



AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA

PERSPECTIVAS SOBRE TECNOLOGÍA ENERGÉTICA

2
0
0
8

En apoyo al Plan de Acción del G8

Resumen

Escenarios y
estrategias
hasta el año
2050

PERSPECTIVAS SOBRE TECNOLOGÍA ENERGÉTICA

2
0
0
8

Escenarios y estrategias hasta el año 2050

El mundo necesita un suministro de energía cada vez mayor para poder sostener el desarrollo y el crecimiento económicos. Sin embargo, los recursos energéticos se encuentran bajo presión y las emisiones de CO₂ ocasionadas por el consumo de energía actual ya amenazan nuestro clima. ¿Con qué opciones contamos para poder disfrutar de un futuro energético más limpio y más eficiente? ¿Cuánto costará? Y ¿qué políticas necesitamos?

Esta segunda edición de *Energy Technology Perspectives (Perspectivas sobre tecnología energética)* trata dichas cuestiones aprovechando los conocimientos expertos de la Agencia Internacional de la Energía y su red de tecnología energética.

Esta publicación responde a la solicitud del G8 a la AIE de ofrecer pautas para los encargados de la toma de decisiones sobre cómo actuar para acercar posiciones entre lo que está ocurriendo y lo que es necesario hacer para dar lugar a un futuro energético limpio, inteligente y competitivo.

El análisis de la AIE demuestra que es posible lograr un futuro energético sostenible y que la clave para ello es la tecnología. Los principales elementos serán una mayor eficiencia energética, la captura y almacenamiento de CO₂, las fuentes renovables y la energía nuclear. Debemos actuar ya si queremos aprovechar las posibilidades de las tecnologías actuales y emergentes y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, con los consiguientes efectos en la seguridad energética y en el medioambiente.

Este trabajo innovador demuestra cómo las tecnologías energéticas pueden marcar la diferencia en una ambiciosa serie de escenarios mundiales hasta el año 2050. El estudio contiene planes tecnológicos relativos a todos los sectores energéticos clave, incluida la generación de electricidad, los edificios, la industria y el transporte. *Energy Technology Perspectives 2008* ofrecen puntos de vista pormenorizados sobre tecnologías y políticas para ayudar a centrar el debate y las disertaciones en los círculos relativos a esta materia.

© 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.

RESUMEN

Introducción

Nos enfrentamos a retos muy serios en el sector de la energía. Está previsto que el crecimiento de la economía mundial se multiplique por cuatro de aquí al año 2050, y podría llegar a multiplicarse por diez en países en desarrollo como China y la India. Estas previsiones prometen ventajas económicas e ingentes mejoras en el nivel de vida, pero también implican un consumo mucho mayor de energía. Las insostenibles presiones sobre los recursos naturales y sobre el medioambiente son inevitables si la demanda de energía no se disocia del crecimiento económico y se reduce la demanda de combustibles fósiles.

La situación empeora. Desde la edición de *Energy Technology Perspectives 2006* (ETP, *Perspectivas sobre tecnología energética*), las emisiones mundiales de CO₂ y la demanda de petróleo han aumentado a un ritmo constante. En un 7% por encima de nuestro pronóstico anterior, las mejores estimaciones actuales, según muestra el escenario base de "seguir actuando como hasta ahora", prevén un aumento del 70% en la demanda de petróleo para el año 2050 y del 130% en las emisiones de CO₂. Esto es, de no producirse un cambio de política y si no hay restricciones importantes en el suministro. De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), un aumento de tal magnitud en las emisiones de CO₂ podría provocar un aumento de las temperaturas medias mundiales de 6° C (nivel de estabilización final), tal vez incluso superior. Las consecuencias serían un importante cambio en todos los aspectos de nuestra vida y un cambio irreversible del entorno natural.

Es necesaria una revolución mundial en las formas de suministro y consumo de energía. Un requisito central es una eficiencia energética mucho mayor. Fuentes renovables, energía nuclear y sistemas de captura y almacenamiento de CO₂ (CCS) deberán desplegarse masivamente y desarrollarse transportes que no emitan carbono. **Se necesita un giro radical de las políticas gubernamentales,** creando de forma notable un nivel superior de certeza política a largo plazo sobre la demanda futura de tecnologías con bajas emisiones de carbono, en las que puedan confiar los encargados de tomar decisiones en la industria. **Niveles de cooperación sin precedentes entre las principales economías también resultarán cruciales,** puesto que se prevé que menos de un tercio de las emisiones mundiales generadas por el "modo de hacer las cosas actualmente" procederán en el año 2050 de países de la OCDE.

