

06

ENERGÍA

El Desafío de la Demanda

FUNDACIÓN DE LA INNOVACIÓN **BANKINTER**





High performance. Delivered.

La Fundación Accenture colabora con la Fundación **Bankinter** en la realización de este estudio del Future Trends Forum (FTF) y ayuda en la difusión de los trabajos de este líder de opinión independiente sobre prospectiva e innovación. En este sentido, la compañía consultora pone a disposición del FTF todo su patrimonio de conocimiento y dilatada experiencia para hacer de las empresas e instituciones organizaciones de alto rendimiento.

Agradecimientos



Nuestro especial agradecimiento a todos los miembros del Future Trends Forum (FTF) que han hecho posible el éxito de nuestra última reunión, especialmente a aquéllos que han participado activamente en la realización de esta producción:

En la Organización y metodología de la reunión del FTF:

D. Christopher Meyer.
D. José Ignacio Ríos.

Por su participación como ponentes en la reunión:

D. Andrei Marcu.
D. Carlos Torres
D. Dennis Campbell.
D. DK Matai.
D. Eduardo González.
D. John Derrick.
D. John Wilson.
D. Julian West.
D. Miguel Salís.
D. Napier Collyns.
D. Paul Van Riper.
D. Piers Corbyn.
D. Theodore Stout.

Nuestro agradecimiento al Club Español de Energía, especialmente a su Director, D. José Luís Martínez, por su inestimable colaboración en la organización de la VI reunión del Future Trends Forum (FTF).



Nuestra especial gratitud a Repsol por ser uno de los patrocinadores de la VI reunión del Future Trends Forum (FTF).



Además, también nuestro sincero reconocimiento a las personas del equipo, por su compromiso y buen hacer en el desarrollo del contenido de esta publicación:

Bankinter:

D. Gorka Hermoso Pulido.

D.^a Julie Slama.

D.^a Marcelina Cancho Rosado.

Accenture:

D.^a Berta Merelles Artiñano.

D. Héctor Muñoz Vara.

D.^a Silvia Cortés Gil.

Muchas gracias.

Fundación de la Innovación **Bankinter**.

Indice

Agradecimientos	2
Resumen Ejecutivo	7
1.- Introducción	12
2.- Visión general de la situación actual	16
2.1. Visión general de la situación actual	16
2.2. Principales fuentes de energía: combustibles fósiles	25
3.2.1. Petróleo	25
3.2.2. Gas natural	32
3.2.3. Carbón	35
2.3. Otras fuentes de energía alternativas	39
2.3.1 Energía nuclear	39
2.3.2 Energías renovables	41
3.- Desafíos y aspectos energéticos	
3.1. Desafíos energéticos	47
3.2. Diferentes aspectos energéticos	50
3.2.1. Energía y economía	51
3.2.2. Energía y política	61
3.2.3. Energía y sociedad	66
3.2.4. Energía y medio ambiente	72
3.2.5. Energía y tecnología	81
4.- La visión del FTF ante los desafíos energéticos	88
4.1. La producción y el consumo energético: perspectivas de futuro	88
4.2. Escenarios	98
4.3. Oportunidades empresariales	106
4.4. Influencia del sector público	114
4.5. Medio ambiente	126
4.6. Notas finales	135

5.- Apéndices	139
5.1. Miembros del FTF	139
5.2. Glosario	144
5.3. Nuevas tecnologías aplicables a la energía	151
5.4. Bibliografía	158

Resumen ejecutivo



El problema energético

A lo largo de la Historia, la humanidad siempre busca recursos que hagan la vida cotidiana más cómoda, saludable y agradable. En esta búsqueda el descubrimiento de nuevas fuentes de energía juega un papel importante en el desarrollo de la sociedad. Cada sociedad construye un sistema energético que le es propio y que depende, en parte, de las características del medio natural y de los conocimientos de la época. Hoy día el modelo energético depende casi en su totalidad de los combustibles fósiles lo que pone en peligro el desarrollo de la sociedad por la finitud de estas fuentes de energía y las repercusiones que su explotación tiene para el medioambiente.

La demanda de energía podría duplicarse o triplicarse a medida que la población aumente y los países en desarrollo expandan sus economías, incorporando nuevas regiones al desarrollo económico y consecuentemente al consumo de energías modernas.

Asegurar el abastecimiento energético y respetar el medio ambiente son **desafíos** que tanto empresas como gobiernos y cada uno de los ciudadanos se enfrentan actualmente. Intensificar el comercio internacional de energía, diversificar las fuentes de suministro o animar a la sociedad a ser más eficiente energéticamente son algunas de las medidas que se han definido para mantener el equilibrio entre oferta y demanda.

En definitiva, la superación de ambos desafíos energéticos tiene que ser abordada de forma simultánea desde diferentes ámbitos de actuación: económico, político, social, medioambiental y tecnológico.

La energía guarda una estrecha relación con *aspectos económicos*. El posible agotamiento de los combustibles fósiles puede causar un aumento de la volatilidad de los precios de la energía y por tanto una disminución del crecimiento económico mundial y un aumento de la inflación. El coste y disponibilidad de la energía, por tanto, va a marcar el desarrollo económico y va a motivar la entrada de nuevas inversiones que faciliten la transición hacia la sostenibilidad energética.

La *política* es otro aspecto que va a tener una destacada incidencia en la energía. Por un lado, tiene una dimensión interna que se materializa a través de diferentes instrumentos regulatorios en manos de los gobiernos: fiscalidad, incentivos, sanciones ante comportamientos no deseados, etc. Por otro lado, no se puede olvidar la importancia de las relaciones geopolíticas estables que minimizarán los riesgos de dependencia energética manteniendo el suministro seguro.

La *implicación social* en el problema energético es clave en la consecución de una energía limpia y eficiente. La concienciación de la sociedad debe marcar el primer paso hacia un sistema energético sostenible.

Mis notas

Por último el aspecto medioambiental por el impacto negativo que el consumo energético tiene en él y el aspecto tecnológico de la energía por tener la llave para una definitiva superación de los desafíos deben ser tenidos muy en cuenta si se quiere resolver el problema energético antes de que las peores consecuencias del modelo actual impacten en la sociedad.

Conclusiones del Future Trends Forum sobre el impacto de la energía

Encontrar la manera de asegurar el abastecimiento energético para países desarrollados y en vías de desarrollo, un mayor uso de energías renovables, proteger el medio ambiente mediante fuentes de energía limpias, etc. son a priori lo que podríamos esperar en los próximos años por la trascendencia del problema al que nos enfrentamos, pero las tendencias muestran que la situación actual se prolongará en el tiempo.

Los combustibles fósiles continuarán dominando el panorama energético alentados por el consumo masivo de países en vías de desarrollo y la actual dependencia energética de los países desarrollados. Las energías renovables, según todas las previsiones, seguirán ocupando una parte muy reducida del mix energético. De hecho los expertos del FTF opinan que esta situación se seguirá dando hasta que un encarecimiento del petróleo y el gas natural provoque un cambio en el uso más eficiente de la energía por parte de la sociedad y un mayor protagonismo de las energías renovables.

Este cambio vendrá de la mano de una creciente preocupación medioambiental, nuevas inversiones en tecnologías limpias y eficientes y una mayor regulación del sector público. De hecho, los gobiernos e instituciones nacionales, supranacionales e internacionales van a tener un papel preponderante en el giro hacia una mayor eficiencia del consumo energético de la sociedad, iniciarán el impulso hacia el cambio intentando anticiparse a una situación energética más crítica.

Los expertos establecen la llegada de la sostenibilidad energética a través de nuevos adelantos tecnológicos si bien existe una gran incertidumbre acerca de cuándo se desarrollarán tecnologías capaces de resolver el problema energético. En definitiva, hay varios escenarios que se solaparán en el tiempo y que llevarán hacia un cambio aunque los plazos son difíciles de estimar como se verá en profundidad en la publicación.

Sin embargo, toda esta situación también tiene una lectura muy positiva y es que existen nuevas oportunidades de negocio como consecuencia de la búsqueda de la eficiencia energética en todos los sectores. El transporte o la construcción de instalaciones residenciales y comerciales son algunos de los sectores donde los expertos del FTF han identificado una mayor oportunidad de negocio para el inversor, pero no serán los únicos, ya que las necesidades de energía están presentes en todas las ramas de actividad.

Por otra parte, y como la historia ha demostrado, es ante situaciones de crisis o de gran necesidad cuando los procesos innovadores tienen una mayor presencia. Así, los expertos del FTF destacan que la innovación es la principal reacción que existirá ante un incremento desmesurado del precio de los combustibles fósiles.

En conclusión, la superación de los desafíos energéticos a los que nos enfrentamos en la actualidad se dará exclusivamente con la implicación y el tratamiento de los diferentes aspectos que influyen en la energía y su impacto en la sociedad dependerá de la inversión empresarial, la regulación gubernamental y la gestión medioambiental.

Fundación de la Innovación **Bankinter**

1

CAPÍTULO 1

Introducción

1

Introducción



La sociedad de hoy día vive inmersa en un mundo cambiante en el que la capacidad de adaptación es fundamental. Por este motivo, el análisis de las repercusiones de nuevas tendencias nos llevará a un mejor entendimiento y adaptación que nos permita minimizar el impacto negativo de tal cambio y maximizar las oportunidades de negocio que de él se deriven.

