



INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

WORLD ENERGY OUTLOOK

2008

RESUMEN EJECUTIVO

The background of the cover features a stylized globe with a network of red and blue lines crisscrossing over it, suggesting a global energy network or data flow. The title 'WORLD ENERGY OUTLOOK 2008' is centered over the globe, with '2008' in a larger, yellow font.

WORLD ENERGY OUTLOOK 2008

¿Está amenazado el **suministro mundial de petróleo y gas**? ¿De qué manera un nuevo acuerdo internacional de **estabilización de las emisiones de gas de efecto invernadero** podría afectar los mercados mundiales de la energía? El informe *World Energy Outlook 2008* (Perspectivas de la energía en el mundo - 2008) responde a estas y otras preguntas candentes.

El *WEO-2008* recoge la experiencia de otro año de turbulencias en los mercados energéticos para ofrecer nuevas **previsiones sobre la energía para 2030**, desglosadas por región y tipo de combustible, teniendo en cuenta los datos y las políticas más recientes.

El *WEO-2008* se centra en dos **cuestiones acuciantes que el sector de la energía** afronta en la actualidad:

- **Proyecciones para la producción de petróleo y gas:** ¿Cuál es el volumen de las reservas existentes de petróleo y gas, y cuánto se puede extraer? ¿Serán las inversiones adecuadas? Mediante **el análisis** de las tendencias de la producción **de cada uno de los 800 yacimientos** petrolíferos más importantes del mundo, una evaluación de las posibilidades de localización y explotación de nuevas reservas y un análisis ascendente de los **costes e inversiones** en exploración-producción, en el *WEO-2008* se examina a fondo el futuro del suministro mundial de petróleo y gas.
- **Escenarios sobre el clima después de 2012:** ¿Cuáles son las limitaciones de emisiones que podrían resultar de las negociaciones internacionales en curso sobre el cambio climático? ¿Cuál es la función que los **enfoques sectoriales** y los **sistemas de fijación de límites e intercambio de emisiones** ("cap-and-trade") podrían cumplir en la transición a un futuro de energía con bajas emisiones de carbono? Se evalúan dos hipótesis, una en la cual la concentración atmosférica de las emisiones se estabiliza en 550 partes por millón (ppm) de equivalentes de dióxido de carbono, y otra, más ambiciosa, en el nivel de 450 ppm. Se exponen exhaustivamente todos los aspectos relacionados con la demanda de energía, los precios, la inversión, la contaminación atmosférica y la seguridad energética. Este estudio innovador facilitará la labor de los responsables de las negociaciones en Copenhague, en 2009, a la hora de seleccionar las opciones clave para el **marco de acción post-Kioto en favor del clima**.

El *WEO-2008*, con una base de datos exhaustiva, previsiones detalladas y un análisis de fondo, brinda valiosos elementos de juicio sobre las perspectivas del mercado mundial de la energía y sus implicaciones para el cambio climático.



INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

WORLD ENERGY OUTLOOK 2008

RESUMEN EJECUTIVO

Spanish translation

© OECD/IEA, 2008

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.

AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) es un organismo autónomo establecido en noviembre de 1974, dentro del marco de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con el fin de poner en práctica un programa energético internacional.

La AIE desarrolla un programa integral de cooperación energética entre veintiocho de los treinta países miembros de la OCDE. Sus objetivos básicos son los siguientes:

- Mantener y mejorar los sistemas necesarios para afrontar las perturbaciones del suministro petrolero.
- Promover políticas energéticas racionales, en un contexto global, mediante el establecimiento de relaciones de cooperación con los países no pertenecientes a la OCDE, con la industria y con organizaciones internacionales.
- Gestionar un sistema de información permanente sobre el mercado petrolero internacional.
- Mejorar la estructura de la oferta y demanda energética mundial desarrollando fuentes alternativas de energía y aumentando la eficiencia del aprovechamiento energético.
- Promover la colaboración internacional en materia de tecnología energética.
- Facilitar la complementación de políticas medioambientales y energéticas.

Los países miembros de la AIE son los siguientes: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Eslovaquia, España, los Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal, el Reino Unido, la República Checa, la República de Corea, Suecia, Suiza y Turquía. La Comisión Europea participa también en el trabajo de la AIE.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO

La OCDE es un foro único en el que los gobiernos de treinta democracias trabajan conjuntamente para afrontar los desafíos económicos, sociales y medioambientales de la globalización. La OCDE lidera asimismo los diversos esfuerzos por entender la naturaleza de los nuevos acontecimientos y problemas, y ayudar a los gobiernos a responder ante los mismos. Entre estos últimos se incluyen la gobernanza corporativa, la economía de la información y los retos del envejecimiento de la población. La Organización constituye un marco en el que los gobiernos pueden comparar políticas, buscar respuestas a problemas comunes, identificar buenas prácticas de trabajo y coordinar políticas nacionales e internacionales.

Los estados miembros de la OCDE son los siguientes: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Eslovaquia, España, los Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Polonia, Portugal, el Reino Unido, la República Checa, la República de Corea, Suecia, Suiza y Turquía. La Comisión Europea participa en el trabajo de la OCDE.

© OECD/IEA, 2008

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

Rogamos tenga en cuenta que la presente publicación está sujeta a restricciones específicas de uso y distribución. Los términos y condiciones pueden consultarse en la siguiente dirección electrónica:
<http://www.iea.org/Textbase/about/copyright.asp>

El sistema mundial de energía está en una encrucijada. Las tendencias actuales del suministro y el consumo de energía son claramente insostenibles, tanto desde el punto de vista ambiental como del económico y social. Estas tendencias pueden -y deben- ser modificadas; *todavía hay tiempo para cambiar de rumbo*. No es exagerado decir que el futuro de la prosperidad de la humanidad depende de la manera en que sepamos responder a los dos principales desafíos que se nos plantean en la actualidad en materia de energía: asegurar un suministro de energía fiable y asequible, y pasar rápidamente a un nuevo sistema de suministro de energía con bajas emisiones de carbono, eficiente y respetuoso del medio ambiente. Lo que hace falta no es nada menos que una revolución energética. Este *World Energy Outlook* demuestra de qué manera una decisiva acción política permitiría llevarla a cabo, y cuál sería su coste. También se exponen las consecuencias que tendría un fracaso al respecto.

El petróleo es la fuente vital de energía para el planeta y seguirá siéndolo durante muchos años, aún en la hipótesis más optimista en cuanto al ritmo de desarrollo e implantación de otras opciones tecnológicas. Pero hay una extremada incertidumbre, quizá mayor que nunca, en cuanto a las fuentes que proporcionarán el petróleo necesario para satisfacer la creciente demanda, sobre su coste de producción y sobre los precios que los consumidores deberán pagar por él. El espectacular aumento de los precios en los últimos años, que llegaron a su cúspide en 2008, junto con una volatilidad mucho mayor de los precios a corto plazo, pusieron de relieve cuán sensibles son los precios a los desequilibrios a corto plazo del mercado. También subrayaron la naturaleza finita de los recursos de petróleo (y de gas natural). De hecho, el riesgo inmediato para el suministro no es la falta de recursos en el mundo, sino más bien la falta de inversión allí donde es necesaria. La inversión en exploración-producción ha venido creciendo rápidamente en términos nominales, pero una gran parte de este incremento se debe al aumento de los costes y a la necesidad de hacer frente a la aceleración de las tasas de agotamiento de petróleo, especialmente en las regiones fuera de la OPEP donde los costes de producción son mayores. En la actualidad, la mayor parte de la inversión se dedica a la exploración y explotación de reservas de alto coste, en parte debido a las limitaciones impuestas al acceso de las empresas petroleras internacionales a los recursos menos onerosos. El aumento de la producción en los países donde los costes son menores será de importancia crucial para satisfacer las necesidades mundiales a un coste razonable, habida cuenta de la disminución de los recursos fósiles en la mayor parte del mundo y la aceleración generalizada de la tasa de agotamiento de los mismos.