En resumen, la **economía energética mundial precisará una transformación** a lo largo de las próximas décadas. El objetivo de este libro es explicar de qué manera. Revisa en profundidad el estado y el pronóstico de las tecnologías energéticas limpias existentes y avanzadas, ofreciendo un **análisis de escenarios** sobre cómo podría marcarse una diferencia gracias a una combinación de dichas tecnologías. Esta edición de *Energy Technology Perspectives* ofrece además **planes de trabajo mundiales de las 17 tecnologías** que, en nuestra opinión, pueden hacer la mayor contribución, mostrando qué acción es necesaria para aprovechar sus posibilidades y cuándo debe hacerse.

Nuestro análisis de escenarios trata exclusivamente sobre emisiones de CO₂ relacionadas con la energía, las cuales representan la mayor proporción en las

emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas. No obstante, el efecto último de la reducción de estas emisiones en el cambio climático dependerá, en cierta medida, de la posibilidad de reducir otras emisiones. Por consiguiente, se incluye un capítulo sobre el metano (otro gas de efecto invernadero importante).

Este análisis aprovecha los modelos creados por la secretaría de la AIE y los conocimientos de su red de colaboración sobre tecnología energética. *Energy Technology Perspectives* complementan al *World Energy Outlook 2007*, tomando el mismo escenario base hasta 2030 y ampliándolo hasta el año 2050. El presente estudio lleva el análisis incluido en la edición 2006 de *Energy Technology Perspectives* a un futuro más lejano, dado el 4º Informe de evaluación del IPCC publicado en noviembre de 2007.

Se presentan varios escenarios diferentes. El conjunto de "Escenarios ACT" del ETP muestra cómo podrían reducirse las emisiones de CO₂ a los niveles actuales para el año 2050. El conjunto de "Escenarios BLUE" tiene como meta una reducción del 50% en las emisiones de CO₂ para el año 2050. Este resumen se centra en un solo escenario de cada grupo: el Mapa ACT y el Mapa BLUE.

Escenarios ACT

Las tecnologías existentes o en fase de avanzado desarrollo pueden reducir las emisiones mundiales de CO₂ a los niveles actuales para el año 2050. Las emisiones tienen que llegar a su máximo entre los años 2020 y 2030. El escenario del Mapa ACT implica la adopción de una amplia variedad de tecnologías con costes marginales de hasta 50¹ USD por tonelada de CO₂ ahorrada, cuando se comercialicen totalmente. Este nivel de esfuerzo afecta profundamente a determinadas actividades energéticas. Duplicaría aproximadamente los costes de generación de una central eléctrica de carbón no equipada con sistema de captura y almacenamiento de CO₂. La cifra de costes duplica la calculada hace dos años en *Energy Technology Perspectives 2006*, lo que refleja principalmente la aceleración en la tendencia de las emisiones de CO₂ y la duplicación aproximada de ciertos costes de ingeniería, en parte debido al descenso del valor del dólar.

Esta tarea es difícil y costosa. Se calcula que serán necesarias inversiones adicionales en el sector energético por valor de 17 billones de dólares, desde ahora hasta el año 2050. Esto supone un promedio en torno a 400.000 millones de USD al año, un equivalente aproximado al producto interior bruto (PIB) de los Países Bajos o a un 0,4% del PIB mundial cada año desde ahora hasta el año 2050.

Escenarios BLUE

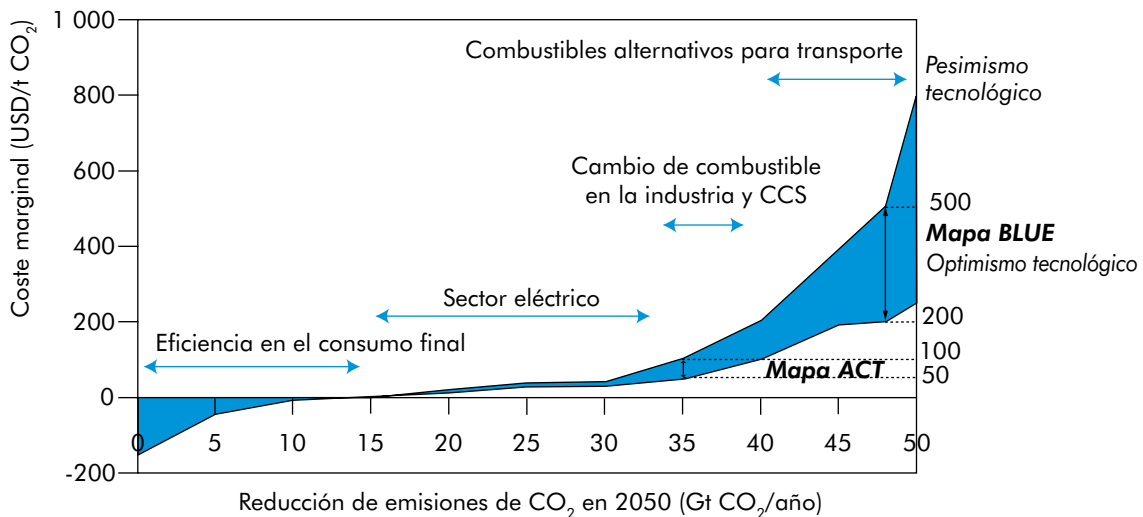
Sin embargo, puede que reducir las emisiones a los niveles de 2005 no sea suficiente. El IPCC ha concluido que deben reducirse las emisiones entre un 50% y un 85% para el 2050, si se quiere frenar el calentamiento global hasta entre 2º C y 2,4º C. Los líderes del G8 acordaron en la Cumbre de Heiligendamm de 2007 considerar seriamente un objetivo global de reducción de las emisiones de CO₂ de un 50%.

