sistema energético seguro, fiable y medioambientalmente sostenible?

La edición de 2010 del *World Energy Outlook (WEO)* presenta las proyecciones actualizadas de la demanda de energía, así como de producción, comercio e inversiones, combustible por combustible y región por región hasta 2035. Incluye, por primera vez, un nuevo escenario que prevé las acciones futuras que los gobiernos deben emprender para cumplir sus compromisos de combatir el cambio climático y la creciente inseguridad energética.

El *WEO 2010* muestra:

- qué actuaciones e inversiones adicionales son necesarias para alcanzar el objetivo del **Acuerdo de Copenhague** de limitar el aumento global de la temperatura a 2°C y cómo **afectarán a los mercados del petróleo**;
- cómo las **economías emergentes** —encabezadas por China e India— **determinarán cada vez en mayor medida el panorama energético global**;
- qué papel pueden tener **las energías renovables** en un futuro en que se disponga de energía limpia y segura;
- qué implicaciones tendría la eliminación de **los subsidios a los combustibles fósiles** para los mercados energéticos, el cambio climático y los presupuestos públicos;
- las tendencias en los **mercados energéticos del Caspio** y las consecuencias para la oferta global de energía;
- las proyecciones para **el petróleo no convencional**; y
- cómo dar **acceso a los servicios de energía modernos** a toda la población mundial.

Con datos exhaustivos, proyecciones y análisis, el *WEO 2010* ofrece una perspectiva muy valiosa sobre cómo puede evolucionar el sistema energético en el siguiente cuarto de siglo. En definitiva, este libro constituye una lectura indispensable para todos aquellos involucrados en el sector de la energía.

www.iea.org

www.worldenergyoutlook.org



International
Energy Agency

World Energy Outlook 2010

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 es doble: promover la seguridad energética entre sus países miembros mediante una respuesta colectiva a las interrupciones materiales del suministro de petróleo y asesorar a los países miembros respecto a una política energética acertada.

La AIE lleva a cabo un programa integral de cooperación energética entre 28 economías avanzadas, cada una de las cuales está obligada a mantener inventarios de petróleo equivalentes a 90 días de sus importaciones netas.

La Agencia se propone:

- 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
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

© OECD, IEA, 2010
International Energy Agency
9 rue de la Fédération
75739 Paris Cedex 15, France
www.iea.org

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/about/copyright.asp

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

El mundo de la energía se enfrenta a una incertidumbre sin precedente. La crisis económica global de 2008-2009 desestabilizó los mercados energéticos de todo el mundo, siendo el ritmo al que se recupere la economía global el factor clave que marcará la evolución del sector de la energía en los próximos años. No obstante, serán los gobiernos y la forma en que reaccionen a los desafíos del cambio climático y la seguridad energética los que definirán el futuro de la energía en el largo plazo. La situación económica ha mejorado considerablemente en los pasados 12 meses, más de lo que muchos habrían esperado. Con todo, la perspectiva económica para los próximos años sigue siendo muy incierta, existiendo ciertos temores sobre una recesión de doble fondo en un entorno de crecientes déficits públicos, lo cual hace que las expectativas energéticas a medio plazo sean especialmente difíciles de predecir con cierto nivel de confianza. El año pasado se observaron avances notables en el diseño de políticas, con la negociación de importantes acuerdos internacionales sobre el cambio climático y sobre la reforma de los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles. Además, el desarrollo y la implementación de tecnologías de bajas emisiones de carbono tuvieron un impulso significativo gracias a los fuertes financiamientos e incentivos que los gobiernos de todo el mundo introdujeron como parte de sus paquetes de estímulos fiscales. Juntas, estas acciones parecen avanzar en la urgente necesidad de transformar el sistema energético a nivel global. A pesar de ello, persisten dudas sobre la implementación de las políticas necesarias para cumplir con los compromisos recientemente alcanzados. Aun cuando éstas se pongan en marcha, se necesita hacer mucho más para garantizar que dicha transformación ocurra con suficiente rapidez.

El resultado de la ansiada conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático, celebrada en diciembre de 2009 en Copenhague, constituyó un paso al frente, si bien quedó muy lejos de satisfacer los requisitos necesarios para ponerse en la senda de un sistema energético sostenible. El Acuerdo de Copenhague – al cual se adhirieron todos los principales países emisores, así como muchos otros – establece un objetivo no vinculante de limitar el aumento de la temperatura global a dos grados Celsius sobre los niveles preindustriales. También establece una meta para que los países industrializados proporcionen financiamiento, para la mitigación del cambio climático y la adaptación en los países en desarrollo, de 100 mil millones de dólares estadounidenses por año hasta 2020, y exige a los países industrializados fijar objetivos de emisiones para ese mismo año. Esto sucedió tras la llamada de los líderes del G8 en su cumbre de julio de 2009 para compartir con todos los países la meta de reducir las emisiones globales en al menos el 50% hasta el año 2050. Sin embargo, los compromisos que se anunciaron posteriormente, incluso si se cumplieran en su integridad, constituirían sólo una parte del recorte de emisiones necesario para lograr el objetivo de los 2°C. Ello no significa que la meta sea completamente inalcanzable,

pero sí que se requerirán esfuerzos mucho mayores y costosos después de 2020. Desde luego, la velocidad de la transformación energética que se necesitará después de 2020 será tal que plantea serias dudas sobre la viabilidad de disminuir las emisiones suficientemente para cumplir con la meta de los 2 °C.

El compromiso asumido en la reunión de los líderes del G-20 en la ciudad estadounidense de Pittsburgh en septiembre de 2009 de “racionalizar y eliminar paulatinamente a medio plazo los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan su consumo innecesario” tiene el potencial de por lo menos compensar en parte la desilusión de Copenhague. Este compromiso se debió al reconocimiento de que los subsidios distorsionan los mercados, pueden obstaculizar la inversión en fuentes limpias de energía y por tanto pueden minar los esfuerzos para hacer frente al cambio climático. El análisis que hemos realizado junto con otras organizaciones internacionales a petición de los líderes del G-20, y que se plasma en este *World Energy Outlook (WEO, “Perspectivas de la energía en el mundo”)*, revela que retirar los subsidios al consumo de combustibles fósiles, que sumaron 312 mil millones de dólares en 2009, podría representar una enorme contribución al logro de las metas ambientales y de seguridad energética, incluida la mitigación de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otras.