Para evitar daños catastróficos e irremediables al clima mundial se requiere en última instancia una importante descarbonización de las fuentes de energía del mundo. De persistir las tendencias actuales, las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía y de otros gases de efecto invernadero aumentarán inexorablemente, causando una elevación de la temperatura media mundial en el largo plazo de hasta 6 °C. Para refrenar esas tendencias se requieren urgentemente medidas energéticas. La 15ª Conferencia de las Partes, que se celebrará en Copenhague

en noviembre de 2009, constituirá una oportunidad vital para negociar un nuevo régimen de contención del cambio climático mundial para después de 2012 (el último año del primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto). La Conferencia habrá de establecer un marco de acción cooperativa a largo plazo para llevar al mundo hacia una senda política bien definida para la consecución de una meta mundial clara y cuantificada de estabilización de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. También tendrá que asegurar una amplia participación e implantar sólidos mecanismos normativos que permitan alcanzar el objetivo convenido. El sector energético cumplirá una función clave en la reducción de las emisiones, mediante importantes mejoras en la eficiencia energética y la adopción acelerada de tecnologías basadas en recursos renovables y de baja emisión de carbono, tales como la captura y el almacenamiento del carbono.

Asegurar el suministro de energía y acelerar la transición a un sistema energético de baja emisión de carbono exige una acción radical de los gobiernos en el plano nacional y local y su participación en mecanismos internacionales coordinados. Los hogares, las empresas y los automovilistas tendrán que modificar la manera en que utilizan la energía, en tanto que los suministradores deberán invertir en el desarrollo y comercialización de tecnologías de baja emisión de carbono. A estos fines, los gobiernos deberán establecer incentivos financieros adecuados y marcos de reglamentación que apoyen de forma integrada los objetivos tanto de seguridad energética como medioambientales. La supresión de las subvenciones al consumo de energía, que alcanzaron en 2007 la asombrosa suma de 310.000 millones de dólares en los 20 mayores países no miembros de la OCDE, podría contribuir considerablemente a frenar el incremento en la demanda y las emisiones. Unos elevados precios internacionales del petróleo, en tanto en cuanto desalientan el consumo y propician el uso de tecnologías energética más eficientes, conducen a unos resultados similares, pero a expensas del crecimiento económico y del nivel de vida en los países consumidores, tanto ricos como pobres. Además, algunas de esas fuentes alternativas al petróleo convencional estimuladas por los altos precios, son aún más intensivas en emisiones de carbono. Muchos países han avanzado en la elaboración de soluciones nacionales, pero todavía queda mucho por hacer. Un nuevo acuerdo internacional sobre el clima es un primer paso, sin duda esencial, en la ruta hacia un sistema sostenible de energía; pero igualmente indispensable es su aplicación efectiva. La demora en emprender estas medidas no hará sino aumentar el coste final de cualquier objetivo relacionado con el clima mundial.

La persistencia del *laissez-faire* nos augura un futuro dependiente de las energías fósiles

En nuestro Escenario de Referencia, la demanda mundial de energía primaria crece a una media del 1,6% anual en 2006-2030, pasando de 11.730 millones de toneladas equivalentes de petróleo a algo más de 17.010 millones, esto es, un aumento del 45%. Para ilustrar el rumbo que hemos tomado, este Escenario tiene en cuenta los efectos de las políticas y medidas adoptadas por los gobiernos hasta mediados de 2008, pero no las nuevas. Esto proporciona una base de referencia respecto de la cual podemos cuantificar la medida en que hace falta modificar ese rumbo. La demanda

crece a un ritmo inferior al previsto en el informe *WEO-2007*, debido principalmente a los precios más elevados de la energía y a la reducción del crecimiento económico. Los combustibles fósiles constituyen 80% de la energía primaria del mundo en 2030, algo menos que hoy en día. El petróleo sigue siendo el combustible primordial, aunque la demanda de carbón aumenta más que la de ningún otro combustible en términos absolutos. La parte de la energía mundial que se consume en las ciudades (estimada en 7.900 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 2006) se incrementa de dos tercios hasta casi tres cuartos en 2030.

Debido a su vigoroso y sostenido crecimiento económico, China y la India representan algo más de la mitad del incremento en la demanda mundial de energía primaria entre 2006 y 2030. Los países de Oriente Medio pasan a constituir un importante polo de consumo, y contribuyen un 11% en la demanda mundial incremental. En conjunto, los países fuera de la OCDE representan el 87% del incremento, con lo que su participación en la demanda mundial de energía primaria pasa del 51% al 62%. Su consumo de energía supera al de los países de la OCDE a partir de 2005.

La demanda primaria mundial de petróleo (sin considerar los biocombustibles) aumenta en promedio el 1% anual, de 85 millones de barriles al día en 2007 a 106 millones en 2030. Sin embargo, el porcentaje que representa el petróleo en el uso mundial de la energía disminuye del 34% al 30%. Respecto del informe *Outlook* del año pasado la demanda de petróleo prevista para 2030 ha sido revisada a la baja en 10 millones de barriles al día. Esto refleja principalmente la repercusión de unos precios muy superiores, y el crecimiento, algo más lento, del PIB, así como las nuevas medidas oficiales adoptadas durante el año transcurrido. La totalidad del incremento previsto en la demanda mundial de petróleo procede de los países no miembros de la OCDE (más de cuatro quintos de China, la India y Oriente Medio); la demanda de petróleo en los países de la OCDE cae ligeramente, principalmente a causa del descenso de la demanda de petróleo no vinculada al transporte. La demanda mundial de gas natural aumenta con mayor rapidez, el 1,8% anual, en tanto que su cuota en la demanda total de energía crece levemente, hasta el 22%. La mayor parte del crecimiento en la utilización de gas proviene del sector de generación eléctrica. La demanda mundial de carbón aumenta en promedio el 2% anual, y su proporción en la demanda mundial de energía asciende del 26% en 2006 al 29% en 2030. Aproximadamente el 85% del incremento en el consumo mundial de carbón procede del sector de producción de electricidad en China y la India. La proporción de la energía nuclear en la demanda de energía primaria desciende ligeramente durante el periodo que abarca el *Outlook*, del 6% en la actualidad al 5% en 2030 (su contribución a la producción de electricidad baja del 15% al 10%), de acuerdo con nuestra norma de no anticipar modificaciones en las políticas nacionales, pese al reciente repunte del interés en la energía nuclear. No obstante, la producción nuclear aumenta en términos absolutos en todas las principales regiones, excepto en los países europeos miembros de la OCDE.