1. Todos los costes se encuentran en dólares estadounidenses reales de 2005.

Reducir las emisiones de CO₂ un 50% (desde los niveles actuales) para el año 2050 es un reto difícil. Este escenario implica un cambio de dirección muy rápido. Los costes no sólo son considerablemente superiores, sino mucho más inciertos, puesto que los escenarios BLUE exigen el despliegue de tecnologías que todavía se encuentran en fase de desarrollo, cuyo progreso y éxito último es difícil predecir. **Mientras los escenarios ACT son exigentes, los escenarios BLUE requieren la implantación urgente de nuevas políticas sin precedentes y de gran envergadura en el sector energético.**

De acuerdo con supuestos optimistas sobre el avance de las tecnologías clave, el escenario del Mapa BLUE exige el despliegue de todas las tecnologías, implicando costes de hasta 200 USD por tonelada de CO₂ ahorrada, cuando se comercialicen totalmente. Si el progreso de dichas tecnologías no cumple las expectativas, pueden surgir costes de hasta 500 USD por tonelada. Dentro del margen existente, por lo tanto, el escenario del Mapa BLUE exige tecnologías como mínimo cuatro veces tan costosas como las opciones tecnológicas más caras que se precisan en el caso del Mapa ACT. Sin embargo, el coste *medio* de las tecnologías necesarias en el caso del Mapa BLUE es muy inferior al marginal, encontrándose en el intervalo de entre 38 a 117 USD por tonelada de CO₂ ahorrada. La Figura ES.1 muestra cómo los costes marginales de control del CO₂ en el 2050 aumentan cuando los objetivos en ahorro de CO₂ son mayores que los del Mapa ACT, hasta alcanzar los niveles superiores necesarios para el Mapa BLUE.

Figura ES.1 ► Costes marginales de reducción de las emisiones para el sistema energético global, 2050



Las necesidades de inversión adicional según el escenario del Mapa BLUE son de 45 billones de USD durante el período hasta el año 2050.

Abarcan I+D adicional, una inversión superior en despliegue de tecnologías aún no competitivas para el mercado (incluso con incentivos en materia de CO₂), así como una inversión comercial en opciones con bajas emisiones de carbono (estimuladas por incentivos en materia de CO₂). El total es de aproximadamente 1,1 billones de USD por año. Esta cifra equivale aproximadamente al PIB actual de Italia. Representa una media aproximada del 1,1% del PIB mundial cada año desde ahora hasta 2050. Este gasto refleja una nueva orientación de la actividad económica y del empleo, pero no necesariamente una reducción del PIB. Aunque habrá impactos sobre el PIB global, éstos resultan difíciles de predecir y están fuera del alcance del presente análisis.

Ventajas de la inversión

Aunque las inversiones adicionales necesarias tanto en los escenarios ACT como BLUE son una medida de la tarea que queda por delante, no representan los costes netos. Esto se debe a que todas las inversiones tecnológicas en eficiencia energética, en muchas fuentes renovables y en energía nuclear reducen los requerimientos de combustibles. **Tanto en los escenarios ACT como en los BLUE, consideramos que el ahorro en los costes de combustible no descontado para carbón, petróleo y gas durante el período comprendido hasta el año 2050 es superior a la inversión adicional que se precisa en tecnología** (valorando estos combustibles a los precios del escenario base). Si descontamos el 3%, el ahorro de combustible supera las necesidades adicionales de inversiones del escenario del Mapa ACT, pero no de los escenarios BLUE. Si descontamos el 10%, se producen necesidades de inversión adicionales que superan los ahorros de combustible tanto de los escenarios ACT como BLUE.