Bankinter creó la **Fundación de la Innovación Bankinter** con el fin de establecer una actitud innovadora en el tejido empresarial que permitiera actuaciones en el presente para poder aprovecharse del futuro. Un proyecto ambicioso e innovador que Bankinter pone a disposición de la sociedad para estimular la creación de oportunidades empresariales basadas en un cambio coyuntural. Un proyecto que cuenta con prestigiosos miembros y que persigue, asimismo, reforzar el compromiso de Bankinter con la sociedad.

El principal proyecto de la **Fundación de la Innovación Bankinter** es el Future Trends Forum (FTF), escaparate de la cultura de Bankinter: innovación y compromiso con la vanguardia. Un foro compuesto por consagrados expertos de distintas áreas del conocimiento, eminentes científicos e intelectuales a nivel internacional. Un foro cuyos distinguidos miembros buscan anticiparse al futuro inmediato detectando las próximas tendencias económicas, políticas, sociales y tecnológicas que repercuten en diferentes sectores y determinando las conclusiones que deben ser divulgadas a la sociedad.

El FTF basa su metodología en tres pilares: multidisciplinariedad, neutralidad y globalidad. Con ello se desea transmitir la objetividad de un foro que ha sido enriquecido por diferentes puntos de vista y que no se ve sesgado por intereses de ningún tipo.

Mis notas

Los miembros del FTF proponen libremente, votan y finalmente deciden el tema que será debatido posteriormente en profundidad. El resultado final de cada uno de estos procesos es la divulgación a los empresarios, profesionales, altos directivos y empresas e instituciones de las conclusiones de esta labor de prospección. Esta divulgación se lleva a cabo a través de distintas conferencias, que recorrerán las principales capitales españolas, y mediante esta publicación.

En esta nueva publicación se presentan los análisis que el FTF, junto con Accenture como colaborador principal, ha desarrollado sobre el problema energético al que nos enfrentamos en el corto plazo. Para ello, el documento incluye como capítulos principales "Contexto y situación actual", en el que se muestra detalladamente en qué estado se encuentran las diferentes fuentes de energía hoy día; "Desafíos y aspectos energéticos", en el que se analizan las raíces

del problema energético derivado de la situación presentada en el capítulo anterior y sus implicaciones en los diferentes aspectos que envuelve la energía; y, por último, "La visión del FTF ante los desafíos energéticos", en el que los expertos exponen sus conclusiones sobre el escenario futuro de la energía y los impactos más probables tanto económicos, políticos y medioambientales que se generarán durante el proceso de superación de los desafíos.

La **Fundación de la Innovación Bankinter** espera una vez más que esta nueva publicación sirva de fuente de conocimiento, pero, ante todo, de estímulo y orientación a profesionales y empresarios de distintos sectores que, en cierta medida, se ven o se verán fuertemente influidos por el problema de la energía en el escenario de todos los mercados del mundo.

2

CAPÍTULO 2

Contexto y situación actual

2

Contexto y situación actual



La situación actual de la energía viene marcada por una incesante demanda y una oferta energética que cubre las necesidades, a pesar de que parece que le cuesta mantener este ritmo creciente. El panorama al que nos enfrentamos es poco alentador ante unas perspectivas de consumo no sostenibles con la actual producción energética.

El consumo energético sigue una tendencia alcista a ritmos insostenibles como consecuencia del continuo crecimiento de la economía y la población mundiales. Disponer de energía primaria abundante y barata basada en combustibles fósiles ha permitido tales crecimientos, pero la actual tendencia de escasez de oferta energética rentable hace que nos enfrentemos a una nueva situación y a un posible freno de este crecimiento.

En este capítulo se expone una descripción de la situación energética actual, que está basada esencialmente en los combustibles fósiles, aunque no se puede ignorar la existencia de otras fuentes de energía alternativas que se pretenden potenciar.

2.1. Visión general de la situación actual

Definición y antecedentes

La energía se define como la capacidad para realizar un trabajo. Desde el punto de vista económico, también se hace referencia a la energía como un recurso natural y a la tecnología asociada para explotarlo y hacer un uso industrial o económico de él.

Mis notas

Hace poco más de un siglo, las principales fuentes de energía eran la fuerza de los animales y de los hombres, y el calor obtenido al quemar la madera. El ingenio humano también había desarrollado algunas máquinas con las que aprovechaba la fuerza hidráulica para moler los cereales o preparar el hierro en las ferrerías, o la fuerza del viento en los barcos de vela o los molinos de viento. Sin embargo, la gran revolución vino con la máquina de vapor y, desde entonces, el gran desarrollo de la industria y la tecnología ha cambiado drásticamente las fuentes de energía que mueven la sociedad moderna.

En la tabla 1 se pueden observar las principales innovaciones tecnológicas relacionadas con el desarrollo energético y su impacto en relación con las fuentes de energía en la historia de la humanidad.

Años atrás	Innovación tecnológica	Impacto
2.000.000	Caza	Carne como alimento
400.000	Fuego conservado	Ampliación de cazaderos
10.000	Fuego encendido	Idem
6.000	Agricultura y ganadería	Producción de alimentos
2.000	Molino de agua	Energía hidráulica
1.000	Herrería hidráulica / Molino de viento	Nueva agricultura, basada en el uso extensivo del hierro
500	Navegación ultramarina	Ampliación de la zona de explotación
200	Carbón de coque / Máquinas de vapor	Acceso masivo a los recursos fósiles
130	Destilación de keroseno	Incorporación del petróleo
50	Fisión controlada	Energía nuclear
25	Gasoductos transcontinentales	Incorporación del gas

Tabla 1: Innovaciones tecnológicas y su impacto en la historia de fuentes energéticas.

Fuente: "Energía e Historia: pocos recursos y muchos residuos".
José Eduardo Mohedano Córdoba.

La historia de la energía se puede describir, de manera simplificada, pero bastante aproximada, sobre la base de estados estacionarios, separados por crisis transitorias, que evolucionan impulsados por las necesidades energéticas.

Parece que el crecimiento de la parte útil extraída de los recursos va acompañado, inevitablemente, de un crecimiento mayor del consumo de recursos. No cabe duda de que en la energía siempre hay que tener en cuenta los dos aspectos esenciales: la oferta y la demanda. Son dos caras de la misma moneda que van siempre unidas, pero cada una de ellas posee sus propias implicaciones económicas, políticas, sociales, medioambientales o tecnológicas.

En los últimos 25 años, el consumo mundial de energía ha crecido incesantemente, como se puede observar en la ilustración 1. En 2005, el incremento del consumo fue del 2,7%, cifra que está por debajo del 4,4% de incremento que se produjo en 2004, pero aún por encima de la media de los últimos diez años. China acapara más de la mitad del crecimiento anual del consumo mundial de energía primaria.

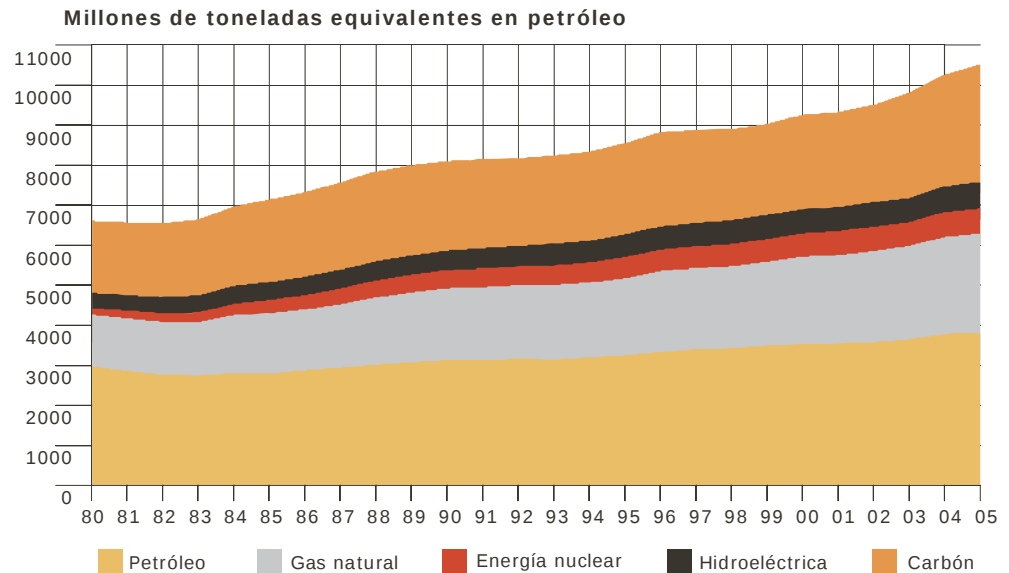


Ilustración 1: Evolución del consumo mundial de las principales fuentes energéticas.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Esta demanda, que parece que no sólo aumenta, sino que también se incrementa de manera cada vez más pronunciada, ha provocado que la producción energética también haya experimentado importantes subidas en los últimos años. Lógicamente, hay diferencias por regiones en función del grado de desarrollo que ya tienen o que intentan alcanzar.

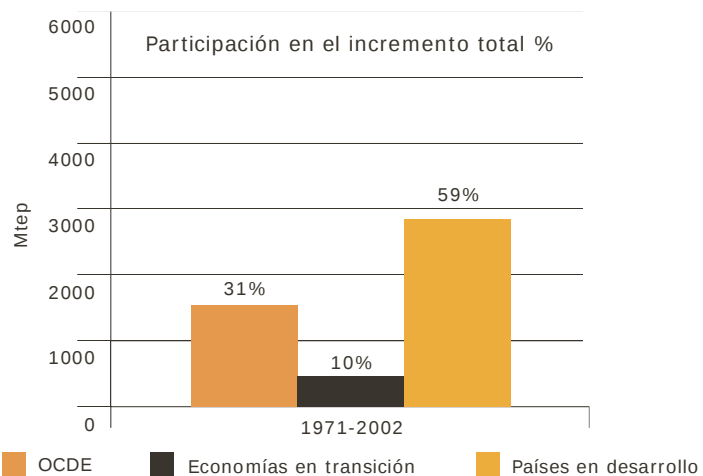


Ilustración 2: Incremento mundial de producción de energía primaria por regiones.