Las modernas tecnologías de energías renovables progresan con la mayor celeridad, sobrepasando al gas a partir de 2010 como segunda fuente principal de electricidad, después del carbón. Gracias a la reducción en los costes como consecuencia de la maduración de las tecnologías de energías renovables, en la hipótesis de precios más elevados de los combustibles fósiles y dada la aplicación de enérgicas políticas

de apoyo, las industrias de energías renovables tendrán la posibilidad de prescindir de subvenciones y alcanzar una mayor difusión. Excluyendo la biomasa, las fuentes de energía renovable no hidráulica (energía eólica, solar, geotérmica, maremotriz) crecen en conjunto en todo el mundo más que ninguna otra fuente, a un promedio del 7,2% anual en el periodo considerado en las proyecciones. La mayor parte del aumento se produce en el sector eléctrico. La proporción de las fuentes de energía renovables no hidráulicas en la producción eléctrica total crece del 1% en 2006 al 4% en 2030. La producción hidroeléctrica aumenta, aunque su contribución al total de la generación de electricidad cae en dos puntos porcentuales, al 14%. En los países de la OCDE, la producción de electricidad a partir de energías renovables aumenta más que la producción eléctrica de origen fósil y nuclear conjuntamente.

Se necesitarán inversiones masivas en infraestructura energética

Las previsiones del Escenario de Referencia requieren una inversión acumulada de más de 26 billones de dólares (en dólares de 2007) entre 2007 y 2030, esto es, más de 4 billones superior a lo anunciado en el *WEO-2007*. El sector de producción de electricidad representa 13,6 billones de dólares, es decir, 52% del total. El resto corresponde en su mayor parte a los sectores del petróleo y gas, sobre todo con fines de exploración y explotación y principalmente en regiones fuera de la OCDE. Los costes unitarios de inversión, especialmente en la industria del gas y el petróleo, siguieron aumentando el año pasado, dando lugar a una revisión al alza de nuestras previsiones de costes para el periodo de proyección considerado. Este incremento contrarresta la expansión más lenta anticipada del sistema energético mundial. No se prevé que la crisis financiera actual afecte la inversión a largo plazo, pero podría retardar la finalización de proyectos en curso de ejecución, particularmente en el sector eléctrico. Algo más de la mitad de la inversión mundial en energía proyectada para el período 2007-2030 se destina simplemente a mantener el suministro en sus niveles actuales: de aquí a 2030 será preciso reemplazar buena parte de la infraestructura de suministro mundial de petróleo, gas, carbón y electricidad existente actualmente. Para garantizar un clima de estabilidad necesario para la inversión futura en infraestructura de suministro de energía, habrá que concluir urgentemente las negociaciones para un acuerdo internacional en la lucha contra el cambio climático e identificar rápidamente sus repercusiones para las políticas nacionales.

Estas proyecciones se basan en una hipótesis de precio medio del petróleo bruto importado en los países de la AIE de 100 dólares por barril (en dólares de 2007) a lo largo del periodo 2008-2015, y que supera los 120 dólares en 2030. Esta hipótesis representa un importante ajuste al alza con respecto al *Outlook 2007*, teniendo en cuenta el aumento de los precios de la entrega física a corto plazo y de los contratos a futuro, así como una reevaluación de las perspectivas del coste del suministro de petróleo y de las previsiones de demanda. En términos nominales, los precios se duplican y alcanzan poco más de 200 dólares por barril en 2030. Sin embargo, es probable que las pronunciadas oscilaciones a corto plazo sigan siendo la norma, y no se pueden excluir aumentos y caídas bruscas y temporales de los precios. Los precios permanecerán altamente volátiles especialmente en el próximo año o dos. Un empeoramiento de la crisis financiera actual seguramente deprimirá la

actividad económica y en consecuencia la demanda de petróleo, ejerciendo así una presión hacia la reducción de precios. Por otro lado, una debilitación del dólar podría ayudar a sostener los precios. Para después de 2015, se postula que el aumento de los costes marginales del suministro empuje los precios al alza hasta el final del periodo considerado.

Estas hipótesis, combinadas con nuestras previsiones sobre la demanda de petróleo, indican que el gasto en petróleo de los países consumidores seguirá siendo alto, tanto dentro como fuera de la OCDE. En porcentaje del PIB mundial, y teniendo en cuenta los tipos de cambio de mercado, ese gasto se disparó del 1% en 1998 a cerca del 4% en 2007, con graves consecuencias económicas para los países consumidores. Según nuestras previsiones, ese porcentaje se estabiliza en algo más de un 5% en gran parte del periodo de proyección, y alcanza una media del 6% al 7% en los países no miembros de la OCDE. El único periodo en que el mundo ha gastado en petróleo una fracción tan alta de su ingreso fue a principios de los años 80, cuando superó el 6%. Por otra parte, los ingresos de los países de la OPEP por exportaciones de petróleo y gas pasa de poco menos de 700.000 millones de dólares en 2006 a más de 2 billones en 2030, en tanto que su participación en el PIB mundial aumenta del 1,2% al 2%.

La mayor parte del petróleo y el gas adicionales procederá de los países de la OPEP, si invierten suficientemente

El suministro petrolero mundial aumenta, según las previsiones del Escenario de Referencia, de 84 millones de barriles al día en 2007 a 106 millones en 2030. Teniendo en cuenta las mejoras del tratamiento en refinería, la producción mundial llega a 104 millones de barriles al día. Aunque no se espera que la producción total de petróleo alcance su máximo antes de 2030, se prevé que la producción de petróleo convencional (petróleo crudo, líquidos de gas natural y recuperación mejorada de petróleo (EOR)) deje de aumentar hacia el final del periodo considerado. La producción de crudo convencional, considerada aisladamente, experimenta entre 2007 y 2030 un crecimiento moderado, de 5 millones de barriles al día, pues la disminución de la producción de los yacimientos existentes neutraliza casi íntegramente la capacidad adicional aportada por los nuevos. La mayor parte del aumento neto de la producción total de petróleo procede de los líquidos de gas natural (estimulada por la expansión relativamente rápida del suministro de gas) y de los recursos y tecnologías no tradicionales, comprendidas las arenas petrolíferas del Canadá.

Se prevé que la mayor parte del aumento de la producción mundial de petróleo procederá de los países de la OPEP, cuya participación conjunta aumenta del 44% en 2007 al 51% en 2030. En principio, sus reservas son de magnitud suficiente (y sus costes de explotación suficientemente bajos) como para que la producción pudiera crecer aún más. Pero se prevé sin embargo que sus inversiones se verán afectadas por diversos factores, tales como la adopción de políticas conservadoras para evitar el agotamiento de los recursos, o consideraciones geopolíticas. Arabia Saudita sigue siendo el mayor productor mundial durante todo el periodo considerado, y su producción pasa de 10,2 millones de barriles al día en 2007 a 15,6 millones en 2030. La producción de petróleo convencional fuera de los países de la OPEP ya se ha estabilizado y se prevé

que comenzará a declinar alrededor de mediados de la próxima década, descenso que se acelera hacia fines del periodo considerado. La producción ya ha alcanzado un máximo en la mayoría de los países no miembros de la OPEP, y lo mismo ocurrirá en casi todos los demás antes de 2030. La caída en la producción de petróleo crudo y de líquidos de gas natural será ampliamente compensada por el aumento en la producción no convencional, que permite mantener generalmente estable la producción total fuera de la OPEP en la segunda mitad del periodo de proyección. La capacidad de producción convencional, sin considerar el agotamiento natural de la producción de los yacimientos existentes, debería aumentar a corto plazo, pero la disminución de los descubrimientos de yacimientos nuevos y la menor magnitud de éstos aumentarán los costes marginales de explotación, suscitando una caída de la producción.