Por supuesto, algunas inversiones son muy rentables, en especial en lo que se refiere a eficiencia energética. Por el contrario, en el nivel de costes máximo del rango necesario en el caso de los escenarios BLUE, algunas inversiones sólo resultan económicas de existir un elevado incentivo para la reducción de emisiones de CO₂. Sin embargo, no todas las inversiones necesarias reducen los costes de los combustibles. La inversión en CCS *aumentará* la cantidad de carbón necesaria para una producción eléctrica dada, debido a la reducción de la eficiencia de la central eléctrica.

Un mercado del petróleo más equilibrado

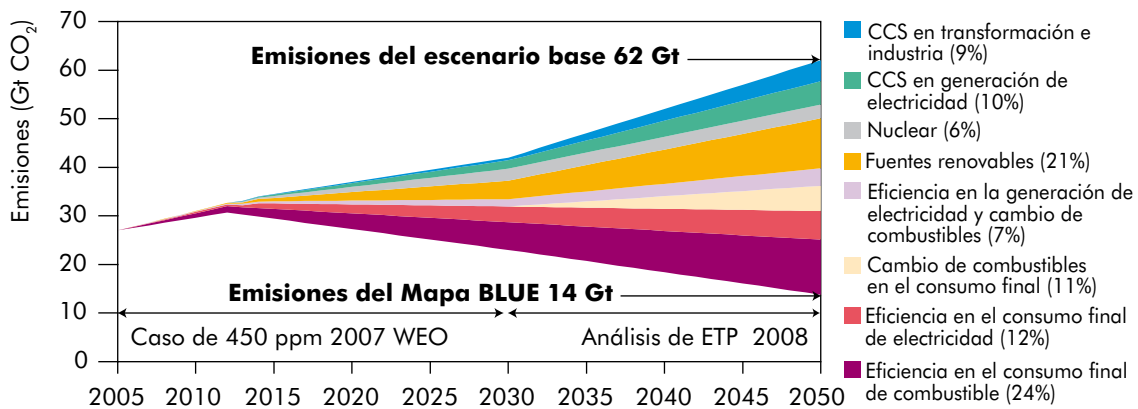
Además de las ventajas para el medioambiente, los escenarios ACT y BLUE también muestran un pronóstico más equilibrado de los mercados del petróleo. En el escenario del Mapa ACT, la demanda de petróleo sigue creciendo. Aumentará un 12% hasta el año 2050, lo cual es muy inferior a los niveles registrados en el escenario base. El escenario del Mapa BLUE muestra una diferencia mucho más marcada, con una demanda de petróleo un 27% inferior a la actual para el año 2050. No obstante, en todos los escenarios, se necesitarán inversiones masivas en el suministro de combustibles fósiles durante las próximas décadas.

La revolución tecnológica

Tanto en los escenarios ACT como BLUE, **las mejoras de la eficiencia energética en los edificios, los electrodomésticos, el transporte, la industria y la generación de electricidad representan los ahorros de mayor nivel y menos costosos.** A continuación, en cuanto a nivel de importancia, se encuentran medidas para **descarbonizar la generación de electricidad.** Esto se puede lograr mediante una combinación de energías renovables, energía nuclear y del uso de CCS en centrales de combustibles fósiles. Sea cual sea el objetivo final, se necesitan acciones urgentes en todos esos ámbitos. Es especialmente importante evitar que se establezca el uso de tecnologías ineficientes durante las próximas décadas. En el escenario del Mapa BLUE, habrá que desplegar opciones de coste superior, como los sistemas **CCS en la industria y combustibles de**

transporte alternativos. La Figura ES.2 muestra las fuentes de ahorro de CO₂ en el escenario del Mapa BLUE, en comparación con el escenario base. Los políticos deberían recordar que normalmente se necesitan amplios plazos para implantar cambios y que las prioridades de cada país variarán en función de las circunstancias nacionales. Reducir las emisiones de metano del sector energético también es una parte importante de la estrategia general sobre cambio climático, ya que ofrecen importantes oportunidades de reducción de los gases de efecto invernadero rentables a corto plazo.