Fuente: World Energy Outlook 2004. International Energy Agency.

A continuación vamos a ver con un poco más de detalle la situación actual de la demanda de energía, así como la oferta con la que se pueden cubrir estas necesidades energéticas.

La demanda energética está claramente liderada por los combustibles fósiles

La demanda actual de energía viene marcada por el claro protagonismo del petróleo por encima del resto de las fuentes energéticas. Nuestro modelo de vida gira en torno a esta fuente energética. Los transportes y las numerosas aplicaciones industriales que tienen los derivados del petróleo hacen que resulte imprescindible un suministro continuo de petróleo, pero esta realidad tiene que cambiar, ya que estamos ante un recurso limitado y conlleva graves consecuencias para el medio ambiente.

El resto de los combustibles fósiles, gas natural y carbón, siguen siendo las principales fuentes para la producción de la electricidad, tan necesaria en cualquier actividad.

En la ilustración 3 se puede observar que el peso de los combustibles fósiles en el total de la demanda mundial de energía supone aproximadamente el 80% y deja tan sólo un 7% para la energía nuclear y algo más de un 9% para la biomasa.

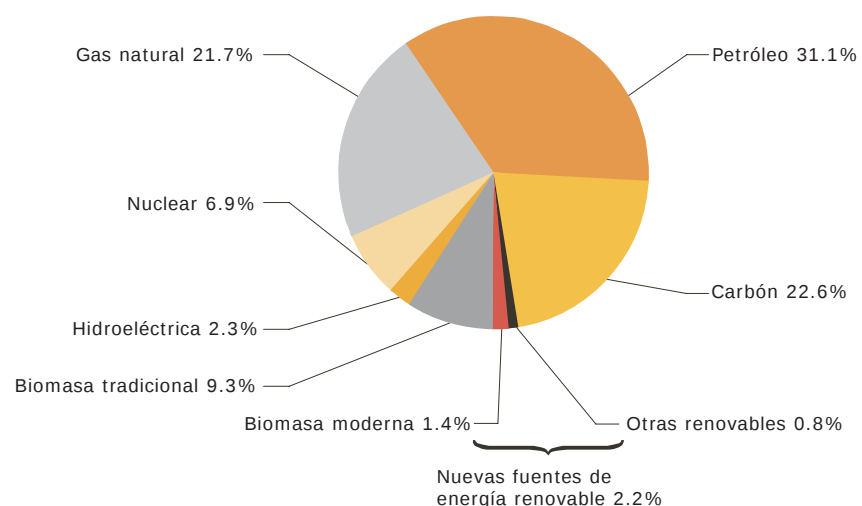


Ilustración 3: Consumo mundial de energía primaria por la fuente de energía.
Fuente: *World Energy Assessment: Overview 2004 update*.

Mis notas

En los últimos cuarenta años, el consumo mundial de energía se ha duplicado. Sin embargo, no todas las regiones consumen lo mismo. La ilustración 4 muestra que son principalmente los países más industrializados los que tienen un consumo per cápita más elevado.

Toneladas equivalente en petróleo (tep)

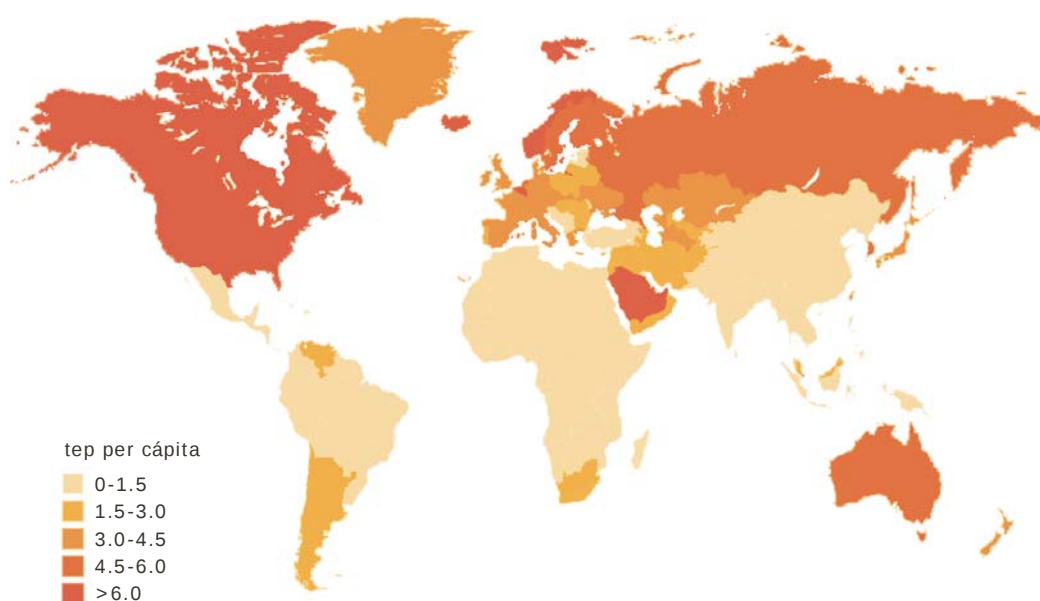


Ilustración 4: Consumo mundial per capita 2005.
Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Sin embargo, también es necesario analizar los consumos totales por regiones, ya que gran parte del aumento de los últimos años se ha producido en los países en desarrollo, particularmente en Asia. La recuperación económica mostrada en 1999 por Asia dio lugar a una mayor demanda de energía, especialmente en Corea del Sur, Tailandia, Malasia, Singapur y Taiwán, que tienen una exportación sostenida de aparatos electrónicos. El consumo de energía en China, tras su entrada en la OMC, ha crecido espectacularmente y la economía rusa también ha experimentado importantes aumentos del consumo energético.

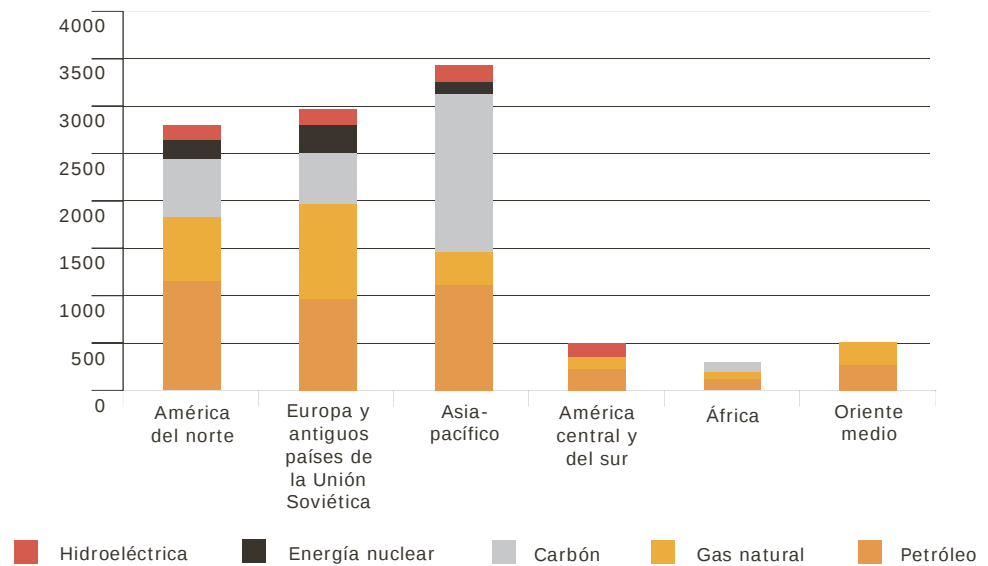


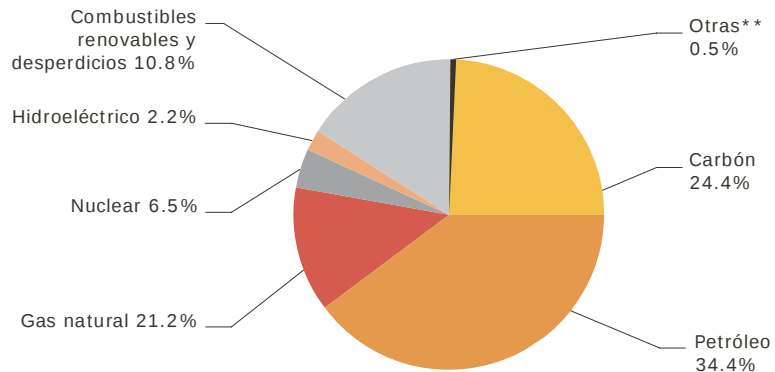
Ilustración 5: Consumo por regiones de diferentes fuentes energéticas 2005.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2005.

Además, las economías industrializadas, como la de Estados Unidos y los países europeos, representan más del 40% del consumo mundial.

La oferta es la otra cara de la moneda

La oferta energética, lógicamente, va de la mano de la demanda. La dependencia de los combustibles fósiles en nuestras actividades provoca que la mayor parte de la producción energética se concentre en la extracción de éstos y deje un menor espacio para las energías renovables u otras formas de producción.