El aumento previsto en la producción mundial de petróleo pende de que se hagan oportunamente inversiones de magnitud suficiente. Entre 2007 y 2030 habría que incorporar a la producción unos 64 millones de barriles al día de capacidad bruta adicional, es decir, la equivalente a seis veces la de Arabia Saudita en la actualidad. Para 2015 se necesita una capacidad nueva de alrededor de 30 millones de barriles al día. Persiste un riesgo real de que, entretanto, la falta de inversiones suficientes provoque una escasez de petróleo. El auge actual de las inversiones en exploración-producción podría reforzar la capacidad neta de producción en los próximos dos o tres años, aumentando moderadamente la capacidad no utilizada. Sin embargo, la capacidad adicional derivada de los proyectos en curso disminuye después de 2010. Esto obedece en gran parte al ciclo de desarrollo de la exploración-producción: muchos proyectos serán aprobados sin duda próximamente a medida que las empresas petroleras finalicen los existentes y emprendan otros. Pero la brecha que ya se percibe entre las capacidades en desarrollo actualmente y las necesarias para adaptarse a la demanda se ampliará considerablemente a partir de 2010. Para evitar que a mediados del próximo decenio se produzca una caída en la reserva de capacidad será preciso poner en explotación de aquí a 2015 unos 7 millones de barriles al día de capacidad adicional (además de la derivada de todos los proyectos en curso), que en su mayor parte deberá ser aprobada en los próximos dos años.

La producción de gas natural se concentrará asimismo aún más en las regiones con más recursos. Aproximadamente el 46% del crecimiento previsto en la producción mundial de gas entre 2006 y 2030 se registra en Oriente Medio, cuya producción se triplica y llega a un billón de metros cúbicos en 2030. Alrededor del 60% del incremento de la producción regional se consume localmente, sobre todo en la generación de electricidad. La mayor parte de la producción mundial adicional procede de África y Rusia. A falta de inversión suficiente en esos países, una disminución en el suministro de gas podría ocasionar un mayor consumo de carbón y un aumento en las emisiones de dióxido de carbono.

El mundo no está aún escaso de petróleo y gas

El petróleo disponible en el planeta es todavía suficiente para soportar el aumento en la producción previsto más allá de 2030 en el Escenario de Referencia. Se calcula que las reservas probadas de petróleo y de líquidos de gas natural oscilan entre 1,2 y 1,3 billones de barriles (incluyendo 200.000 millones de barriles de

petróleo no convencional). Las reservas casi se han duplicado desde 1980, y son suficientes para abastecer al mundo con petróleo durante más de 40 años al ritmo actual de consumo. Aunque la mayor parte del aumento de las reservas procede de una revisión de las previsiones efectuadas en los años 80 en los países de la OPEP, y no de nuevos descubrimientos, se han producido aumentos moderados desde 1990, pese al incremento del consumo. En promedio, el volumen anual de petróleo descubierto ha sido superior desde el año 2000 al de los años 90, gracias a la intensificación de las exploraciones y al progreso tecnológico, aun cuando la producción siga excediendo los descubrimientos (pese a algunos hallazgos recientes de considerable magnitud, por ejemplo, en aguas profundas en la costa del Brasil).

En definitiva, los recursos recuperables de petróleo convencional, incluyendo las reservas probadas y probables de los yacimientos descubiertos, los aumentos en las reservas y los yacimientos por descubrir, se calculan en unos 3,5 billones de barriles. Hasta ahora solo se ha extraído la tercera parte de ese total, esto es, 1,1 billones de barriles. Los recursos no descubiertos representan alrededor de un tercio del petróleo recuperable *restante*, que se estima yacen en su mayor parte en el Oriente Medio, Rusia y en la región del Mar Caspio. Los recursos de petróleo no convencional, prácticamente inexplorados hasta la fecha, son también muy abundantes. A largo plazo, se podrían recuperar, en condiciones económicas favorables, entre 1 y 2 billones de barriles de arenas petrolíferas y de petróleo crudo extrapesado. Estos recursos están en su mayor parte concentrados en Canadá (principalmente en la provincia de Alberta) y Venezuela (en la faja del Orinoco). En total, se calcula que los recursos petrolíferos de base potencialmente recuperables a largo plazo, comprendidos el crudo extrapesado, las arenas petrolíferas y las pizarras bituminosas (un recurso muy poco aprovechado, pero cuya explotación es muy onerosa), alcanzan los 6,5 billones de barriles. Si se añaden los recursos derivados de las tecnologías Fischer-Tropsch de carbón-a-líquidos (CTL) y de gas-a-líquidos (GTL) este potencial llega a unos 9 billones de barriles.

A escala mundial, los recursos de gas natural son abundantes pero, como en el caso del petróleo, están muy concentrados en un reducido número de países y yacimientos. Las reservas probadas actualmente ascienden a 180 billones de metros cúbicos, es decir, unos 60 años de producción al ritmo actual. Tres países (Rusia, Irán y Qatar) ostentan el 56% de las reservas mundiales, y la mitad de las mismas se encuentra en sólo 25 yacimientos distribuidos alrededor del mundo. Los países de la OPEP también controlan casi la mitad. Las reservas actuales se han más que duplicado desde 1980; los aumentos más significativos se observan en Oriente Medio. El volumen de gas descubierto ha venido disminuyendo en las últimas décadas, al igual que el de petróleo, pero sigue superando el volumen de producción. En total, los recursos recuperables restantes de gas natural convencional, incluidas las reservas probadas actuales, el aumento en las reservas y los recursos no descubiertos, podrían superar los 400 billones de metros cúbicos. La producción acumulada hasta 2007 equivale a menos de una sexta parte de los recursos iniciales totales. Los recursos de gas no convencional, comprendidos el metano de capas de carbón, el gas de arenas compactas y el gas de pizarra bituminosa, son mucho mayores y podrían superar los 900 billones de metros cúbicos, de los cuales el 25% se encuentra en Estados Unidos y Canadá.

No obstante la producción de petróleo por yacimiento disminuye cada vez más rápido...