Las políticas anunciadas recientemente, si se implementan, significarán un gran cambio

Las perspectivas de la energía en el mundo hasta el año 2035 dependen decisivamente de cuál sea la actuación de los gobiernos, y de cómo las políticas que se implanten puedan afectar a la tecnología, el precio de los servicios energéticos y la conducta del usuario final. Como reconocimiento de los importantes avances en la implantación de políticas que se han dado recientemente, el escenario central en el *Outlook* de este año – el Escenario de Nuevas Políticas – tiene en cuenta los extensos compromisos y planes respecto a política energética anunciados por los países en todo el mundo, incluidas las promesas de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y los proyectos para retirar los subsidios a la energía fósil, aun cuando las medidas para llevar a cabo estos compromisos estén pendientes de identificarse o anunciarse. Se asume que estos compromisos se lleven a cabo con relativa cautela, reflejando su carácter no vinculante y, en muchos casos, con cierta incertidumbre sobre la forma efectiva de puesta en marcha. Este escenario nos permite cuantificar el impacto potencial sobre los mercados energéticos derivado de la implementación de tales políticas, al compararlo con un Escenario de Políticas Actuales (antes llamado Escenario de Referencia), en el cual no se considera ningún cambio de políticas respecto a las existentes a mediados de 2010, es decir, un escenario en el que los compromisos recientes no se ponen en marcha. Asimismo, presentamos los resultados del Escenario 450, que se presentó por primera vez con detalle en el *WEO 2008*, el cual establece el rumbo en cuestiones de energía

congruente con la meta de los 2°C a través de la limitación de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera a cerca de 450 partes por millón de CO₂ equivalente (ppm CO₂-eq).

Los compromisos y planes que los gobiernos han anunciado recientemente, si se implementan, tendrán un impacto real en la demanda de energía y las consiguientes emisiones de CO₂. En el Escenario de Nuevas Políticas, la demanda mundial de energía primaria aumenta 36% entre 2008 y 2035, de cerca de 12 300 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) a más de 16 700 Mtep, es decir, un 1.2% anual en promedio. Tal cifra es comparable al 2% anual durante el periodo de 27 años previo. La tasa proyectada de crecimiento de la demanda es menor que en el Escenario de Políticas Actuales, en el que la demanda crece un 1.4% anual entre 2008 y 2035. En el Escenario 450, la demanda también aumenta entre 2008 y 2035, pero sólo a razón del 0.7% anual. Los precios de la energía señalan que la oferta y la demanda proyectadas se hallan en equilibrio a lo largo del periodo del *Outlook* para cada escenario, con un crecimiento más rápido en el Escenario de Políticas Actuales y más lento en el Escenario 450. Los combustibles fósiles – petróleo, carbón y gas natural – siguen siendo las fuentes predominantes de energía en 2035 en los tres escenarios, si bien su contribución en términos de energía primaria varía notablemente. Las proporciones más altas de energías renovables y de energía nuclear se dan en el Escenario 450 y las más bajas en el Escenario de Políticas Actuales. La mayor dispersión de resultados – y por tanto las mayores incertidumbres con respecto a su futuro uso – se dan para el caso del carbón, la energía nuclear y las fuentes renovables excluida la hidráulica.

Las economías emergentes, lideradas por China e India, incrementarán la demanda global

En el Escenario de Nuevas Políticas, aumenta la demanda global de todas las fuentes energéticas, con los combustibles fósiles ocupando más de la mitad del incremento en la demanda total de energía primaria. La subida de precios de los combustibles fósiles para los usuarios finales resultante de las presiones al alza en los mercados internacionales y de las crecientes penalizaciones a las emisiones de carbono, junto con las políticas de fomento de ahorro energético y cambio a fuentes de energía con bajas emisiones de carbono, contribuye a restringir el crecimiento de la demanda de los tres combustibles fósiles. El petróleo se mantiene como el combustible dominante en el “mix” de energía primaria durante el periodo del *Outlook*, aunque su participación, que fue de 33% en 2008, cae a 28% a medida que los altos precios y las medidas gubernamentales para promover la eficiencia de combustibles propician el abandono del petróleo en los sectores industrial y de generación de electricidad. Además, están surgiendo oportunidades para reemplazar los derivados del petróleo por otros combustibles en el transporte. La demanda de carbón crece hasta cerca del año 2025 y luego decrece lentamente hacia el fin del periodo del *Outlook*. El aumento en la demanda de gas natural excede por mucho la de los otros combustibles fósiles

debido a sus ventajas prácticas y medioambientales, y a las limitaciones existentes sobre la rapidez con que se pueden desplegar las tecnologías de bajas emisiones de carbono. La proporción de energía nuclear se incrementa del 6% en 2008 al 8% en 2035. El uso de energía renovable moderna – incluidas hidráulica, eólica, solar, geotérmica, biomasa moderna y energía marina – se triplica a lo largo del periodo del *Outlook*, y su proporción en la demanda total de energía primaria aumenta de 7% a 14%. El consumo de biomasa tradicional se eleva ligeramente para 2020 y luego retrocede apenas por debajo de los niveles actuales hacia 2035, ante el incremento en el uso de combustibles modernos en los hogares del mundo en desarrollo.

Los países no miembros de la OCDE representan el 93% del aumento proyectado en la demanda mundial de energía primaria en el Escenario de Nuevas Políticas, lo cual refleja mayores tasas de crecimiento de actividad económica, producción industrial, población y urbanización. China, donde la demanda se ha disparado en la última década, contribuye con un 36% del crecimiento proyectado en el uso global de energía; su demanda aumenta un 75% entre 2008 y 2035. En 2035, China representa el 22% de la demanda mundial, a diferencia del 17% de hoy. India es el segundo mayor responsable del incremento en la demanda global hasta 2035, ya que representa el 18% del aumento total y su consumo de energía se eleva más del doble en el periodo del *Outlook*. Fuera de Asia, Oriente Medio tiene la mayor tasa de incremento: el 2% anual. La demanda agregada de energía en los países de la OCDE aumenta muy lentamente durante el periodo del *Outlook*. Con todo, en 2035 Estados Unidos permanece como el segundo mayor consumidor de energía después de China y muy por encima de India (que está en una lejana tercera posición).