**Otras incluye: geotérmica, solar, eólica, calor, etc.

Ilustración 6: Producción mundial por fuentes 2005.
Fuente: Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

La producción de energía a partir de combustibles fósiles está cada vez más contra las cuerdas ante el reducido margen que la separa de la demanda. Según la teoría del pico de Hubbert, también conocida como "cenit del petróleo", la producción mundial de petróleo llegará a su cenit y después declinará tan rápidamente como creció. Además, resalta que el factor limitador de la extracción de petróleo es la energía que requiere el proceso, no su coste económico¹.

El debate no se centra en si existirá un pico del petróleo, sino en cuándo ocurrirá, ya que es evidente que el petróleo es un recurso finito y no renovable en un plazo corto de tiempo. Esto dependerá de los posibles descubrimientos de nuevas reservas, del aumento de eficiencia de los yacimientos actuales, de la extracción profunda o de la explotación de nuevas formas de petróleo no convencionales.

Esta misma teoría se puede aplicar al gas natural y al carbón, aunque parece que en estas dos fuentes energéticas hay un poco más de margen para alcanzar el cenit.

En la ilustración 7 se puede observar que la ratio de reservas frente a producción de combustibles fósiles no es homogénea en todas las regiones del mundo, por lo que los flujos de importación-exportación pueden desempeñar un papel decisivo en la economía mundial.

1. Véase http://es.wikipedia.org/wiki/Pico_de_Hubbert#Posibles_consecuencias.

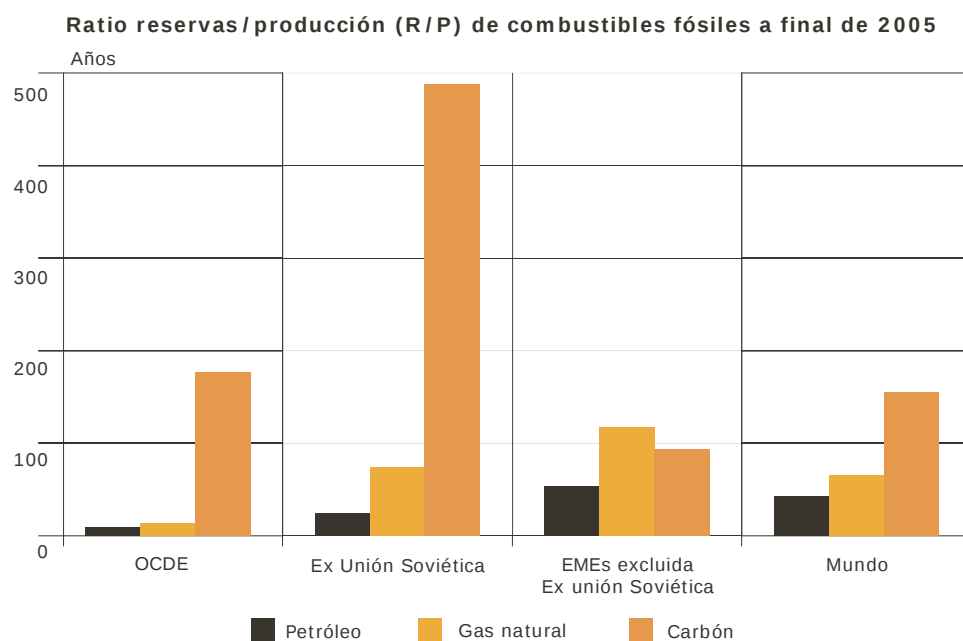
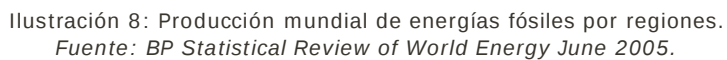


Ilustración 7: Ratio de reservas frente a producción de combustibles fósiles.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Oriente Medio sigue siendo el mayor productor y exportador de petróleo gracias a Arabia Saudí. A pesar de ello, la producción de petróleo está más diversificada que la de gas natural y carbón, cuyos máximos productores son Rusia y China, respectivamente.

En la ilustración 8 se pueden apreciar estas diferencias, así como el peso de las distintas regiones en la producción total de combustibles fósiles.



2.2. Principales fuentes de energía: combustibles fósiles

Los combustibles fósiles han sido los grandes protagonistas del impulso industrial desde la invención de la máquina de vapor hasta nuestros días. De ellos depende la mayor parte de la industria y del transporte en la actualidad. Entre los tres suponen alrededor del 80% de la energía comercial empleada en el mundo.

Las **ventajas** indiscutibles que presentan estos combustibles son el alto grado de rendimiento que ofrecen a un coste bastante bajo. Gracias a ellos se ha conseguido un avance sin precedentes en la historia humana, pero son fuentes de energía no renovables. Esto significa que cantidades que han tardado en formarse miles de años se consumen en minutos.

Además de ésta, también tienen otras **desventajas**. La energía se obtiene de ellas por combustión, un proceso en el que se forman grandes cantidades de dióxido de carbono (CO_2) y de otros gases contaminantes que se emiten a la atmósfera. En el plano estratégico, generan dependencia exterior, ya que existe un número limitado de países con estos recursos naturales, y no favorecen la innovación, ya que la tecnología utilizada es en su gran mayoría importada².

A continuación se analiza cada uno de los tres combustibles fósiles: petróleo, gas natural y carbón. Se presenta la evolución que han sufrido tanto la demanda como la oferta de estas fuentes energéticas, sin olvidar las reservas existentes que ayudan a mirar al futuro. Se incide especialmente en las diferencias existentes entre los países o regiones en cada uno de los ámbitos.

2.2.1. Petróleo

El petróleo es un líquido producido a partir de una mezcla de hidrocarburos, compuestos formados por hidrógeno y carbono. En las refinerías se separan del petróleo distintos componentes, como gasolina, gasoil, fueloil y asfaltos, que son usados como combustibles. También se separan otros productos de los que se obtienen plásticos, fertilizantes, pinturas, pesticidas, medicinas y fibras sintéticas.

El petróleo representa la fuente energética más importante en la actualidad y las repercusiones de una posible escasez podrían ser enormes en la sociedad, dado el consumo que hacemos de él constantemente. En la actualidad, la capacidad total de producción y las necesidades de consumo están muy próximas, lo que hace que las mínimas variaciones en la oferta o en la demanda provoquen grandes fluctuaciones de los precios.

2. Asociación de productores de energías renovables. Véase <http://www.appa.es>.

Los precios del mercado de petróleo han crecido desde el promedio mensual de 10,87 dólares por barril de Brent en 1998 a 70,95 dólares en mayo de 2006, es decir, un incremento de más de 60 dólares por barril. Más adelante se analizarán las principales causas que inciden en esta variación de precios, así como el precio real del petróleo según el valor del dinero en cada momento.

A continuación se exponen con más detalle las particularidades de la demanda y de la oferta de petróleo.

Demanda

El consumo mundial de petróleo se ha incrementado incesantemente en los últimos veinte años, desde los 60 millones de barriles/día de 1985 hasta la cifra de 83,6 millones de barriles/día de 2005³. La media de crecimiento de los últimos diez años ha sido del 1,7% aproximadamente. En 2004, sin embargo, se llegó a una tasa de crecimiento de consumo de petróleo del 3,6%. En 2005 se ha conseguido controlar esta tendencia y el incremento con respecto a 2004 fue del 1,3%.

Evidentemente, no todos los países intervienen de la misma forma en este incremento; es necesario poner en relación el consumo de petróleo en valores absolutos con el incremento en cada región. Así, aunque África y Oriente Medio son las regiones con un incremento más acusado en 2005 (4,4%), su peso en el consumo mundial de petróleo no es demasiado alto (3% y 7% respectivamente). En contraposición, toda la región de Asia-Pacífico ha tenido un incremento medio en el consumo en los dos últimos años del 3,5%, lo que la ha llevado a convertirse en la segunda región que más petróleo consume, por encima de Europa y Eurasia⁴.

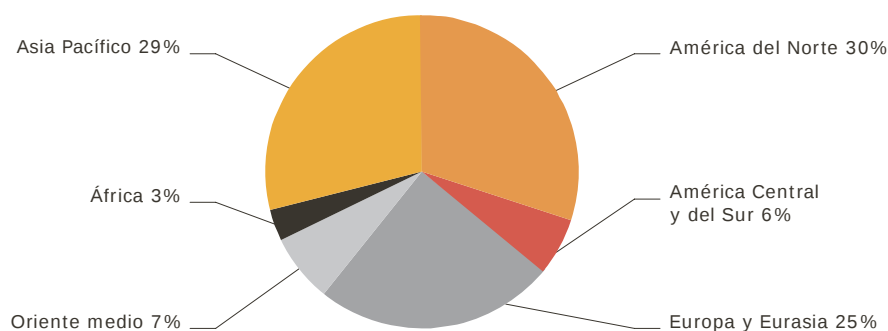


Ilustración 9: Consumo mundial petróleo por regiones.
Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

3. International Energy Agency. Oil Market Report. 13 de junio de 2006. Véase www.oilmarketreport.org.

4. BP Statistical Review of World Energy June 2006.

En 2005, parece que tres de los seis máximos consumidores de petróleo han conseguido disminuir el uso de esta fuente de energía: Estados Unidos, Alemania y la India, lo cual ha permitido contener el incremento total de la demanda. En lo que va de 2006, China sigue demandando energía con una tasa de crecimiento superior al 5%⁵, que sólo se ve contrarrestada por el crecimiento casi nulo de Europa y de los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) Pacífico, como se puede apreciar en la ilustración 10.