Los recursos mundiales de petróleo son abundantes, pero no hay garantía alguna que serán explotados con la rapidez suficiente para satisfacer la demanda prevista en nuestro Escenario de Referencia. Una de las principales incertidumbres se refiere a la tasa de agotamiento de la producción de los yacimientos petrolíferos a medida que maduran. Este factor es determinante para la magnitud de la capacidad adicional y de la inversión mundial necesarias para responder a la demanda prevista. Los resultados del análisis individual detallado de las tendencias históricas de la producción de 800 yacimientos, presentado en la Parte B de este *Outlook*, hacen suponer que las tasas de agotamiento del petróleo *observadas* (la caída observable de la producción) seguramente se aceleren a largo plazo en todas y cada una de las principales regiones productoras del mundo. Esto se debe a una disminución del tamaño medio de los yacimientos y, en algunas regiones, al aumento de la fracción de la producción proveniente de los yacimientos de alta mar. Nuestro análisis demuestra que, en general, cuanto mayores sean las reservas de un yacimiento, menor es el techo respecto de las reservas y más lento el descenso de la producción después de haber alcanzado ese máximo. Las tasas de agotamiento son también menores para los yacimientos terrestres que para los submarinos (especialmente en aguas profundas). Las políticas de inversión y producción también influyen en las tasas de agotamiento.

Calculamos que la tasa media ponderada respecto de la producción de agotamiento observado en el mundo es actualmente del 6,7% para los yacimientos que han llegado al máximo de su producción. En nuestro Escenario de Referencia, este índice aumenta al 8,6% en 2030. La cifra actual se deriva de nuestro análisis de la producción en 800 yacimientos, comprendidos los 54 supergigantes (que tienen más de 5.000 millones de barriles) actualmente en explotación. Para esta muestra, la tasa media de agotamiento observado en todos los yacimientos una vez alcanzado su techo de producción, ponderado según su producción a lo largo de su vida, es del 5,1%. La tasa de agotamiento es más baja en los yacimientos mayores: 3,4% de media en los yacimientos supergigantes, 6,5% en los gigantes y 10,4% en los grandes. Las tasas de agotamiento observadas varían considerablemente según las regiones; las más bajas corresponden a Oriente Medio y las más altas al Mar del Norte. Este resultado refleja en gran medida las diferencias en cuanto al tamaño medio de los yacimientos, relacionado a su vez con la medida en que se agotan las reservas en conjunto y su ubicación en tierra o mar. El ajuste aplicado para tener en cuenta las tasas de agotamiento más elevadas de los pequeños yacimientos explica el que el índice estimado para todo el mundo sea mayor que el que resulta de nuestra base de datos.

Las tasas de agotamiento natural, o subyacente, son en promedio un tercio más elevadas que las tasas medias de agotamiento, aunque la diferencia varía de una región a otra reflejando los distintos niveles de inversión. (La tasa de agotamiento natural anula los efectos de las inversiones en curso y periódicas). Se calcula que para todo el mundo es del 9% en aquellos yacimientos que ya han alcanzado su techo de producción. En otras palabras, la disminución en la producción de los yacimientos existentes habría sido alrededor de un tercio más rápida si no se hubiera invertido

en ellos una vez alcanzados sus máximos. Las previsiones de nuestro Escenario de Referencia indican un aumento de la tasa media de agotamiento natural en el mundo al 10,5% anual para 2030 (casi dos puntos porcentuales más alto que la tasa observada), ya que durante el periodo de proyección el tamaño medio de los yacimientos cae en todas las regiones y que en la mayor parte de las mismas la producción en yacimientos de alta mar crece progresivamente durante todo ese periodo. Esto significa que en algunos países la inversión total en exploración-producción tendrá que aumentar, en ciertos casos de manera considerable, únicamente para compensar el más rápido agotamiento. Las consecuencias son de gran alcance: sólo para compensar la aceleración prevista en la tasa de agotamiento natural, cada año habría que invertir en 1 millón de barriles por día de capacidad *adicional* (equivalente a toda la capacidad de producción actual de Argelia) hasta el fin del periodo de proyección.

...y los obstáculos a la inversión en exploración-producción podrían limitar el suministro mundial de petróleo

Unas tasas de agotamiento natural acelerado exigirán una mayor inversión en exploración-producción, tanto en los yacimientos existentes (para combatir el agotamiento natural) como en otros nuevos (para compensar la disminución de la producción y responder a la creciente demanda). De hecho, la inversión total en actividades de exploración-producción (en yacimientos de petróleo y gas) ha aumentado rápidamente en los últimos años, triplicándose entre 2000 y 2007, para llegar a 390.000 millones de dólares en términos nominales. La mayor parte de este aumento se ha destinado a sufragar el aumento de los costes unitarios: una vez ajustada por la inflación de costes, la inversión en 2007 fue un 70% más elevada que en 2000. Globalmente, se calcula que los costes de inversión en exploración-producción han aumentado de media en un 90% entre 2000 y 2007 y de un 5% adicional en el primer semestre de 2008, según el índice de costes de capital establecido por la AIE. En su mayor parte este aumento se produjo entre 2004 y 2007. Sobre la base de los planes de inversión de 50 de las empresas más grandes del mundo analizadas para el presente *Outlook* (que representan más de las tres cuartas partes de la producción mundial de petróleo y gas), se espera que la inversión en exploración-producción de petróleo y gas en el mundo seguirá creciendo, hasta algo más de 600.000 millones de dólares en términos nominales para 2012, es decir, un aumento de más del 50% respecto al 2007. Si, como se prevé, el nivel de costes se estabiliza, el gasto real en los cinco años restantes hasta 2012 crecería el 9% anual, esto es, a un ritmo similar al de los siete años precedentes.

Las previsiones del Escenario de Referencia apuntan la necesidad de una inversión acumulada en el sector de exploración-producción de petróleo y gas de unos 8,4 billones de dólares (en dólares de 2007) de 2007 a 2030, o sea, un promedio de 350.000 millones de dólares anuales. Esto es muy inferior al gasto actual, lo que se debe a un importante cambio en la geografía de las inversiones necesarias. Una mucho mayor inversión se requiere en las regiones ricas en recursos, sobre todo en Oriente Medio, donde los costes unitarios son menores. En resumen, las oportunidades de inversión para las empresas internacionales en las regiones que no pertenecen a la OPEP disminuirán a medida que los recursos de base se contraen, lo que a la larga

dejará a los países con mayores reservas mundiales restantes de petróleo y gas asumir una gran parte de la inversión, ya sea directamente por conducto de sus empresas nacionales, o indirectamente en asociación con inversores extranjeros. No se puede dar por hecho el que dichos países estén dispuestos a hacer este esfuerzo de inversión por su cuenta o que sean capaces de atraer suficiente capital extranjero para mantener el ritmo de inversión necesario.

Alianzas más sólidas entre las empresas petroleras podrían generar beneficios mutuos

Se están produciendo importantes cambios estructurales en la industria de exploración-producción de petróleo y gas, y las empresas nacionales ocupan una posición cada vez más dominante. En el Escenario de Referencia, estas empresas representan cerca del 80% del aumento total en la producción de petróleo y gas entre 2007 y 2030. En casi todos los países con las mayores reservas de petróleo y gas, las empresas nacionales dominan la industria de exploración-producción, mientras que las empresas extranjeras no están autorizadas a poseer y explotar reservas, o bien están sometidas a severas restricciones. Los elevados precios del petróleo y la creciente convicción de los dirigentes políticos de que las empresas nacionales sirven mejor los intereses del país que las empresas petroleras privadas extranjeras, han estimulado la confianza y las aspiraciones de las empresas nacionales, algunas de las cuales rivalizan con las internacionales en cuanto a capacidades técnicas y eficiencia. Las empresas petroleras internacionales, que tradicionalmente han dominado la industria mundial del petróleo y el gas, se ven cada vez más restringidas por el creciente poder de las empresas nacionales y la disminución de las reservas y la producción en las cuencas maduras accesibles de los países fuera de la OPEP. Las empresas más importantes han tenido dificultades para reemplazar sus reservas probadas y ampliar la producción, al tiempo que han aumentado los dividendos de los accionistas.