Figura ES.2 ► Comparación del caso 450 ppm del World Energy Outlook 2007 y del escenario del Mapa BLUE, 2005-2050



Edificios y electrodomésticos

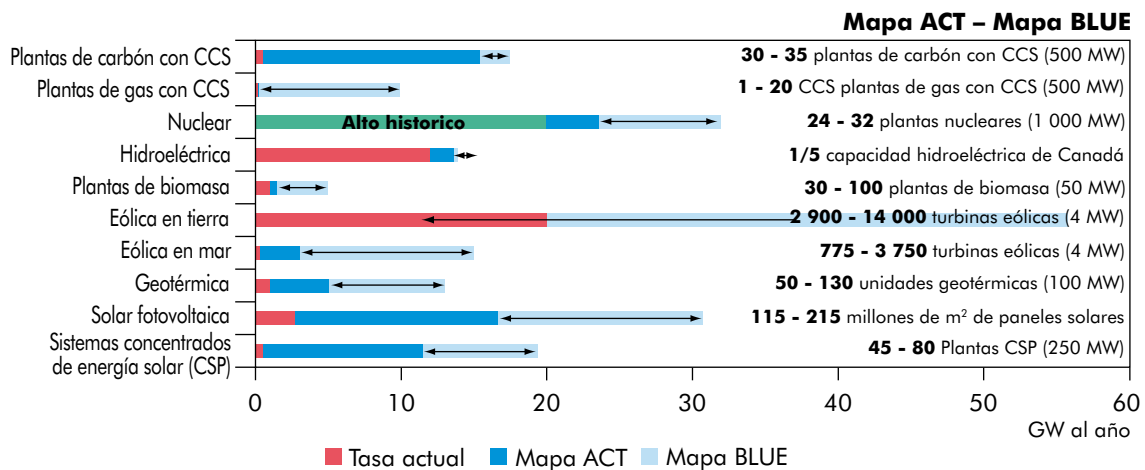
Los escenarios ACT pueden transformarse en una realidad utilizando tecnologías en los edificios y los electrodomésticos que ya se encuentran disponibles y son económicamente viables en cuanto a coste y vida útil. Sin embargo, los escenarios BLUE exigen tecnologías nuevas y emergentes; en algunos casos, se necesitarán tecnologías que sólo son rentables con costes de reducción de CO₂ relativamente elevados, al menos cuando se despliegan de forma inicial. La conversión generalizada a edificios de muy bajo consumo e incluso a un consumo "cero" forma parte de este escenario. **Las implicaciones políticas relativas a los estándares de eficiencia para edificios y electrodomésticos son enormes.** Una combinación de medidas para la cubierta de edificios, bombas de calor, calefacción solar e iluminación y electrodomésticos enormemente eficientes reduce las necesidades de energía en los edificios, además de cambiar el uso de combustibles fósiles por energías renovables y electricidad con bajas emisiones de carbono. Se necesita una inversión adicional de 7,4 billones de USD en edificios residenciales y del sector servicios para el Mapa BLUE, frente a los 2,6 billones de USD para los escenarios del Mapa ACT.

El sector eléctrico

La captura y almacenamiento de CO₂ en la generación de electricidad y la industria es la tecnología nueva más importante para lograr ahorros de emisiones de CO₂ en los escenarios del Mapa ACT y del Mapa BLUE, en los cuales representa un 14% y un 19% del ahorro total de CO₂, respectivamente. El Mapa BLUE incluye aplicaciones de CCS de coste superior para centrales eléctricas de gas y para la industria. **Existe un cambio masivo hacia las energías**

renovables para la generación de electricidad, en especial, la eólica, la fotovoltaica, la concentración de energía solar y la biomasa. Para el año 2050, un 46% de la energía mundial del escenario del Mapa BLUE procede de fuentes renovables. La aplicación de todas las tecnologías renovables combinadas, a todos los sectores, representa un 21% del ahorro de CO₂ en el escenario del Mapa BLUE respecto al escenario base. Un giro sustancial hacia la energía nuclear contribuye en un 6% al ahorro de CO₂, basándose en la construcción de 32 GW de capacidad anual hasta el año 2050. La energía nuclear representa casi un cuarto de la generación de electricidad en el Mapa BLUE y la hidrológica la mitad de esto, aprovechando la importante función que desempeñan ya ambas tecnologías en el escenario base. La Figura ES.3 ilustra las tasas anuales a las que se necesitaría aumentar la capacidad de generación de electricidad en cada escenario.