Crecimiento de la demanda global 2004/2005/2006

Miles de barriles por día

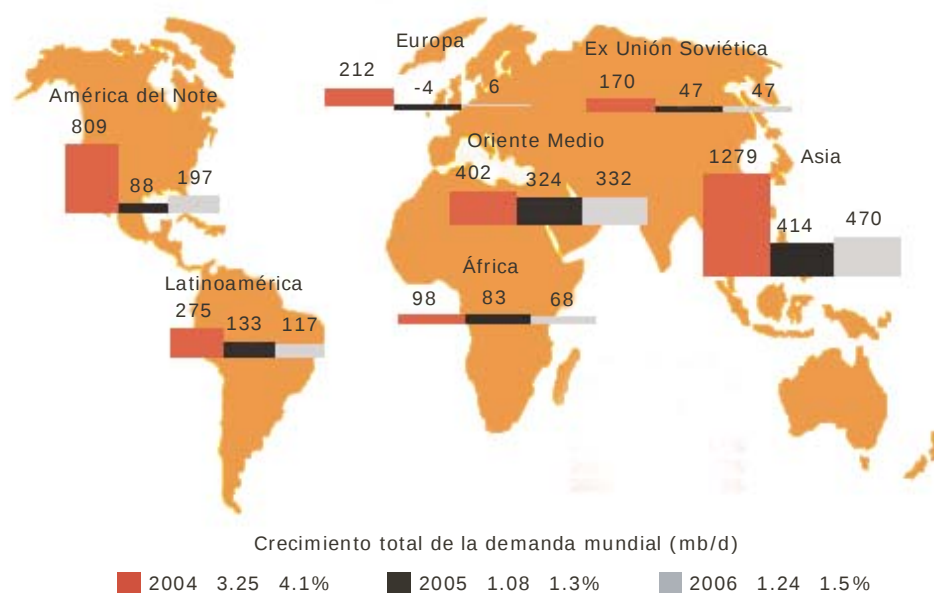


Ilustración 10: Crecimiento demanda mundial de petróleo por regiones.
Fuente: International Energy Agency. Oil Market Reporte. 13 June 2006.

Desde el punto de vista de los sectores económicos, el petróleo se usa sobre todo en el sector del transporte y como fuente de energía y de calor en los procesos industriales. En los países industrializados, la mayor parte del aumento en el uso de petróleo recae en el transporte, donde aún existen pocas alternativas económicamente viables. En cuanto a la generación de energía eléctrica, el petróleo está siendo desplazado por el gas natural, puesto que su combustión es más limpia y eficiente.

5. International Energy Agency. Oil Market Report. 13 de junio de 2006.

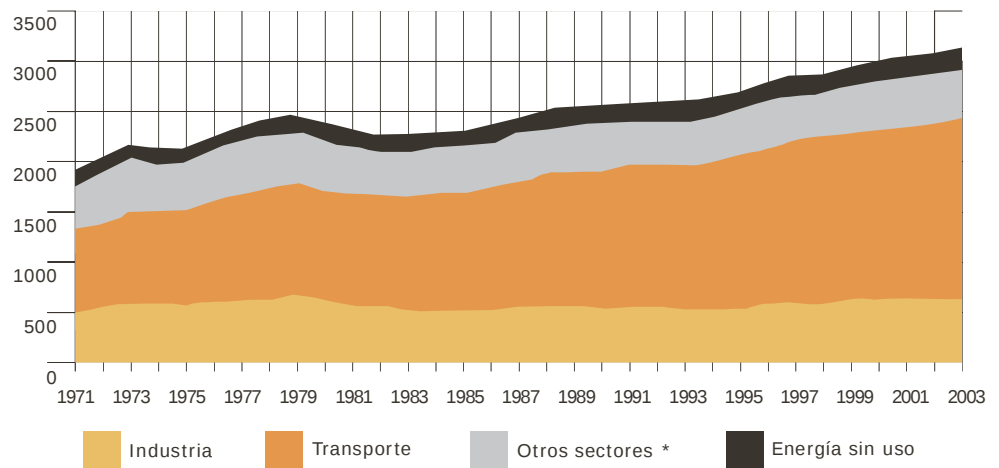
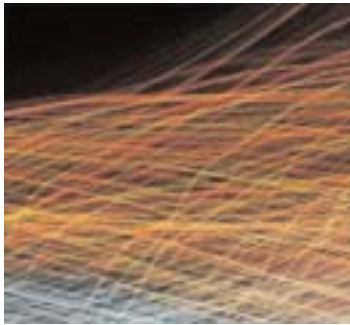


Ilustración 11: Evolución del consumo de petróleo por sectores.
Fuente: Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

En los países en desarrollo, el sector del transporte es también el que más contribuye al crecimiento del consumo de petróleo. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en los países industrializados, el aumento global de la demanda está causado también por la sustitución de otros combustibles -como leña para cocinas y calefacción- por derivados del petróleo.

Oferta

Cuando se habla de la oferta de petróleo, como se indicó en el primer epígrafe con respecto a todos los combustibles fósiles, es necesario tener en cuenta tanto la producción como las reservas existentes, ya que ambos aspectos son esenciales para garantizar el suministro energético.

No todos los países o regiones del mundo cuentan con el petróleo entre sus recursos naturales, lo cual hace que sea necesario destacar cuáles son los principales países productores de petróleo (véase la tabla 2) por su relevancia en el mercado energético y su influencia a escala global.

Mis notas

Productores	% del total mundial
Arabia Saudí	12.7
Rusia	1.7
Estados Unidos	8.7
Irán	5.2
México	4.9
China	4.5
Venezuela	3.9
Noruega	3.9
Canadá	3.8
Nigeria	3.3
Resto del Mundo	37.4
Mundo	100.0

Tabla 2: Países productores petróleo.

Fuente: Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

La organización económica internacional OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) tiene como fin la unificación y coordinación de las políticas petroleras de los países miembros para la defensa de sus intereses como naciones productoras. Fundada en Bagdad en 1960 e integrada inicialmente por cinco países (Arabia Saudí, Irak, Irán, Kuwait y Venezuela), se amplió más tarde con seis miembros más: Qatar, Indonesia, Libia, Emiratos Árabes Unidos, Argelia y Nigeria. Fue creada como respuesta a la bajada del precio oficial del petróleo, acordado unilateralmente por las grandes compañías distribuidoras en agosto de 1960.

La producción actual de la OPEP está por encima de los 29 millones de barriles diarios, lo que supone cerca del 40% de la producción mundial. El mayor productor de la organización es Arabia Saudí.

Dentro de Europa y de los países de la antigua Unión Soviética, Rusia está a la cabeza de la producción de petróleo, seguida muy de lejos por Noruega y el Reino Unido. En total, la región supone el 22% de la producción mundial.

La producción de petróleo de la región Asia-Pacífico ha llegado al 10% de la producción mundial, casi la mitad de la cual corresponde a China. Cabe mencionar que, en esta zona, el consumo doméstico actual se ha incrementado más rápi-

damente que la producción. Las nuevas potencias económicas, como China y la India, demandan cada vez más volúmenes de recursos energéticos para sostener su auge.

Algunos países que no han destacado hasta ahora empiezan a cobrar algo de peso en el panorama mundial gracias a su apertura a la inversión extranjera. Por ejemplo, en África, además de los países ya pertenecientes a la OPEP, Angola ha incrementado su producción un 26% en un año.

Los países latinoamericanos han mostrado un crecimiento sustancial de su producción de crudo en los últimos años gracias a la privatización de las compañías petroleras estatales y a la apertura a la inversión extranjera. Venezuela (miembro de la OPEP) lidera esta región y Brasil está consiguiendo unos crecimientos en la producción muy significativos (un 11% en el último año).

Como resumen, en la ilustración 12 se puede observar cuál ha sido la evolución de la producción de petróleo en los últimos 25 años.

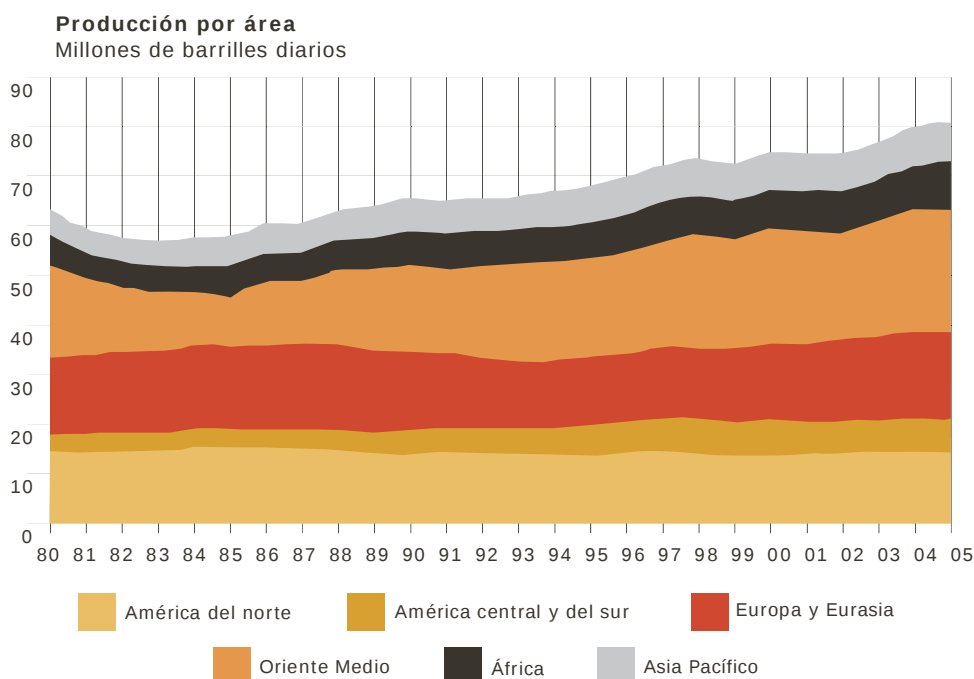


Ilustración 12: Evolución de la producción mundial petróleo por regiones 2005.