La evolución de la estructura de la industria mundial del petróleo y el gas en las próximas décadas tendrá importantes repercusiones para la inversión, la capacidad de producción y los precios. La creciente dominación de las empresas nacionales podría hacer más dudoso el que las inversiones previstas en este *Outlook* se lleven efectivamente a cabo. Las políticas a largo plazo adoptadas por algunos de los países más ricos en recursos para apoyar los objetivos nacionales podría contener el agotamiento de sus recursos. Aunque algunas empresas nacionales, por ejemplo Saudi Aramco, son sin duda muy eficaces en la mayor parte de los ámbitos, otras sin embargo tendrían menor competencia para hacer frente a los retos financieros, técnicos y de gestión que supone la puesta en marcha de nuevas capacidades de exploración-producción. La colaboración entre las empresas nacionales e internacionales contribuiría a la superación de dichos retos. Los beneficios mutuos que de ello se podrían derivar son indiscutibles: las empresas nacionales controlan la mayor parte de las reservas del mundo, pero a algunas les falta la tecnología y el personal capacitado para ir más allá del simple mantenimiento de las instalaciones de producción existentes; las empresas internacionales tienen pocas oportunidades de inversión, pero disponen de las capacidades de gestión y de la tecnología necesarias para ayudar a las empresas nacionales a explotar sus reservas.

Nada excusa la pobreza energética de los ciudadanos de los países africanos ricos en petróleo

En diversos países del África subsahariana abundan los recursos naturales de petróleo y gas, los cuales se espera que soporten un intenso crecimiento en la producción y las exportaciones en las próximas dos décadas. La producción de petróleo convencional en los diez principales países productores de hidrocarburos de esa región llegó en 2007 a 5,6 millones de barriles al día, de los cuales se exportaron 5,1 millones de barriles al día. En el Escenario de Referencia, la producción asciende a 7,4 millones de barriles al día en 2030 y las exportaciones de petróleo a 6,4 millones de barriles al día. La producción de gas en estos países se multiplica en más de cuatro veces, pasando de 36.000 millones de metros cúbicos en 2006 a 163.000 millones en 2030, aumento en su mayor parte dedicado a la exportación. Estas previsiones dependen de una reducción de la quema en antorcha del gas, la realización de inversiones adecuadas y la prevención de interrupciones del suministro como resultado de disturbios civiles. Se calcula que los ingresos públicos procedentes de la producción de petróleo y gas (cobro de regalías e impuestos) en esos diez países ascendería en conjunto a un total de 4 billones de dólares entre 2007 y 2030. Nigeria y Angola siguen siendo los principales exportadores, y los ingresos públicos acumulados alcanzan en conjunto unos 3,5 billones de dólares. Los impuestos a la producción de petróleo y gas representan más del 50% del total de los ingresos públicos en la mayoría de los países del África subsahariana donde abundan el petróleo y el gas.

Pese a la riqueza en hidrocarburos de esos diez países, la mayor parte de sus ciudadanos permanecen en la pobreza. Como consecuencia, el uso de los modernos servicios de energía en los hogares es muy limitado. Dos terceras partes de los hogares no tienen acceso a la electricidad y tres cuartas partes no tienen acceso a combustibles limpios para cocinar, y utilizan en cambio leña y carbón vegetal. A menos que las autoridades adopten importantes iniciativas para solucionar este problema, se prevé que la cantidad de personas privadas de electricidad aumentará durante el periodo de proyección, paralelamente al crecimiento demográfico. Y en 2030 más de la mitad de la población total de esos países todavía cocinará con leña y carbón vegetal.

Solucionar el problema de la pobreza energética está al alcance de esos países, pero hacen falta importantes reformas institucionales. Se ha calculado que el coste de la inversión necesaria para proporcionar servicios mínimos de energía (electricidad, hornos y botellas para gas licuado del petróleo) a esos hogares durante el periodo que abarca el *Outlook* es de unos 18.000 millones de dólares. Esta cifra equivale apenas al 0,4% de los ingresos públicos totales derivados del petróleo y el gas. Una mejora de la eficiencia y transparencia de la asignación de los ingresos y de la rendición de cuentas de los gobiernos respecto al uso de los fondos públicos aumentaría la probabilidad de que los ingresos procedentes del petróleo y el gas se utilicen realmente para mitigar la pobreza en general y la energética en particular.

La falta de políticas públicas tiene gravísimas consecuencias para el clima mundial

El aumento previsto de las emisiones de gases de efecto invernadero en el Escenario de Referencia nos está llevando a duplicar la concentración de esos

gases en la atmósfera a fines de este siglo, lo que conllevaría una elevación de la temperatura media del planeta de hasta 6° Centígrados. Las tendencias del Escenario de Referencia muestran un incremento continuo de las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. Las emisiones mundiales de dióxido de carbono relacionadas con la energía aumentan en un 45%, de 28 gigatoneladas en 2006 a 41 gigatoneladas en 2030. El volumen previsto para 2030 es apenas una gigatonelada menor que el anticipado en el *Outlook* de 2007, a pesar de unas hipótesis de precios muy superiores y un crecimiento del PIB mundial ligeramente menor. Se calcula que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, incluyendo el dióxido de carbono y todos los demás gases no vinculados a la energía, pasarán de 44 gigatoneladas de equivalente dióxido de carbono en 2005 a 60 gigatoneladas en 2030, es decir, un aumento del 35% respecto de 2005.

Según el Escenario de Referencia, las tres cuartas partes del incremento previsto en las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía proceden de China, la India y Oriente Medio, y el 97% del mismo del conjunto de los países no miembros de la OCDE. Sin embargo, en promedio las emisiones per capita en los países fuera de la OCDE siguen siendo muy inferiores a las de los países de la OCDE. Las emisiones en los países miembros de la OCDE alcanzan un máximo en 2020 y decrecen a partir de entonces. Solamente en Europa y en Japón las emisiones son más bajas en 2030 que en la actualidad. Se prevé que la mayor parte del aumento de las emisiones mundiales de dióxido de carbono relacionado con la energía proceda de las ciudades, cuya cuota pasa del 71% en 2006 al 76% en 2030 como consecuencia de la urbanización. Los habitantes de las ciudades tienden a consumir más energía que los de las zonas rurales, y por lo tanto emiten más dióxido de carbono per capita.