Figura ES.3 ▶ **Inversión adicional en el sector de la electricidad en los escenarios del Mapa ACT y BLUE, 2005-2050**



Se consideran una amplia variedad de escenarios para la generación de electricidad, a partir de los cuales se puede ver que **existe una flexibilidad considerable para que cada país elija qué combinación concreta de CCS, fuentes renovables y tecnología nuclear utilizará para descarbonizar el sector eléctrico.** La inversión adicional total en el sector eléctrico (excluyendo la transmisión y la distribución) asciende a 0,7 billones de USD en el escenario del Mapa ACT y 3,6 billones de USD en el escenario del Mapa BLUE. Estas cifras son el resultado neto de combinar mayores costes de capital por unidad de capacidad con una reducción de una quinta parte en la producción de electricidad debido a los ahorros de electricidad en el consumo final. **En los escenarios BLUE, se produce una retirada inicial de capital,** por ejemplo, un tercio de todas las plantas de carbón no aptas para la implantación de CCS tendrán que cerrar antes de que finalice su vida técnica. Se reconoce que este será un gran paso para los países que dependen enormemente del carbón, pero será necesario y precisará de una cuidadosa gestión.

Transporte

En el escenario del Mapa ACT, se ahorra considerablemente energía y emisiones en el sector del transporte, a través de **mejoras importantes en la eficiencia de vehículos convencionales** y a través de una mayor penetración de los híbridos. En este sentido, son importantes los biocombustibles con bajo efecto en las emisiones

de dióxido de carbono, sobre todo como sustitutos de la gasolina. Resulta esencial frenar la actual tendencia a comprar vehículos más grandes y más pesados.

El escenario del Mapa BLUE presenta grandes retos para el sector del transporte exigiendo que se descarbonice este sector, lo cual probablemente será una opción más **costosa** en un sector dominado hasta el momento por los derivados del petróleo y los motores de combustión interna. Se espera que los biocombustibles con bajos contenidos en carbono desempeñen una función significativa en el escenario del Mapa BLUE, dentro de los límites de una producción y cosechas sostenibles. El transporte por carretera, mar y aire es el principal usuario de biocombustibles, puesto que otras opciones sin hidrocarburos podrían ser muy caras de aplicar a estos modos de transporte. Aunque las pilas de combustible de hidrógeno y las baterías eléctricas son las alternativas principales para los coches, es difícil juzgar en este momento cuál de estas tecnologías (o combinación de ellas) será la más competitiva. Según supuestos bastante optimistas sobre el progreso tecnológico y las reducciones de costes, se prevé que los vehículos eléctricos y de pilas de combustible cuesten 6 500 USD más en 2050 que los vehículos convencionales. Según el escenario del Mapa BLUE, para el año 2050, tendrá que haber en las carreteras casi mil millones de vehículos eléctricos y de pilas de combustible. El transporte representa el área de inversión individual más amplia de los escenarios. La inversión adicional necesaria en el transporte asciende a 33 billones de USD en el Mapa BLUE y 17 billones de USD en el Mapa ACT.

Industria

Directa o indirectamente, la industria de manufactura representa más de un tercio del consumo de energía mundial y de las emisiones de CO₂. Las industrias del hierro y el acero, así como del cemento representan aproximadamente la mitad de las emisiones de la industria; los productos químicos y petroquímicos son las otras grandes fuentes. La industria pesada ha ganado en eficiencia energética en los últimos años, guiada por la necesidad de gestión de los costes de la energía. Sin embargo, existen importantes posibilidades de aumentar la eficiencia, sobre todo en industrias menos consumidoras, principalmente a través de sistemas de motores más eficientes y la combinación del calor y la electricidad. También existen posibilidades de avances tecnológicos específicos de cada industria y para la aplicación de CCS.

Reducir considerablemente las emisiones de CO₂ en la industria es difícil. En el escenario del Mapa ACT, las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía procedentes de la industria son 63% más elevadas en 2050 que en el año 2005. En el escenario del Mapa BLUE, son 22% inferiores al nivel actual, lo que refleja ampliamente la aplicación generalizada de CCS en plantas grandes con un elevado consumo. Los ahorros directos e indirectos de CO₂ en el escenario del Mapa BLUE son sustanciales, con casi 10 Gt de CO₂ por año. El escenario del Mapa BLUE precisa de una inversión adicional respecto al escenario base de 2,5 billones de USD en la modernización de plantas industriales (principalmente en los sectores del acero, el cemento y la pulpa) y un mayor despliegue de CCS.

Tendencias en cuanto a eficiencia energética

Se necesitan grandes mejoras respecto a las tendencia reciente de la eficiencia energética. Recientemente, la eficiencia energética en los países de la OCDE tan sólo ha mejorado por debajo de un 1% anual. Esto supone un fuerte

descenso de la tasa lograda en los años inmediatamente posteriores a las crisis de los precios del petróleo de principios de la década de los setenta. El escenario del Mapa ACT requiere mejoras sostenidas de la eficiencia energética global de un 1,4% anual y el escenario del Mapa BLUE demanda un 1,7%. Aunque estas diferencias porcentuales pueden parecer pequeñas, la diferencia de 0,3 puntos porcentuales entre los resultados del Mapa ACT y el Mapa BLUE se deriva en un ahorro final adicional de energía de 1.544 Mtoe en el año 2050 (un 20% del consumo mundial actual de energía).