Fuente: Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

En concreto, en 2005, la producción mundial de petróleo creció por encima de los 81 millones de barriles diarios, lo que supuso un 1% de incremento con respecto al año anterior. Casi todo el incremento neto se debió al aumento de la producción por parte de los países de la OPEP. El incremento de la producción en Rusia se ralentizó y en Estados Unidos descendió debido principalmente a las consecuencias del huracán. Por su parte, el crecimiento de Angola, Brasil y China compensó el descenso en la producción del Reino Unido y Noruega⁶.

Las cifras de producción dan la medida de evolución de la oferta de petróleo vista desde el pasado, pero para mirar al futuro es esencial tener en cuenta las reservas existentes, ya que son las que garantizan el abastecimiento para los próximos años.

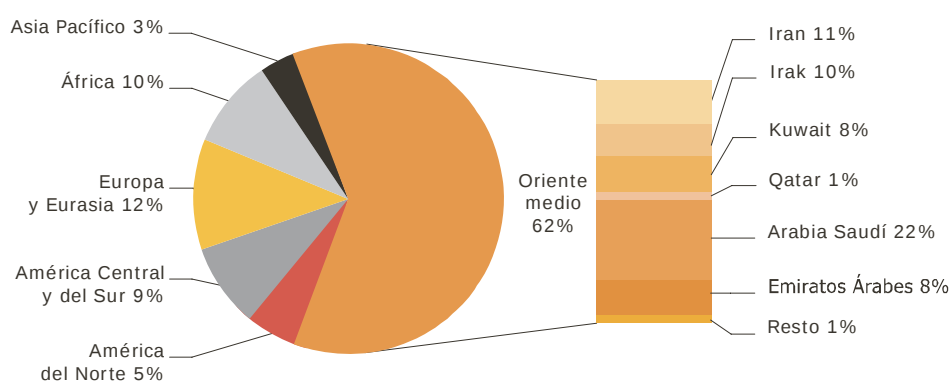


Ilustración 13: Distribución de las reservas de petróleo por países.
Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Como se puede observar en la ilustración 13, Oriente Medio posee más del 60% del total de las reservas probadas de petróleo. Por su parte, Arabia Saudí, por sí misma, posee el 22% de estas reservas mundiales. En esta región, las reservas de petróleo se han incrementado considerablemente en las últimas dos décadas.

Como contrapunto a estos datos, hay que tener en cuenta que las reservas de petróleo de Estados Unidos y México están descendiendo a un ritmo acelerado: han pasado de 92.000 millones de barriles en 1985 a 43.000 millones de barriles en 2005, lo que ha supuesto cambiar el peso relativo de América del Norte en el total de las reservas mundiales del 13,2% al 5% en este mismo período. El último apunte relacionado con la oferta mundial de petróleo es que la ratio entre reservas y producción (es decir, para cuánto tiempo hay petróleo al ritmo de producción actual) parece que se mantiene más o menos estable por encima de los cuarenta años. Por tanto, a pesar del incremento continuo de la

6. BP Statistical Review of World Energy June 2006.

producción, el crecimiento de las reservas de petróleo sigue un ritmo paralelo, bien gracias a nuevos hallazgos o bien gracias a innovaciones tecnológicas que permiten aumentar la extracción en los pozos conocidos.

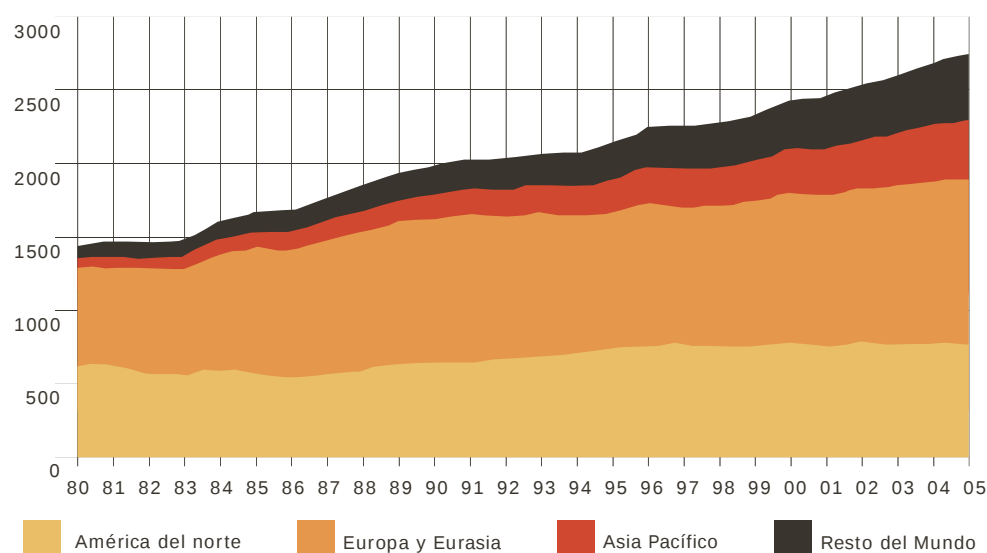
2.2.2. Gas natural

El gas natural es una mezcla de gases que se halla en la naturaleza en las llamadas "bolsas de gas"⁷, solo o acompañando al petróleo o a los depósitos de carbón. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se extrae, está compuesto principalmente por metano.

El gas natural es la fuente de energía primaria de más rápido crecimiento en los años recientes y su mayor incremento se ha producido en la generación de electricidad. Las turbinas de gas de ciclo combinado en las plantas de generación ofrecen algunas de las más altas eficiencias económicas disponibles y, además, el gas natural es atractivo en lo que respecta al medio ambiente, ya que emite menos dióxido de sulfuro y dióxido de carbono que el petróleo y el carbón.

Demanda

En la actualidad, el consumo de gas natural sigue creciendo, aunque la tasa de crecimiento parece que se está estabilizando en torno al 2,5% anual.



7. Estructuras geológicas existentes bajo tierra cubiertas por capas impermeables que impiden su salida al exterior.

Ilustración 14: Evolución del consumo mundial de gas por regiones.
Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Europa y los países de la antigua Unión Soviética constituyen la región que más consume esta fuente de energía. Destacan especialmente las cifras de Rusia, que representa cerca del 15% de la demanda mundial de gas natural.

Por su parte, la Unión Europea está impulsando el incremento y la mejora de las redes de gas natural en Europa. Se están desarrollando proyectos para que haya una mayor capacidad de transporte entre las distintas redes e incrementar así la seguridad en el suministro en Europa septentrional; hay gaseoductos en construcción entre el Norte de África y España, Francia e Italia o redes de gaseoductos desde nuevas fuentes en Turquía hacia Grecia y Austria⁸.

Estados Unidos y Canadá son países que están a la cabeza del consumo per cápita, lo que, debido a su tamaño, hace que, por ejemplo, el consumo de gas natural en Estados Unidos suponga el 23% del consumo mundial en 2005 (a pesar de que en ese año la demanda sufrió un descenso del 1,5% provocado por los efectos de los huracanes).

Entre 1995 y 2005, el consumo de gas natural de la región de Asia-Pacífico ha crecido de 217,6 miles de millones de metros cúbicos a 406,9 miles de millones de metros cúbicos. El principal consumidor ha sido Japón, sobre todo después del accidente de septiembre de 1999 relacionado con la energía nuclear⁹, que ha provocado que Japón haga un mayor uso del gas natural en la generación de electricidad.

Para los países en desarrollo, hay que destacar los dos mayores, China y la India, que representan el 1,7% y 1,3% del consumo mundial, respectivamente.

Oferta

La producción mundial de gas natural está muy concentrada en dos zonas, lideradas principalmente por Rusia y Estados Unidos, que producen el 21,6% y el 19%, respectivamente, del total. A pesar de esta concentración, como se puede observar en la ilustración 15, en los últimos quince años la producción de gas natural ha comenzado a diversificarse y tiene presencia en más países.

8. Iniciativa Europea de Crecimiento: Invertir en redes y conocimiento para estimular el crecimiento y el empleo. Comunicación de la Comisión Europea del 11 de noviembre de 2003.

9. El accidente en la instalación de tratamiento de combustible de uranio en Tokaimura (Japón) tuvo lugar el 30 de septiembre de 1999, en el edificio de conversión de la planta.