Es difícil exagerar la creciente importancia de China en los mercados energéticos globales. Nuestros datos preliminares indican que en 2009 China superó a Estados Unidos como el mayor consumidor de energía del mundo. Lo sorprendente es que, en el año 2000, el consumo de energía de China fue sólo la mitad del de Estados Unidos. El aumento del consumo de energía de China entre 2000 y 2008 fue más de cuatro veces mayor que en la década previa. Las perspectivas de crecimiento adicional siguen siendo sólidas, dado que el nivel de consumo per cápita de China es bajo, apenas un tercio de la media de la OCDE, y que es el país más poblado del planeta, con más de 1 300 millones de habitantes. Por tanto, las proyecciones globales de energía en este *Outlook* siguen siendo altamente sensibles a los supuestos subyacentes para las variables clave que determinan la demanda de energía en China, incluidas las proyecciones de crecimiento económico, los cambios en la estructura económica, los desarrollos en políticas ambientales y energéticas, y la tasa de urbanización. La necesidad del país de importar combustibles fósiles para satisfacer su creciente demanda interna impactará cada vez más a los mercados internacionales. Dado el gran tamaño del mercado interno de China, su empuje para elevar la contribución de nuevas tecnologías energéticas de bajas emisiones de carbono podría jugar un importante papel para reducir sus costos mediante tasas más rápidas de aprendizaje tecnológico y economías de escala.

¿Será el pico del petróleo un invitado o un fantasma indeseado en el banquete?

El precio del petróleo que se requiere para equilibrar los mercados de crudo ha de aumentar, reflejando la creciente insensibilidad de la oferta y la demanda al precio. La concentración cada vez mayor de uso de petróleo en el transporte y un cambio de la demanda hacia mercados subsidiados están limitando las posibilidades de precios más altos para estrangular la demanda mediante el cambio a combustibles alternativos. Y las restricciones en el lado de la inversión hacen que precios más elevados deriven únicamente en incrementos moderados en la producción. En el Escenario de Nuevas Políticas, el precio medio de crudo de la Agencia Internacional de Energía alcanza \$113 por barril (en dólares del año 2009) en 2035 – por encima de los poco más de \$60 en 2009. En la práctica, es probable que la volatilidad del precio a corto plazo continúe alta. La demanda de petróleo (excluidos los biocombustibles) sigue creciendo sostenidamente y alcanzará cerca de los 99 millones de barriles diarios (mb/d) en 2035 – 15 mb/d más que en 2009. Todo el crecimiento neto proviene de los países no miembros de la OCDE, casi la mitad tan sólo de China, y será determinado principalmente por el uso cada vez mayor de los combustibles para el transporte; la demanda en la OCDE disminuye en poco más de 6 mb/d. La producción global de petróleo alcanza los 96 mb/d, y los restantes 3 mb/d provienen de ganancias en el procesamiento. La producción de crudo convencional alcanza un nivel casi estable de 68-69 mb/d hacia 2020, pero sin llegar a su pico histórico de 70 mb/d alcanzado en 2006, mientras que la producción de condensados y petróleo no convencional crece sólidamente.

La producción total de la OPEP aumenta continuamente hasta 2035 en el Escenario de Nuevas Políticas, incrementando su participación en la producción global a más de la mitad. Gran parte de este incremento viene propiciado por Irak, quien, en razón de sus grandes reservas, igualará en producción de crudo a Irán hacia 2015, alcanzando su producción total de 7 mb/d en 2035. Arabia Saudita desbancará a Rusia como el mayor productor de petróleo del mundo, con una producción que se elevará de 9.6 mb/d en 2009 a 14.6 mb/d en 2035. La creciente participación de la OPEP contribuye a una mayor preponderancia de compañías petroleras estatales: agrupadas estas compañías concentran todo el aumento en la producción global entre 2009 y 2035. La producción total de petróleo de países no miembros de la OPEP es notablemente constante hasta cerca de 2025, a medida que la mayor producción de condensados y petróleo no convencional compensa la caída en la de crudo convencional; después, su producción comienza a descender. La cantidad de recursos recuperables de petróleo tanto convencional como no convencional es una fuente de incertidumbre para las perspectivas de la producción mundial de petróleo a largo plazo.

Es claro que la producción global de petróleo llegará a su pico algún día, pero ese pico lo determinarán factores que afectan tanto la oferta como a la demanda. En el Escenario de Nuevas Políticas, el total de la producción no alcanza su pico antes de 2035, pese a estar cerca de ello. Por contraste, la producción sí llega a su pico,

de 86 mb/d, justo antes de 2020 en el Escenario 450, a consecuencia de una menor demanda, y a partir de ahí desciende rápidamente. Por tanto, los precios del petróleo son mucho más bajos. El mensaje es claro: si los gobiernos actúan más decididamente que hoy para impulsar un uso más eficaz del petróleo y el desarrollo de alternativas, entonces la demanda de petróleo podría comenzar a ceder pronto y, como resultado, veríamos que se alcanzaría un pico anticipado en la producción de petróleo. Ese pico no se derivaría de limitaciones de recursos de hidrocarburos. Sin embargo, si los gobiernos no actúan o solamente introducen políticas ligeramente diferentes a las de hoy, la demanda seguirá aumentando, los costos de producción se elevarán, la carga económica del uso de petróleo crecerá, la vulnerabilidad a las alteraciones del suministro se agudizará y el ambiente global sufrirá daños de consideración.