Investigación, desarrollo y demostración

Algunas de las tecnologías necesarias para los escenarios BLUE todavía no se encuentran disponibles. Muchas otras precisan de mejora y reducción de costes. Por lo tanto, se necesitará un ingente esfuerzo en investigación, desarrollo y demostración. Si embargo, el gasto del sector público y privado en I+D+D en el sector energético ha descendido respecto a los niveles registrados en la década de los setenta y los ochenta, habiéndose estabilizado en un nivel relativamente bajo. La mayoría de los países de la OCDE gastan menos de un 0,03% del PIB. La excepción es Japón, que gasta un 0,08%. Actualmente, el gasto de I+D+D en energía del sector privado supera ampliamente el del sector público. Aunque resulta difícil establecer los detalles, estudios independientes han sugerido la necesidad de multiplicar por entre dos y diez el nivel actual de I+D+D del sector público. No fijamos ningún objetivo específico, pero está claro que **se necesita una aceleración importante del esfuerzo en I+D+D** para que aparezcan nuevas tecnologías y para reducir los costes de las que ya están disponibles. **Se necesitan otros avances y soluciones de menor coste para tecnologías críticas como la solar fotovoltaica, las plantas de carbón avanzadas, los biocombustibles avanzados, la captura de CO₂, las baterías eléctricas o las pilas de combustible e hidrógeno.** Incluso con grandes aumentos, el coste de I+D es relativamente modesto (normalmente un orden de magnitud inferior) al de programas de despliegue y demostración a escala total. **Un I+D en energía bien dirigido representa una excelente rentabilidad.**

El apoyo gubernamental para la demostración a mayor escala de nuevas tecnologías que reduzca los riesgos de la primera fase de comercialización, también es necesario. **Existe una necesidad urgente de demostración a escala total de plantas de carbón con sistemas CCS.**

La ciencia básica en ámbitos como la geología, la física, la química, los materiales, la bioquímica, la nanotecnología y las matemáticas aplicadas puede dar lugar a avances decisivos en áreas críticas. **Mejorar la base científica y sus vínculos con la tecnología es esencial.**

Despliegue y aprendizaje tecnológico

La mayoría de las nuevas tecnologías tienen costes superiores a los de las preexistentes. Sólo a través del *aprendizaje tecnológico* como resultado del despliegue en el mercado, pueden reducirse estos costes y adaptar el producto al mercado. **Los gobiernos deben mejorar sus programas de despliegue.** Las energías renovables de segunda generación, por ejemplo, la solar y los biocombustibles, están entre las tecnologías con mayor potencial. En el escenario del Mapa ACT, calculamos que es

necesario gastar 2,8 billones de USD hasta el año 2050 en los costes adicionales (por encima del valor de mercado) de despliegue de la nueva tecnología. En el caso del escenario del Mapa BLUE, la cifra es de 7 billones de USD.

Normativa

Las barreras para el despliegue de nuevas tecnologías no siempre son rentables. Para superarlas, normalmente, las medidas políticas más eficaces son normativas y estándares cuidadosamente diseñados. **Rígidamente normativas sobre eficiencia en edificios, electrodomésticos y vehículos serán necesarias en todos los escenarios.** Tanto en los países desarrollados como en aquellos en desarrollo, mejorar la normativa sobre eficiencia y fortalecer su aplicación suelen representar opciones políticas rentables y atractivas para la acción inmediata. Un elemento decisivo para el éxito de los escenarios BLUE será la aceptación pública de los estándares necesarios para lograr edificios de bajo y ningún consumo energético y para multiplicar por cuatro el descenso en la intensidad de CO₂ de los vehículos.

Incentivos

La inversión del sector privado es (y seguirá siendo) el factor principal para facilitar el despliegue y difusión de tecnología. La AIE ha debatido las implicaciones de los escenarios BLUE y ACT con responsables ejecutivos de tecnología de 30 empresas internacionales líderes. **Estas resaltaron la urgente necesidad de diseñar e implantar una serie de medidas políticas que generarán incentivos económicos claros, predecibles y a largo plazo para la reducción de CO₂ en el mercado.** Sólo de esta forma, se capacitará a la empresa para acometer los programas de enorme inversión necesarios.