El camino a partir de Copenhague deberá estar basado en algo más que buenas intenciones

Se necesita con urgencia una acción decidida y coordinada para frenar el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero y el subsiguiente aumento de la temperatura mundial. El régimen mundial de políticas relativas al cambio climático para después de 2012, que se espera adopte en 2009 la Conferencia de Copenhague, ha de constituir el marco internacional para esa acción. Habida cuenta de que el dióxido de carbono relacionado con la energía aporta el 61% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, el sector energético estará en el centro de los debates acerca del nivel de concentración a que se aspira y cómo alcanzarlo. El objetivo fijado para la estabilización a largo plazo de la concentración de gases de efecto invernadero determinará el ritmo de la transformación necesaria del sistema energético mundial, así como el rigor de las medidas que se han de adoptar. Para alcanzar con éxito dicho objetivo será indispensable su aplicación efectiva.

La selección de la trayectoria de las emisiones mundiales tendrá que tener en cuenta los condicionantes tecnológicos y los costes en el sector energético. El ciclo normal de la tasa de amortización es una limitación clave de la velocidad con la que se pueden poner en servicio tecnologías de baja emisión de carbono sin incurrir en costes desproporcionados. La tasa de amortización de los equipos en el sector energético es generalmente lenta, debido al largo período de vida de gran parte de

los activos destinados a la producción, el suministro y la utilización de la energía. En consecuencia, las tecnologías más eficientes tardan por regla general varios años en difundirse en el sector de la energía. Será necesario afrontar la realidad del coste de un retiro prematuro de los equipos e instalaciones si se quieren tomar medidas radicales para acelerar ese proceso y lograr reducciones substanciales de las emisiones. El coeficiente de reemplazo del capital es particularmente lento en el sector eléctrico, donde los altos costes iniciales y los prolongados períodos de funcionamiento implican el que las centrales que ya están construidas, así como sus correspondientes emisiones asociadas, se hallen efectivamente tecnológicamente bloqueadas. En el Escenario de Referencia, las tres cuartas partes de la producción mundial de electricidad prevista en 2020 (y más de la mitad en 2030) proceden de centrales eléctricas que están en funcionamiento actualmente. En consecuencia, aún si todas las centrales por construir de ahora en adelante no emitiesen carbono, en 2020 las emisiones de dióxido de carbono del sector eléctrico seguirían siendo inferiores solamente en un 25%, o 4 gigatoneladas menos, respecto al Escenario de Referencia.

Todo acuerdo deberá tener en cuenta la importancia de un pequeño grupo de países que emiten grandes cantidades. Los cinco mayores emisores, China, Estados Unidos, la Unión Europea, la India y Rusia, son conjuntamente responsables de casi dos terceras partes de las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía; en el Escenario de Referencia se prevé que esta proporción será similar en 2020. Las contribuciones de China y Estados Unidos en cuanto a la reducción de emisiones serán determinantes para alcanzar el objetivo de estabilización. La magnitud de la reducción de las emisiones relacionadas con la energía varía considerablemente según los países y regiones en función de los diferentes niveles de participación internacional.

La meta de estabilización determinará la envergadura del reto energético

En este *Outlook* se consideran dos Escenarios de estabilización relativos al clima, que tienen respectivamente el objetivo de mantener a largo plazo la concentración de gases de efecto invernadero en 550 y 450 partes por millón (ppm) de equivalentes dióxido de carbono. El Escenario de estabilización en 550 ppm supone un aumento de la temperatura mundial de aproximadamente 3°C, en tanto que el de 450 ppm implica un incremento de alrededor de 2°C. El Escenario de 550 ppm requiere una estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2020, seguida poco después por una reducción; el Escenario de 450 ppm postula reducciones mucho más importantes después de 2020. Aun así, las emisiones exceden la trayectoria necesaria para alcanzar la meta de 450 partes por millón de equivalentes dióxido de carbono, lo que requiere una mayor reducción de las emisiones después de 2030. En ambos escenarios, las emisiones son significativamente inferiores en 2030 en todos los países que más gases emiten. Para llegar a cualquiera de estos resultados será preciso incitar a cientos de millones de hogares y empresas de todo el mundo a modificar sus patrones de consumo habitual de energía. Esto exigirá políticas innovadoras, un marco de reglamentación apropiado, el rápido desarrollo de un mercado mundial del carbono y mayores inversiones en investigación, desarrollo y demostración en materia de energía.

Existe una amplia gama de mecanismos normativos internacionales que podrían adoptarse para alcanzar un objetivo de cambio climático acordado. No obstante, como lo indica el debate político actual, y considerando factores prácticos en el sector de la energía, la realidad es que los países adoptan la o las políticas que mejor reflejan sus diversos intereses y capacidades. En este *Outlook* se analizan las repercusiones en el sector de la energía de un marco normativo híbrido que supone una combinación particular de sistemas de fijación de límites e intercambio de emisiones, acuerdos sectoriales (en los sectores de la industria y el transporte) y políticas y medidas nacionales. Se prevé que los sistemas de intercambio de emisiones desempeñen una función importante en las regiones de la OCDE. En ellas el precio del carbono en 2030 llega a 90 dólares por tonelada de dióxido de carbono en el Escenario de 550, y a 180 dólares la tonelada en el de 450.

En el Escenario de estabilización en 550 ppm, la demanda mundial de energía primaria crece alrededor de un 32% entre 2006 y 2030, en tanto que la proporción de combustibles fósiles cae notoriamente. La demanda aumenta en promedio el 1,2% anual, en comparación con el 1,6% en el Escenario de Referencia. En 2030, la demanda es un 9% menor, debido sobre todo a una mayor eficiencia energética. Las emisiones mundiales de dióxido de carbono relacionadas con la energía alcanzan su máximo en 2025 y descienden ligeramente hasta 33 gigatoneladas en 2030, en tanto que las emisiones de gases de efecto invernadero se estabilizan hacia 2020 y se mantienen en ese nivel hasta 2030. En 2030 las emisiones totales de gases de efecto invernadero y de dióxido de carbono relacionadas con la energía son un 19% menores que en el Escenario de Referencia. El mix energético en este Escenario contrasta con el del Escenario de Referencia, ya que los combustibles fósiles pierden cuota de mercado frente a las energías renovables y la energía nuclear. La demanda de petróleo llega a los 98 millones de barriles al día en 2030, casi 9 millones de barriles menos que en el Escenario de Referencia. Más de la mitad del ahorro de petróleo se produce en el sector del transporte en los países miembros de la OCDE y otras grandes economías, como resultado de acuerdos sectoriales para reducir las emisiones procedentes de vehículos ligeros y la aviación. Los precios del petróleo oscilan en 2030 en torno a los 100 dólares por barril (en dólares de 2007), esto es, un 18% menos que en el Escenario de Referencia, debido a la menor demanda. La producción de los países de la OPEP sigue en aumento y llega hasta los 49 millones de barriles al día en 2030, casi 13 millones de barriles más que en la actualidad (pero 4 millones menos que en el Escenario de Referencia). También se extiende con mayor rapidez la captura y almacenamiento del dióxido de carbono. En 2030, la capacidad mundial instalada de plantas con captura y almacenamiento de carbono llega a más de 160 gigavatios, de los cuales un 70% se encuentra en los países miembros de la OCDE. En cambio, en el Escenario de Referencia esa capacidad es insignificante.