El petróleo no convencional es abundante pero más costoso

El petróleo no convencional jugará un papel cada vez más importante en el suministro mundial de petróleo hacia 2035, pese a los esfuerzos de los gobiernos por restringir la demanda. En el Escenario de Nuevas Políticas, la producción aumenta de 2.3 mb/d en 2009 a 9.5 mb/d en 2035. Las arenas petrolíferas canadienses y el crudo extrapesado venezolano proveerán los mayores volúmenes, aunque los líquidos derivados del carbón y del gas natural y, en menor medida, las pizarras bituminosas también tienen una mayor participación hacia la segunda mitad del periodo del Outlook. Se cree que las reservas de petróleo no convencional son enormes, varias veces mayores que las de petróleo convencional. El ritmo al que serán explotadas estará determinado por consideraciones económicas y ambientales, incluidos los costos de mitigar su impacto ambiental. Las fuentes no convencionales de petróleo están entre las más caras disponibles: requieren una gran inversión de capital inicial, que suele recuperarse solamente en largos periodos de tiempo. Por consecuencia, juegan un papel clave para la determinación de los precios futuros del petróleo.

La producción de petróleo no convencional por lo general emite más gases de efecto invernadero por barril que la de la mayoría de tipos de petróleo convencional; sin embargo, comparando emisiones totales, la diferencia es mucho menor, ya que la mayoría de las emisiones ocurren en el momento de su uso. En el caso de las arenas petrolíferas canadienses, las emisiones de CO₂ a lo largo de toda la cadena desde la producción hasta el consumo final se hallan típicamente entre 5% y 15% más altas que las correspondientes a crudos convencionales. Se requerirán medidas de mitigación para reducir las emisiones de la producción de petróleo no convencional, tales como tecnologías de extracción más eficaces, captura y almacenamiento de carbono y, la adición de biomasa al carbón en las plantas de líquidos derivados del carbón. Una mejor gestión del agua, así como del suelo y subsuelo, aunque no aplica exclusivamente a las fuentes no convencionales, también será necesaria a fin de volver más aceptable el desarrollo de estos recursos.

China podría llevarnos a una edad dorada de gas

El gas natural tendrá un papel central para cubrir las necesidades energéticas mundiales en las próximas décadas. La demanda global de gas natural, que cayó en 2009 debido a la situación económica, retomará su trayectoria ascendente a partir de 2010. Es el único combustible fósil cuya demanda será mayor en 2035 que en 2008 en todos los escenarios, si bien crece a tasas notablemente distintas. En el Escenario de Nuevas Políticas, la demanda alcanza los 4 500 mil millones de metros cúbicos (mmmc) en 2035: un incremento de 1 400 mmmc, o un 44% sobre 2008 y una tasa media de aumento del 1.4% anual. La demanda de China es la de más rápido crecimiento, a una tasa media de casi 6% anual, y la mayor en términos de volumen, representando más de una quinta parte del incremento en la demanda global hasta 2035. Existe el potencial para que la demanda de gas de China aumente aún más rápido, sobre todo si el uso de carbón se restringe por razones ambientales. La demanda en Medio Oriente se incrementa casi tanto como la proyectada para China. El Medio Oriente, que cuenta con reservas de relativo bajo costo, encabeza la expansión de la producción de gas durante el periodo del *Outlook*, ya que dicha producción se duplica a 800 mmmc en 2035. Alrededor de 35% del incremento global en la producción de gas en el Escenario de Nuevas Políticas proviene de fuentes no convencionales – gas de lutita, metano de capas de carbón y gas compacto (de reservorios con poca permeabilidad) – en Estados Unidos y, cada vez más, otras regiones, sobre todo Asia-Pacífico.

El exceso de capacidad global de suministro de gas que se derivó de la crisis económica (la cual redujo su demanda), el auge de la producción estadounidense de gas no convencional y un aumento en la capacidad de gas natural licuado (GNL) podrían perdurar más de lo que muchos piensan. Con base en la demanda proyectada en el Escenario de Nuevas Políticas, calculamos que el exceso, medido como la diferencia entre los volúmenes que actualmente se exportan y la capacidad total de gasoductos interregionales y plantas de exportación de GNL, sumó cerca de 130 mmmc en 2009; se prevé que pasará de los 200 mmmc en 2011, para luego iniciar un declive gradual. Este exceso mantendrá la presión sobre los exportadores de gas para alejarse de la indexación con los precios del petróleo, principalmente en Europa, lo cual podría conducir a precios más bajos y mayor demanda de gas de lo proyectado, sobre todo en el sector eléctrico. En el largo plazo, la creciente necesidad de importaciones – particularmente en China – muy probablemente impulsará la utilización de esa capacidad. En el Escenario de Nuevas Políticas, el comercio de gas entre todas las regiones del WEO se expande en cerca del 80%, de 670 mmmc en 2008 a 1 190 mmmc en 2035. Más de la mitad del incremento en el comercio de gas es de GNL.

Está a mano un cambio profundo en la forma en que generamos electricidad

Se espera que la demanda mundial de electricidad siga incrementándose más fuertemente que cualquier otra energía de uso final. En el Escenario de Nuevas Políticas, se proyecta que tenga un incremento del 2.2% anual entre 2008 y 2035,

el 80% del cual se dará en países no miembros de la OCDE. En China, la demanda de electricidad se triplica entre 2008 y 2035. En los próximos 15 años se proyecta que China sume capacidad de generación equivalente a la capacidad actual total instalada en los Estados Unidos. Globalmente, las adiciones de capacidad, para sustituir la capacidad obsoleta y satisfacer el aumento de la demanda, ascienden a cerca de 5 900 gigavatios (GW) en el periodo 2009-2035 – 25% más que la capacidad actual instalada; más del 40% de este incremento se realiza antes de 2020.