Este análisis no trata de especificar los mecanismos que se necesitarán, al reconocer que esto es en cierta medida objeto de las negociaciones en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En el caso de los escenarios ACT, hemos calculado que dichos mecanismos tendrán que ser suficientes para incentivar tecnologías que, cuando se comercialicen por completo, tendrán un coste marginal de 50 USD por tonelada de CO₂ ahorrada. En el caso BLUE, la cifra es de al menos 200 USD por tonelada de CO₂ ahorrada y podría ser de hasta 500 USD si el avance de las tecnologías clave resulta decepcionante. Los incentivos han de aplicarse globalmente en todas las principales economías, a través de una serie de medidas políticas.

Los incentivos no tienen que ser necesariamente uniformes con el mismo valor para todas las tecnologías. En especial, en los escenarios BLUE, **podría ser pertinente contar con programas específicos para las tecnologías más caras.** Se deben implantar paquetes de medidas, que podrían adoptar varias formas, para los países de la OCDE de aquí a 2020 y para otros países principales de aquí a 2030. Los escenarios BLUE asumen una mayor urgencia tras estas fechas. Para lograr un impacto total y para que se produzca una transición sin problemas es esencial que se establezca claramente de antemano las expectativas en cuanto a objetivos e incentivos.

Opinión pública

Los gobiernos tendrán que liderar la opinión pública, realizando la conexión entre la urgente necesidad de tratar el cambio climático (reconocida de forma general) y los proyectos específicos necesarios, que suelen encontrarse con la oposición pública.

Ni los escenarios ACT ni los BLUE pueden lograrse sin un importante giro en las prioridades. En los escenarios BLUE, **esto debe ser radical y urgente.**

Avance en colaboración internacional

La colaboración internacional resulta esencial para acelerar el desarrollo y el despliegue global de tecnologías energéticas sostenibles de la manera más eficaz. Ya existe una red para esto. La propia AIE tiene con diferencia la red más completa, en la que miles de expertos en tecnología de todo el mundo coordinan sus programas de tecnología energética. Los programas de tecnología energética de la UE, Asia Pacific Partnership, Carbon Sequestration Leadership Forum, Biofuels Partnership y la International Partnership for a Hydrogen Economy, el Generation IV International Forum, así como la Global Nuclear Energy Partnership son otros ejemplos importantes. **Estas redes precisan de un fuerte liderazgo internacional de los políticos a nivel ejecutivo.**

Este libro ofrece los primeros intentos de generar planes de trabajo mundiales en relación con tecnologías energéticas clave. Hemos identificado 17 tecnologías clave para la eficiencia energética, la generación de electricidad y el transporte. Son las claves de la revolución en materia de tecnología energética. Describimos las acciones necesarias para aprovechar sus posibilidades. Son específicas de cada tecnología y dependen, en parte, de su actual estado de desarrollo. Dichos planes pueden resultar especialmente útiles ofreciendo pautas sobre qué nivel de desembolso debería solicitarse a cada sector y tecnología, así como si este proceso se encuentra ya en el buen camino. **Un mayor desarrollo de dichos planes de trabajo en virtud de pautas internacionales, reuniendo los programas de tecnologías energéticas de las principales economías, y en estrecha consulta con el sector, puede ofrecer el enfoque para una colaboración internacional mucho más estrecha, necesaria para lograr una revolución de la tecnología energética global.** La AIE está lista para respaldar dicho esfuerzo y lograr un futuro energético sostenible.

Tabla ES.1 ▶ Planes de trabajo claves de este estudio

Oferta	Demanda
<ul style="list-style-type: none"> ■ CCS en la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles ■ Plantas de energía nuclear ■ Eólica en tierra y mar ■ Gasificación integrada en ciclo combinado de biomasa y co-combustión ■ Sistemas fotovoltaicos ■ Concentración de energía solar ■ Carbón: gasificación integrada en ciclo combinado ■ Carbón: ultra supercrítica ■ Biocombustibles de segunda generación 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eficiencia energética en edificios y electrodomésticos ■ Bombas de calor ■ Calentamiento de espacios y agua por energía solar ■ Eficiencia energética en el transporte ■ Vehículos eléctricos y enchufables ■ Vehículos de pilas de combustible y H₂ ■ CCS en la industria, H₂ y transformación de combustibles ■ Sistemas de motores industriales

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
oeedna@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
oeedrow@turpin-distribution.com
www.turpin-distribution.com

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 veintisiete 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, Portugal, el Reino Unido, la República Checa, la República de Corea, Suecia, Suiza y Turquía. Polonia ingresará probablemente en la Agencia en 2008. 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>