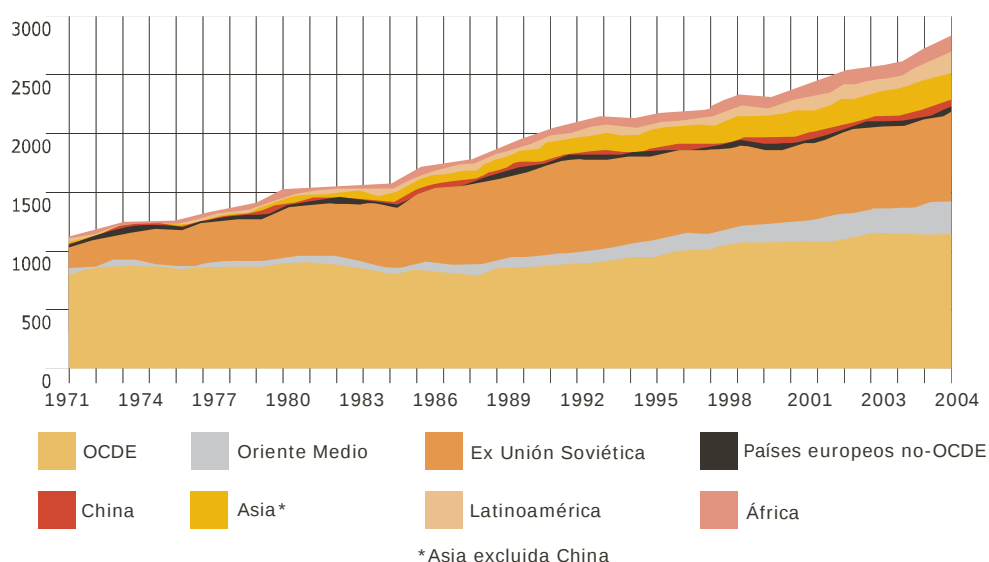


Ilustración 15: Evolución de la producción mundial de gas natural por regiones.

Fuente: Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

China ha crecido por encima del 22% en producción de gas, pero no es el único país asiático con este ritmo de crecimiento: Malasia, Myanmar (Birmania), Vietnam o Pakistán son países con tasas constantes de crecimiento muy elevadas en los últimos diez años, lo que lleva al conjunto de la región Asia-Pacífico a tener un peso del 13% en el total de la producción mundial.

Los países africanos (especialmente Egipto y Libia) y de Oriente Medio también están incrementando su producción a ritmos muy altos, por encima del 25%. En el caso de los países de Oriente Medio, la capacidad de incrementar la producción de gas, si desarrollan las infraestructuras necesarias, es muy alta, ya que casi el 40% de las reservas de gas natural del mundo se encuentran concentradas en Oriente Medio (especialmente en Irán y Qatar, que poseen el 30% de las reservas probadas¹⁰ mundiales).

10. Reservas probadas de gas natural son aquellas cantidades de gas que, con una certeza razonable, pueden ser recuperadas de reservorios conocidos con las condiciones económicas y operativas existentes.

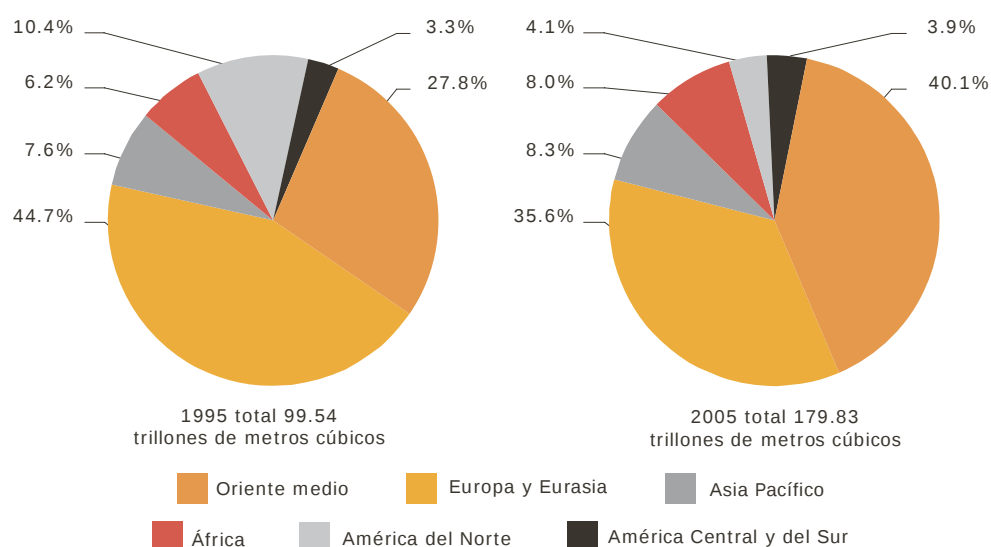


Ilustración 16: Reservas probadas de gas natural por regiones.
Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Rusia, con casi el 27% de las reservas mundiales, es el principal contribuidor de la región de Europa y Eurasia, que también es líder en cuanto a la cantidad de reservas de gas natural.

En los últimos veinte años, gracias a descubrimientos geológicos y desarrollos tecnológicos, se ha duplicado el volumen total de reservas de gas natural y la ratio reservas/producción¹¹ se ha mantenido por encima de los 65 años.

2.2.3. Carbón

El carbón se origina por descomposición de vegetales terrestres, hojas, madera, cortezas, esporas, etc., que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Debido a la acción de las bacterias anaeróbicas, la materia orgánica va ganando carbono y perdiendo oxígeno e hidrógeno. Este proceso, junto con los incrementos de presión y temperatura que se producen con el paso del tiempo, provoca cambios físicos y químicos en los restos orgánicos y los transforma en lo que hoy conocemos como carbón.

Desde el punto de vista económico y del abastecimiento energético, el carbón es una fuente de energía fundamental. Las reservas son abundantes y la com-

11. Ratio reservas/producción: si las reservas se mantienen constantes al final de un año y se dividen por la producción de ese año, el resultado es el tiempo que esas reservas durarán si la producción continúa al mismo nivel.

No obstante, a largo plazo, el carbón seguirá revistiendo interés cuando empiecen a utilizarse nuevas tecnologías que, además de reducir los costes de extracción y las emisiones, aumentarán su eficiencia de manera espectacular. En la generación de electricidad, el carbón sigue utilizándose en beneficio de la diversidad energética y de la seguridad del abastecimiento.

De acuerdo con las estadísticas, el consumo de carbón ha experimentado un aumento general y ha pasado de 2.281,9 a 2.929,8 millones de toneladas equivalentes de petróleo desde 1995 hasta 2005 (cerca del 30% de aumento). El incremento en el uso de este combustible ha sido general en todas las zonas geográficas, excepto en Europa Occidental, donde el uso del gas y de las energías renovables está creciendo en un intento de sustituir al carbón en la generación de electricidad.

En 2005, el crecimiento global ha sido del 5%, el doble de la media de los diez últimos años. Este incremento se ha concentrado esencialmente en China, que es el máximo consumidor de carbón y ha absorbido el 80% del crecimiento global. El consumo estadounidense también ha sido relativamente alto.

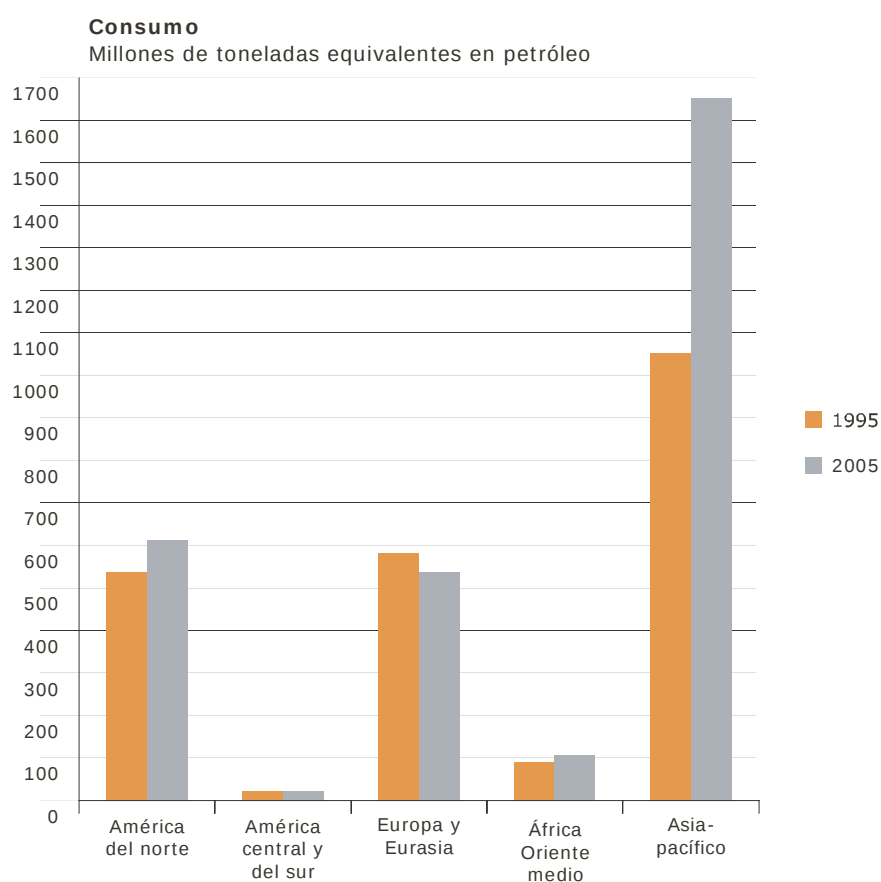


Ilustración 17: Evolución del consumo mundial de carbón por regiones (1995-2005).

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Del total de carbón producido en el mundo, el 64% se destina a la generación de electricidad y el 30% al consumo industrial. En este último sector, el desarrollo de la industria siderúrgica siempre ha ido asociado al empleo del carbón como fuente energética.

Oferta

En cuanto a la producción de carbón, ha habido un repunte muy significativo en los últimos años. Al igual que en el consumo, China lidera este mercado tanto en crecimiento (casi el 11%) como en valores absolutos, ya que representa el 38% de la producción global de carbón.