La generación de electricidad está entrando en un periodo de transformación a medida que la inversión se destina hacia tecnologías con bajas emisiones de carbono, como resultado de precios más elevados de combustibles fósiles y políticas gubernamentales para aumentar la seguridad energética y limitar las emisiones de CO₂. En el Escenario de Nuevas Políticas, los combustibles fósiles – sobre todo el carbón y el gas natural – siguen predominando, pero su participación en la generación total cae del 68% en 2008 a un 55% en 2035, conforme se expanden las fuentes nucleares y renovables. El cambio a tecnologías de bajas emisiones de carbono es particularmente notable en la OCDE. De manera global, el carbón sigue encabezando las fuentes de generación de electricidad, aunque su participación baja del 41% hoy en día al 32% en 2035. Un gran incremento en la generación a base de combustión de carbón en los países no miembros de la OCDE se compensa parcialmente con una disminución en los países de la OCDE. La generación a base de combustión de gas aumenta en términos absolutos, principalmente en los países no miembros de la OCDE, pero conserva una participación estable en la generación mundial de electricidad de cerca del 21% en el periodo del *Outlook*. La participación de la energía nuclear en la generación se incrementa sólo marginalmente, con más de 360 GW de nuevas adiciones en el periodo y una vida útil más larga para varias plantas. Globalmente, se proyecta que la cantidad de CO₂ emitida por unidad de electricidad generada se reduzca en un tercio entre 2008 y 2035, debido al cambio a la energía nuclear, el uso de energías renovables y otras tecnologías de bajas emisiones.

El futuro de las energías renovables depende crucialmente del fuerte apoyo gubernamental

Las fuentes de energía renovables deberán desempeñar un rol central para conducir al mundo hacia un entorno energético más seguro, confiable y sostenible. El potencial es incuestionablemente amplio, pero la rapidez con que aumente su contribución para satisfacer las necesidades mundiales de energía depende sin duda de la solidez del apoyo gubernamental para hacer que las energías renovables sean competitivas en costos frente a otras fuentes de energía, y para impulsar los avances tecnológicos. La necesidad de apoyo gubernamental aumentaría si los precios del gas fueran menores a los asumidos en nuestro análisis.

Las mayores posibilidades para aumentar el uso de energías renovables en términos absolutos están en el sector de la electricidad. En el Escenario de Nuevas Políticas, la generación basada en energías renovables se triplica entre 2008 y 2035, y

la participación de éstos en la generación global de electricidad se incrementa del 19% en 2008 a casi un tercio (igualando al carbón). El incremento se debe en principio a las fuentes eólica e hidráulica, aunque esta última domina en el periodo del *Outlook*. La cantidad de electricidad producida mediante celdas solares fotovoltaicas aumenta muy rápidamente, si bien su participación en la generación global alcanza apenas un 2% en 2035. La participación de energías renovables modernas en la producción de calor en la industria y los edificios se incrementa del 10% al 16%. El uso de biocombustibles aumenta más de cuatro veces entre 2008 y 2035, cubriendo el 8% de la demanda de combustible para transporte de carretera al final del periodo del *Outlook* (en comparación con su 3% de hoy). Por lo general, las energías renovables son más intensivas en capital que los combustibles fósiles, de modo que la inversión requerida para proveer la capacidad extra de renovables es muy grande: la inversión acumulada en energías renovables para producir electricidad se calcula en 5.7 billones de dólares (del año 2009) en el periodo 2010-2035. Las necesidades de inversión son mayores en China, que encabeza la producción eólica y fotovoltaica y es uno de los principales abastecedores de equipo. El Oriente Medio y Norte de África tienen un enorme potencial para el desarrollo a gran escala de la energía solar; no obstante, deben superar muchos desafíos de mercado, técnicos y políticos.

A pesar de que se prevé que las energías renovables se vuelvan cada vez más competitivas conforme los precios de los combustibles fósiles aumenten y las tecnologías de renovables se desarrollen, el apoyo gubernamental debe ampliarse a medida que se eleve la contribución de aquéllas a la mezcla de energía global. Calculamos que el apoyo de los gobiernos a la electricidad proveniente de energías renovables y a los biocombustibles totalizó 57 mil millones de dólares en 2009, de los cuales 37 mil millones fueron para la primera. En el Escenario de Nuevas Políticas, el apoyo total se eleva a 205 mil millones de dólares (del año 2009), o un 0.17% del PIB global, en 2035. Entre 2010 y 2035, el 63% del apoyo se destina a la electricidad basada en renovables. El apoyo medio por unidad de generación cae con el tiempo, de \$55 por megavatio-hora (MWh) en 2009 a \$23/MWh en 2035, a medida que los precios al por mayor de electricidad aumentan y sus costos de producción se reducen debido al aprendizaje tecnológico. Esto no considera los costos adicionales de integrarlos a la red, lo cual puede ser significativo dada la variabilidad de algunas clases de energías renovables, como la eólica y la solar. El apoyo gubernamental a las energías renovables puede, en principio, justificarse por los beneficios económicos, ambientales y de seguridad energética a largo plazo que conllevan, si bien hay que prestar atención a la relación coste-eficacia de los mecanismos de apoyo.

Se espera que el uso de biocombustibles – combustibles para el transporte derivados de biomasa – siga incrementándose rápidamente durante el periodo proyectado debido al aumento en los precios del petróleo y al apoyo gubernamental. En el Escenario de Nuevas Políticas, el uso global de biocombustibles se eleva de 1 mb/d hoy en día a 4.4 mb/d en 2035. Se prevé que Estados Unidos, Brasil y la Unión Europea sigan siendo los mayores productores y consumidores mundiales de biocombustibles.

Se supone que los biocombustibles avanzados, incluidos los de materia lignocelulósica, entrarán al mercado hacia 2020, principalmente en los países de la OCDE. En la actualidad, los costos de producción de biocombustibles suelen ser más elevados que el costo del petróleo importado, por lo que se necesitan fuertes incentivos gubernamentales para hacerlos competitivos frente a los combustibles derivados del petróleo. En 2009, el apoyo global gubernamental fue de 20 mil millones de dólares, la mayor parte de los cuales provino de Estados Unidos y la Unión Europea. Se proyecta que el apoyo se amplíe a cerca de 45 mil millones de dólares por año entre 2010 y 2020, y a unos 65 mil millones de dólares por año entre 2021 y 2035. Es típico que el apoyo gubernamental eleve los costos a la economía en su conjunto. Sin embargo, también pueden ser significativos los beneficios, como la reducción de importaciones de petróleo y de emisiones de CO₂ – si se emplea biomasa sostenible y no resulta excesiva la energía fósil usada en el procesamiento de dicha biomasa.