El Escenario de estabilización en 450 ppm supone la aplicación de medidas mucho más energéticas y amplias a partir de 2020, que estimulan un mayor desarrollo y explotación de tecnologías de baja emisión de carbono. Se calcula que las emisiones mundiales de dióxido de carbono relacionadas con la energía siguen en general la misma trayectoria que en el Escenario de 550 ppm hasta 2020, y luego decrecen con mayor rapidez. En 2020 llegan a un máximo de 32,5 gigatoneladas y descienden a

25,7 gigatoneladas en 2030. Este Escenario requiere una reducción de casi el 40% de las emisiones en 2030 en los países de la OCDE, en comparación con los niveles de 2006. Otras economías importantes tendrían que limitar el aumento de sus emisiones al 20%. Se supone que la participación en el sistema mundial de fijación de límites e intercambio de emisiones de carbono es más extensa que en el Escenario de estabilización en 550 ppm, pues abarca a partir de 2020 a todos los países que más contribuyen a las emisiones. La energía hidráulica, la biomasa, la energía eólica y otras fuentes renovables aumentan con mayor rapidez su contribución a la producción de electricidad y representan el 40% de la producción mundial total en 2030. En comparación con el Escenario de 550, en la última década del periodo de proyección se instala una capacidad adicional de 190 gigavatios de captura y almacenamiento de carbono.

El desafío que plantea el Escenario de estabilización en 450 ppm es de gran envergadura: en conjunto, el nivel mundial de emisiones en 2030 es inferior al nivel previsto en el Escenario de Referencia para los países no pertenecientes a la OCDE. En otras palabras, los países de la OCDE no pueden por sí solos encaminar al mundo en la trayectoria de 450 ppm por millón, aun reduciendo sus emisiones a cero. Incluso dejando al margen el debate sobre la viabilidad política del Escenario de 450, no está claro que la magnitud de la transformación necesaria es viable desde el punto de vista técnico, ya que el Escenario supone un amplio despliegue de tecnologías que todavía no han probado su eficacia. De poder realizarse, el cambio tecnológico tendría que ser sin duda de una escala y rapidez de expansión sin precedentes. Para ello sería indispensable a corto plazo aumentar la inversión pública y privada en investigación y desarrollo de las tecnologías avanzadas que se necesitan para realizar el Escenario de estabilización en 450 ppm.

Hacer frente al cambio climático exigirá una reestructuración fundamental del gasto

Las profundas modificaciones en la demanda y el suministro de energía en ambos escenarios relativos a las políticas sobre el clima requieren un aumento sustancial de la inversión, especialmente en centrales eléctricas, y en equipos y aparatos electrodomésticos con mayor eficiencia energética. El Escenario de estabilización en 550 ppm exige 4,1 billones de dólares más de inversión total entre 2010 y 2030 que en el Escenario de Referencia, lo que equivale al 0.24% del PIB mundial. La mayor parte de esta inversión se destina a la instalación y modernización de tecnologías existentes. La inversión en centrales eléctricas es 1,2 billones de dólares más elevada; cerca de las tres cuartas partes de este capital adicional se invierten en los países miembros de la OCDE. Aún más elevados son los gastos del lado de la demanda. La mayor parte del gasto adicional corresponde al gasto de las personas, que pagarán más por vehículos, electrodomésticos y edificios más eficientes. Este coste suplementario asciende en promedio a 17 dólares anuales por persona en todo el mundo, pero esas inversiones van acompañadas de importantes ahorros en las facturas de energía. Una mayor eficiencia energética disminuye el consumo de energías fósiles por un total acumulado de 22.000 millones de toneladas de equivalente petróleo entre 2010 y 2030, dando lugar a un ahorro acumulado de más de 7 billones de dólares.

El gasto adicional inicial en equipamiento energético es por supuesto considerablemente superior en el Escenario de estabilización en 450 ppm. Con respecto al Escenario de 550, es preciso invertir 2,4 billones de dólares suplementarios en capacidad de producción eléctrica baja o nula en emisiones de carbono, y otros 2,7 billones de dólares en equipos, aparatos electrodomésticos y edificios de mayor eficiencia energética. En conjunto, estos costes equivalen al 0,55% del PIB mundial. Los gastos son particularmente elevados durante la última década del periodo de proyección, cuando las emisiones de dióxido de carbono disminuyen con mayor rapidez y el coste marginal de los medios utilizados con fines de reducción aumenta considerablemente. Para estimular esas inversiones serán necesarios unas señales claras de precios (recurriendo entre otras cosas a un mercado de carbono amplio y eficiente), incentivos fiscales apropiados y una reglamentación con objetivos claros y definidos. Los ahorros acumulados en las facturas energéticas, de 5,8 billones de dólares, son menores que en el Escenario de 550, ya que los precios más elevados de la electricidad anulan parcialmente el aumento del ahorro en energía.

El futuro energético será muy diferente

Teniendo en cuenta todas las incertidumbres subrayadas en este informe, podemos estar seguros de que el panorama energético en el mundo en 2030 será muy diferente del actual. El sistema energético mundial experimentará una transformación, pero no necesariamente de la manera en que lo deseamos. Podemos confiar en que se manifestarán algunas de las tendencias señaladas en este informe: la creciente influencia de China, la India, Oriente Medio y de otras regiones que no integran la OCDE, en los mercados de la energía y en las emisiones de dióxido de carbono; la posición cada vez más dominante de las empresas petroleras nacionales; y el surgimiento de tecnologías energéticas de baja emisión de carbono. Y aunque los desequilibrios del mercado puedan provocar reducciones temporales en los precios, es cada vez más evidente que la era del petróleo barato ha llegado a su fin. Sin embargo persisten los interrogantes respecto de muchos otros determinantes de políticas clave (sin mencionar otros factores, externos). Esta al alcance de todos los gobiernos, tanto de los países productores como de los consumidores, el emprender una acción individual o colectiva destinada a dotar al mundo de un sistema de energía más limpio, más inteligente y más competitivo. El tiempo apremia y es hora de actuar.

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.

Cover design: IEA. Photo credit: © Maciej Frołow

The Online Bookshop

International Energy Agency



All IEA publications may be bought
online on the IEA website:

www.iea.org/books

You may also obtain PDFs of
all IEA books at 20% discount.

Books published before January 2007
- with the exception of the statistics publications -
can be downloaded in PDF, free of charge
from the IEA website.

IEA BOOKS

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

Fax: +33 (0)1 40 57 67 75

E-mail: books@iea.org

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

CUSTOMERS IN NORTH AMERICA

Turpin Distribution
The Bleachery
143 West Street, New Milford
Connecticut 06776, USA
Toll free: +1 (800) 456 6323
Fax: +1 (860) 350 0039
oecdna@turpin-distribution.com
www.turpin-distribution.com

*You may also send
your order*

to your nearest

OECD sales point

or use

the OECD online

services:

www.oecdbookshop.org

CUSTOMERS IN THE REST OF THE WORLD

Turpin Distribution Services Ltd
Stratton Business Park,
Pegasus Drive, Biggleswade,
Bedfordshire SG18 8QB, UK
Tel.: +44 (0) 1767 604960
Fax: +44 (0) 1767 604640
oecdrow@turpin-distribution.com
www.turpin-distribution.com