Liberar las riquezas energéticas del Caspio aumentaría la seguridad energética del mundo

La región del Caspio tiene el potencial para contribuir decisivamente a la seguridad energética en el resto del mundo al incrementar la diversidad de suministro de petróleo y gas. La región del Caspio alberga reservas sustanciales de petróleo y gas natural, las cuales podrían sostener un incremento considerable en la producción y las exportaciones en las siguientes dos décadas. No obstante, se espera que los obstáculos potenciales al desarrollo de tales recursos, principalmente las complejidades de financiar y construir infraestructura de transporte que atraviese varios países, el clima para la inversión y la incertidumbre sobre la demanda de exportación limiten en cierta medida esta expansión. En el Escenario de Nuevas Políticas, la producción de petróleo del Caspio crece firmemente, particularmente en los primeros 15 años del periodo proyectado; va de 2.9 mb/d en 2009 a un pico de cerca de 5.4 mb/d entre 2025 y 2030, para luego retroceder a 5.2 mb/d hacia 2035. Kazajstán aporta todo este incremento, de modo que ocupa el cuarto puesto mundial en crecimiento de volumen de producción hasta 2035 por debajo de Arabia Saudita, Irak y Brasil. La mayor parte de la producción incremental de petróleo se destina a la exportación, que se duplica hasta alcanzar un pico de 4.6 mb/d poco después de 2025. También se proyecta que la producción de gas del Caspio se eleve notablemente de un estimado de 159 mmmc en 2009 a casi 260 mmmc en 2020, y a más de 310 mmmc en 2035. Turkmenistán y, en menor grado, Azerbaiyán y Kazajstán lideran esta expansión. Como sucede con el petróleo, se proyecta que las exportaciones de gas crezcan rápidamente y alcancen casi los 100 mmmc en 2020 y 130 mmmc en 2035, a diferencia de los menos de 30 mmmc de 2009. El Caspio tiene potencial para cubrir una proporción significativa de las necesidades de gas de Europa y China – que surge como un nuevo gran consumidor – mejorando su diversidad y seguridad energética.

Las políticas locales de energía y las tendencias del mercado, además de ser decisivas para el desarrollo social y económico del Caspio, influyen en las perspectivas mundiales al determinar los volúmenes de hidrocarburos disponibles para la exportación. Pese a las mejoras de los últimos años, la región sigue siendo altamente intensiva en uso de energía y refleja continuas y serias ineficiencias en la forma en que emplea la energía (legado de la era soviética), así como factores económicos climáticos y estructurales. Si la región usara la energía tan eficazmente como los países de la OCDE, el consumo de la energía primaria en el Caspio se reduciría a la mitad. La rapidez con que se explote este potencial de uso eficaz de la energía depende en gran medida de las políticas gubernamentales, particularmente en relación con los precios de la energía (todos los principales países de la región del Caspio subsidian por lo menos una forma de energía fósil), la reforma del mercado y el financiamiento. En el Escenario de Nuevas Políticas, la demanda total de energía primaria en el Caspio se expande progresivamente durante el periodo del *Outlook*, a una tasa media del 1.4% anual, siendo el gas el combustible predominante. Kazajistán y Turkmenistán tienen las tasas más rápidas de crecimiento en el uso de energía, reflejando su mayor crecimiento económico.

Las promesas de Copenhague son, en conjunto, mucho menos ambiciosas que la meta global

Los compromisos que los países anunciaron bajo el Acuerdo de Copenhague para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero se quedan cortos, en conjunto, respecto a lo que se requiere para encaminar al mundo hacia la meta del Acuerdo de limitar el aumento de la temperatura global a 2 °C. Si los países llevan a cabo estos compromisos con cautela, tal como asumimos en el Escenario de Nuevas Políticas, el aumento de la demanda de combustibles fósiles seguirá incrementando las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía durante el periodo proyectado. *Esta tendencia haría casi imposible lograr la meta del 2 °C*, ya que las reducciones necesarias de emisiones después de 2020 serían demasiado elevadas. En ese escenario, las emisiones globales continúan aumentando durante el periodo proyectado, si bien la tasa de crecimiento disminuye progresivamente. Las emisiones alcanzan casi 34 gigatoneladas (Gt) en 2020 y más de 35 Gt en 2035 – un incremento del 21% sobre el nivel de 2008 de 29 Gt. Los países no miembros de la OCDE concentran todo el aumento proyectado de las emisiones mundiales; las emisiones de los países de la OCDE llegan a un máximo antes de 2015 y luego comienzan a disminuir. Tales tendencias resultan en una concentración de gases de efecto invernadero por encima de 650 ppm CO₂-eq, implicando un aumento de temperatura probable de más de 3.5 °C a largo plazo.

La meta de 2 °C sólo se puede lograr con una implementación vigorosa de los compromisos en el periodo hasta 2020 y a partir de entonces con esfuerzos mucho mayores. De acuerdo con expertos en clima, para tener oportunidades viables de lograr la meta se necesitaría estabilizar la concentración de gases de efecto

invernadero en un nivel no mayor de 450 ppm CO₂-eq. El Escenario 450 describe de qué manera podría evolucionar el sector de la energía de cumplirse este objetivo. Supone la implementación de medidas para atener los límites más ambiciosos que los rangos anunciados bajo el Acuerdo de Copenhague y una implementación más rápida de lo asumido en el Escenario de Nuevas Políticas del retiro de subsidios a los combustibles fósiles acordado por el G-20. Estas acciones disminuyen de forma significativamente más rápida las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía. En el Escenario 450, las emisiones alcanzan un pico de 32 Gt justo antes de 2020 y luego descienden a 22 Gt hacia 2035. Tan sólo diez medidas para reducir las emisiones en cinco regiones – Estados Unidos, la Unión Europea, Japón, China e India – resultan en casi la mitad de las reducciones de emisiones durante el periodo del *Outlook* que se requieren en este escenario en comparación con el Escenario de Políticas Actuales. Mientras que asignar un costo al carbono en los sectores eléctrico e industrial es esencial para las reducciones de emisiones en los países de la OCDE y, a largo plazo, otras grandes economías (los precios de CO₂ alcanzan de 90 a 120 dólares por tonelada en 2035), la eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles es fundamental para mitigarlas en el Medio Oriente, Rusia y parte de Asia. La participación del sector de generación de electricidad en las emisiones globales cae del 41% hoy en día al 24% en 2035, encabezando así la descarbonización de la economía global. Por contraste, la participación del sector del transporte se eleva del 23% al 32%, ya que es más costoso reducir sus emisiones rápidamente que en la mayoría de otros sectores.

Reducir las emisiones lo suficiente para lograr la meta de 2°C requerirá una transformación de largo alcance del sistema global de energía. En el Escenario 450, la demanda de petróleo llega a su pico justo antes de 2020 con 88 mb/d, sólo 4 mb/d por arriba de los niveles actuales, y disminuye a 81 mb/d en 2035. Aun así, hay necesidad de construir una nueva capacidad de 50 mb/d para compensar la caída en la producción de los campos existentes, pero el volumen de petróleo que debe descubrirse y desarrollarse a partir de nuevas fuentes hasta 2035 es de sólo dos tercios de lo planteado en el Escenario de Nuevas Políticas, lo cual permite a la industria petrolera evitar el desarrollo de algunos de los futuros proyectos más costosos y sensibles para el ambiente. La demanda de carbón llega a su pico antes de 2020 y hacia 2035 vuelve a los niveles de 2003. Entre los combustibles fósiles, la demanda de gas natural es la que menos se ve afectada, aun cuando también llega a su pico antes de que finalice la década de 2020. Las energías renovables y la nuclear constituyen una porción significativa en la mezcla, pues duplican su participación actual al 38% en 2035. La proporción de energía nuclear en la generación total se incrementa en cerca del 50% sobre los niveles actuales. La generación basada en renovables es la que más aumenta, ya que alcanza más del 45% de la generación global – dos veces y media más que hoy. La energía eólica avanza a casi 13%, mientras que la participación combinada de energía solar fotovoltaica y energía solar por concentración supera el 6%. La captura y el almacenamiento de carbono (CAC) juegan un importante papel en la reducción de emisiones en el sector eléctrico: En 2035, la generación procedente de plantas que usan carbón y cuentan con CAC supera a la de plantas de carbón que

carecen de dicha tecnología; unas tres cuartas partes de la generación con CAC es en plantas que queman carbón. Los biocombustibles y los vehículos avanzados también desempeñan un rol mucho mayor que en el Escenario de Nuevas Políticas. En 2035, unos 70% de las ventas globales de autos para pasajeros son de vehículos avanzados (híbridos, híbridos de conexión y autos eléctricos). La seguridad energética global se ve fortalecida ante la mayor diversidad de la mezcla de energías.

El fracaso de Copenhague nos ha costado al menos un billón de dólares...

Aun si los compromisos del Acuerdo de Copenhague se implementaran por completo, las reducciones de emisiones que se necesitarían después de 2020 costarían más que si se hubieran propuesto objetivos más ambiciosos y más adelantados en el tiempo. Las reducciones de emisiones que esos compromisos deberían arrojar hacia 2020 son tales que a partir de entonces se necesitarían reducciones mucho mayores a fin de encaminarse al logro de la meta de 2°C. En el Escenario 450 del *Outlook* de este año, el gasto adicional en tecnologías de energía de bajas emisiones de carbono (inversión empresarial y gasto de los consumidores) asciende a 18 billones de dólares (del año 2009) más que en el Escenario de Políticas Actuales en el periodo 2010-2035, y cerca de 13.5 billones más que en el Escenario de Nuevas Políticas. El gasto adicional comparado con el Escenario de Políticas Actuales para 2030 es de 11.6 billones de dólares, casi 1 billón de dólares más de lo que calculamos el año pasado. Además, el PIB global se reduciría un 1.9% en 2030 en comparación con el estimado del año pasado de 0.9%. Estas diferencias se explican por las reducciones más grandes y rápidas de las emisiones que se requieren después de 2020, causadas por la más lenta transformación del suministro y uso de la energía en el periodo previo.

...si bien alcanzar la meta de Copenhague es todavía (casi) posible

Sin duda, la naturaleza moderada de las promesas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero bajo el Acuerdo de Copenhague ha hecho menos probable el logro de la meta de 2°C. Alcanzar esta meta requeriría un esfuerzo fenomenal en cuestión de políticas por parte de los gobiernos del mundo. Un indicador de la magnitud de dicho esfuerzo es la tasa de disminución de la intensidad de carbono – la cantidad de CO₂ emitida por dólar del PIB – que se necesita en el Escenario 450. La intensidad tendría que caer entre 2008 y 2020 a una tasa anual del doble de lo que bajo entre 1990 y 2008; entre 2020 y 2035 la tasa tendría que ser casi cuatro veces mayor. La tecnología que existe hoy podría permitir tal cambio, pero la tasa de transformación tecnológica sería inaudita. Además, hay serias dudas sobre la implementación de los compromisos para 2020, ya que una buena cantidad de ellos resultan ambiguos y bien podrían interpretarse de una manera mucho menos ambiciosa de lo asumido en el Escenario 450. Varios países, por ejemplo, han propuesto rangos de reducciones de

emisiones, o han fijado objetivos con base en la intensidad del carbono o la energía y/o una línea base de PIB que difiere de lo que suponen nuestras proyecciones. En general, estimamos que la incertidumbre vinculada con estos factores equivale a 3.9 Gt de emisiones de CO₂ en 2020, o cerca del 12% de las emisiones proyectadas en el Escenario 450. Es de vital importancia que estos compromisos se interpreten con la mayor firmeza posible y que se adopten y ejecuten compromisos mucho más fuertes después de 2020, si no antes. De lo contrario, es probable que la meta de 2 °C se vuelva inalcanzable.

Eliminar los subsidios a los combustibles fósiles es una solución con triple ganancia

Retirar los subsidios a los combustibles fósiles aumentaría la seguridad energética, reduciría las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación atmosférica, y traería beneficios económicos. Los subsidios a los combustibles fósiles siguen siendo comunes en muchos países. Traen como consecuencia una asignación económicamente ineficaz de los recursos, así como distorsiones de mercado, al tiempo que suelen fracasar en el cumplimiento de sus objetivos. Los subsidios que reducen artificialmente los precios de la energía fomentan el derroche, exacerban la volatilidad de dichos precios al desdibujar las señales del mercado, propician la adulteración y el contrabando del combustible, y minan la competitividad de las energías renovables y de las tecnologías energéticas más eficientes. Para los países importadores, los subsidios a menudo entrañan una carga fiscal significativa a los presupuestos públicos, en tanto que para los productores implican un acelerado agotamiento de recursos y por tanto a largo plazo pueden disminuir las ganancias de las exportaciones. Los subsidios al consumo de combustibles fósiles en el mundo ascendieron a 312 mil millones de dólares en 2009, la vasta mayoría de los cuales correspondieron a países no miembros de la OCDE. El nivel anual fluctúa ampliamente ante los cambios en los precios internacionales de la energía, las políticas de precios locales y la demanda: los subsidios fueron de 558 mil millones de dólares en 2008. Sólo una pequeña porción de estos subsidios van a los pobres. Actualmente hay una inclinación global considerable para eliminar los subsidios a los combustibles fósiles. En septiembre de 2009, los líderes del G-20 se comprometieron a retirar y racionalizar los subsidios ineficaces a los combustibles fósiles, una iniciativa que luego siguieron los líderes del APEC en noviembre de 2009. Hoy en día muchos países buscan reformas, pero se necesitará superar complicados obstáculos económicos, políticos y sociales a fin de obtener beneficios duraderos.

Reformar los subsidios ineficaces a la energía derivaría en un efecto drástico sobre la oferta y la demanda en los mercados energéticos globales. Estimamos que una eliminación universal de todos los subsidios al consumo de combustibles fósiles antes de 2020 – por muy ambicioso que parezca el objetivo – reduciría la demanda global de energía primaria en 5%, en comparación con una línea base en la que los subsidios siguen siendo los mismos. Esto equivale al consumo actual de Corea, Japón y Nueva Zelanda juntos. La demanda de petróleo se reduciría en 4.7 mb/d en 2020, lo que

equivale a cerca de un cuarto de la demanda actual en Estados Unidos. Retirar los subsidios al consumo de combustibles fósiles podría significar una aportación integral para combatir el cambio climático: su eliminación total disminuiría las emisiones de CO₂ en un 5.8%, o 2 Gt, en 2020.

La miseria energética del mundo en vías de desarrollo requiere acciones urgentes

A pesar del creciente uso de energía en el mundo, muchos hogares pobres en los países en desarrollo aún no disponen de los servicios de energía modernos. Las cifras son estremecedoras: calculamos que 1 400 millones de personas – más del 20% de la población mundial – carecen de acceso a electricidad y que otros 2 700 millones – cerca de 40% de la población mundial – continúan con el uso tradicional de biomasa para cocinar. Peor aún, nuestras proyecciones indican que el problema persistirá a largo plazo: en el Escenario de Nuevas Políticas, 1 200 millones de personas aún no cuentan con electricidad en 2030 (la fecha de la meta propuesta de acceso universal a los servicios modernos de energía), viviendo el 87% de ellas en áreas rurales. La mayoría de estas personas habitarán en el África subsahariana, India y otros países asiáticos en desarrollo (excluida China). En el mismo escenario, el número de personas que continúan con el uso tradicional de biomasa para cocinar *crece* a 2 800 millones en 2030, el 82% de las cuales en áreas rurales.

Dar prioridad al acceso a servicios modernos de energía puede ayudar a acelerar el desarrollo social y económico. La Meta de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas de erradicar la pobreza extrema y el hambre antes de 2015 no se alcanzará, a menos que se realice un avance sustancial en la mejora de acceso a la energía. Para lograr la meta, se requerirá proveer de energía a otros 395 millones de personas y proporcionar tecnología moderna no contaminante para cocinar a otros mil millones. Para cumplir la meta mucho más ambiciosa de conseguir acceso universal a los servicios modernos de energía antes de 2030, será necesario un gasto adicional de 36 mil millones de dólares por año. Esto equivale a menos del 3% de la inversión global en infraestructura para el suministro de energía proyectada en el Escenario de Nuevas Políticas hasta 2030. El incremento resultante en la demanda de energía y las emisiones de CO₂ sería moderado: en 2030, la demanda global de petróleo sería menos del 1% más alta, y las emisiones de CO₂ apenas 0.8% más altas en comparación con el Escenario de Nuevas Políticas. A fin de acercarse al logro de cualquiera de estas metas, la comunidad internacional debe reconocer que la situación proyectada no es aceptable, comprometerse a efectuar el cambio necesario y establecer objetivos e indicadores para supervisar los adelantos. El índice de Desarrollo de Energía que se presenta en este *Outlook* podría ser una base para definir los objetivos y su seguimiento. Se necesita un nuevo marco financiero, tecnológico e institucional, así como fortalecer la capacidad en los niveles local y regional. No bastan las palabras, sino que es indispensable actuar desde hoy. Podemos, y debemos, lograr la meta.

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.

© OECD/IEA, 2010

No reproduction, copy, transmission or translation of this publication
may be made without written permission.

Applications should be sent to: International Energy Agency (IEA)
Head of Communication and Information Office, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France.

Cover design: IEA. Photo credit: © Maciej Frolow, Brand X Pictures.



International
Energy Agency

Online bookshop

Buy IEA publications
online:

www.iea.org/books

PDF versions available
at 20% discount

Books published before January 2009
- except statistics publications -
are freely available in pdf

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

iea

Tel: +33 (0)1 40 57 66 90

E-mail:
books@iea.org