Las reservas, sin embargo, están más distribuidas entre las diferentes regiones y, aparentemente, el suministro energético que proporciona esta fuente está garantizado, como mínimo, para los próximos 150 años.

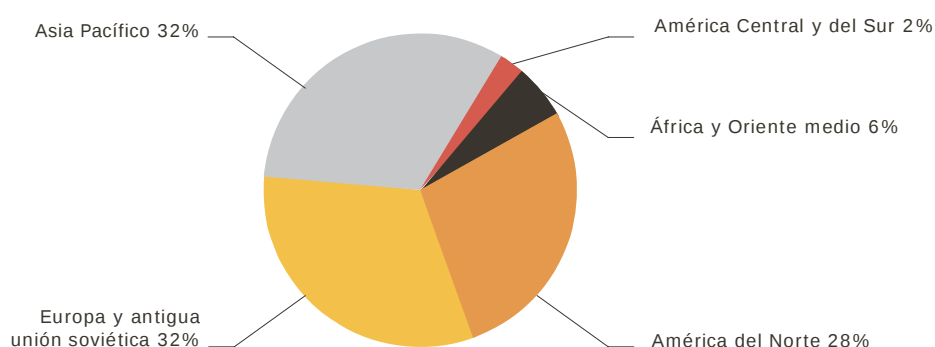


Ilustración 18: Reservas probadas de carbón por regiones.
Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Tan sólo hay que tener en cuenta que no basta con garantizar el suministro, sino que es necesario controlar las emisiones contaminantes para el medio ambiente que genera la explotación del carbón. En este sentido, aún hay mucho camino que recorrer tanto en la investigación como en la aplicación de los avances ya conocidos.

En el capítulo 3 se analizarán con detalle las repercusiones que tiene la concentración de combustibles fósiles en determinadas áreas y cómo la capacidad de producción de cada país no siempre es acorde con sus reservas o sus necesidades de consumo. Se verán distintos aspectos económicos, políticos, sociales, medioambientales y tecnológicos.

Sin embargo, antes se van a analizar las restantes fuentes energéticas existentes. A pesar de que no tienen un peso muy grande en el total de la oferta y la demanda de energía, es necesario tenerlas en cuenta por la inevitable tendencia a la diversificación de fuentes de energía, especialmente hacia las que son menos dañinas para el medio ambiente.

2.3. Otras fuentes de energía alternativas

Aunque, como ha quedado claro en el apartado anterior, los combustibles fósiles son los que dominan el abastecimiento energético actual, no se puede dejar de tener en cuenta otra serie de fuentes de energía que intervienen en el mix energético.

La energía nuclear y el resto de las energías renovables tienen que ser una alternativa para ir absorbiendo el incremento de la demanda sin que por ello se incremente la producción de combustibles fósiles o logrando incluso que disminuya su peso en el total de la oferta mundial.

A continuación se va a hacer un repaso de la situación actual de la energía nuclear a escala mundial y del resto de las energías alternativas.

2.3.1. Energía nuclear

La energía nuclear procede de reacciones de fisión de átomos en las que se liberan gigantescas cantidades de energía que se usan para producir electricidad.

En 1956 se puso en marcha, en Inglaterra, la primera planta nuclear generadora de electricidad para uso comercial. En 1990 había 420 reactores nucleares comerciales en 25 países, que producían el 17% de la electricidad del mundo.

En los años cincuenta y sesenta, esta forma de generar energía fue acogida con entusiasmo, dado el poco combustible que consumía (con un solo kilo de uranio se podía producir tanta energía como con 1.000 toneladas de carbón). Sin embargo, ya en la década de los setenta y, especialmente, en la de los ochenta hubo cada vez más voces que alertaron sobre los peligros de la radiación, sobre todo en caso de accidente.

El riesgo de accidente grave en una central nuclear bien construida y manejada es muy bajo, pero es cierto que han ocurrido accidentes. El de la central de Chernóbil en 1986 conmocionó especialmente al mundo e hizo que en muchos países la opinión pública se opusiera mayoritariamente a la continuación o ampliación de los programas nucleares.

Como consecuencia de ello, en los últimos años el incremento de la demanda mundial de energía nuclear ha sido bastante plano: la media de crecimiento anual se sitúa en torno al 1,8%. Además, esta forma de energía está muy concentrada en algunos países: Estados Unidos (29,6%), Francia (16,3%) y Japón (10,6%) consumen más de la mitad de la energía nuclear generada.

La energía nuclear se usa esencialmente para la generación de electricidad. En la ilustración 19 se puede observar cómo contribuye a la generación mundial de electricidad con casi el 16%.

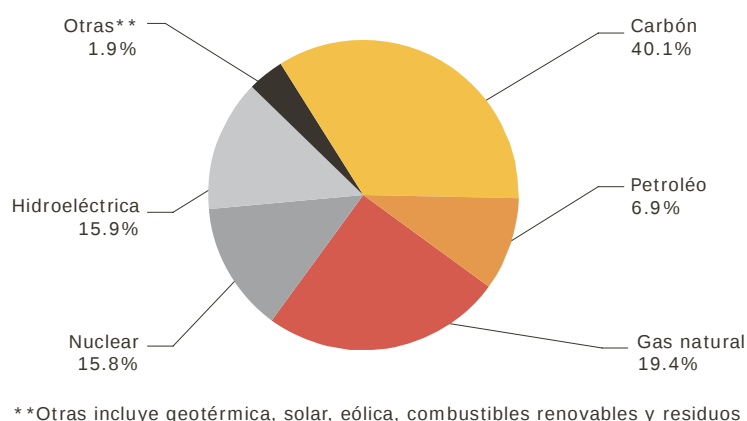


Ilustración 19: Generación mundial de electricidad por fuentes de energía.
Fuente: Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

En la actualidad, las 442 centrales instaladas en el mundo aseguran el 24% de la producción de electricidad de los países de la OCDE.

En los últimos meses, parece que hay algunas iniciativas que impulsan un cambio de tendencia favorable a la energía nuclear. En la reunión del G8¹² de mediados de julio de 2006, el punto principal fue la seguridad del suministro energético y se concluyó que el impulso de la energía nuclear puede ser una posible solución, siempre que se cumplan algunas condiciones que garanticen la no proliferación de armas nucleares.

Mientras estos países se plantean la posibilidad de mirar de nuevo hacia la opción nuclear, Asia parece haberse pronunciado de forma más decidida por este tipo de producción energética. En la actualidad hay 32 plantas en construcción en todo el mundo, 19 de las cuales están situadas en países asiáticos. Esta región está experimentando un fuerte crecimiento económico y tiene un elevado grado de dependencia energética exterior, por lo que está apostando por la energía nuclear como vía de diversificación.

12. Los integrantes del G8 son Gran Bretaña, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Rusia y Estados Unidos.

China, el país en el que más está aumentando la demanda de energía, apuesta decididamente por las centrales nucleares. Prueba de ello es que en los próximos 15 años proyecta construir 40.



Sin embargo, los puntos débiles de la energía nuclear son ampliamente conocidos. Además, por supuesto, del riesgo de accidente, en una central hay otros dos inconvenientes. Por un lado, el dinero: se necesitan inversiones muy fuertes para construir y mantener las centrales nucleares en grados altos de eficiencia; por otro lado, la gestión de los residuos no está resuelta tecnológicamente.

Por tanto, esta fuente energética no es la solución absoluta para garantizar el abastecimiento energético, sino que puede ser una "energía de transición", que ayude a abastecer la demanda de electricidad mientras se desarrollan las energías renovables o se produce un avance tecnológico más definitivo.

2.3.2. Energías renovables

Se conocen como "energías renovables" aquéllas que se producen de forma continua y que no se agotarán por el consumo humano. Además, son respetuosas con el medio ambiente, lo cual no significa que no ocasionen efectos negativos en el entorno, pero éstos son infinitamente menores si los comparamos con el impacto ambiental de las energías no renovables.

En tabla 3 se pueden ver las principales ventajas e inconvenientes relacionados con las energías renovables.

Ventajas	Inconvenientes
• Se producen de forma continua y son inagotables. • No producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones. • No generan residuos peligrosos de difícil tratamiento (como los residuos radiactivos). • Contribuyen al equilibrio territorial, ya que pueden instalarse en zonas rurales y aisladas, y a la disminución de la dependencia de suministros externos, ya que las energías renovables son autóctonas. • Los impactos derivados de estas energías son de menor dimensión y más localizados y, por lo tanto, corregibles o controlables.	• Disponibilidad del recurso variable y no siempre predecible. • Menor rendimiento energético. • Generan problemas ecológicos particulares. • Debido a su elevado coste, un pequeño sistema autónomo resulta raramente económico, excepto en situaciones aisladas, cuando la conexión a la red de energía implica costes más elevados. • Requieren cierto mantenimiento los equipos. • Desconocimiento por parte del consumidor e insuficiente promoción Institucional.

Tabla 3: Ventajas e inconvenientes de las energías renovables.
Fuente: *Elaboración propia.*

Mis notas

Parece que hay un consenso mundial con relación a la necesidad de incrementar la presencia de las energías renovables en el mix energético.

La oferta de energías renovables del mundo está en torno al 13% de la producción total de energía¹³, y la biomasa tradicional¹⁴ supone más del 80% de ese porcentaje. Cabe destacar que el uso de este combustible es mayor en países no pertenecientes a la OCDE. Tan sólo el 0,5% del total de la energía mundial es producido por otras energías renovables, como la eólica, la solar y la geotérmica¹⁵. Estas energías alternativas están siendo impulsadas principalmente en países de la OCDE (el 66,5% del total de la producción).

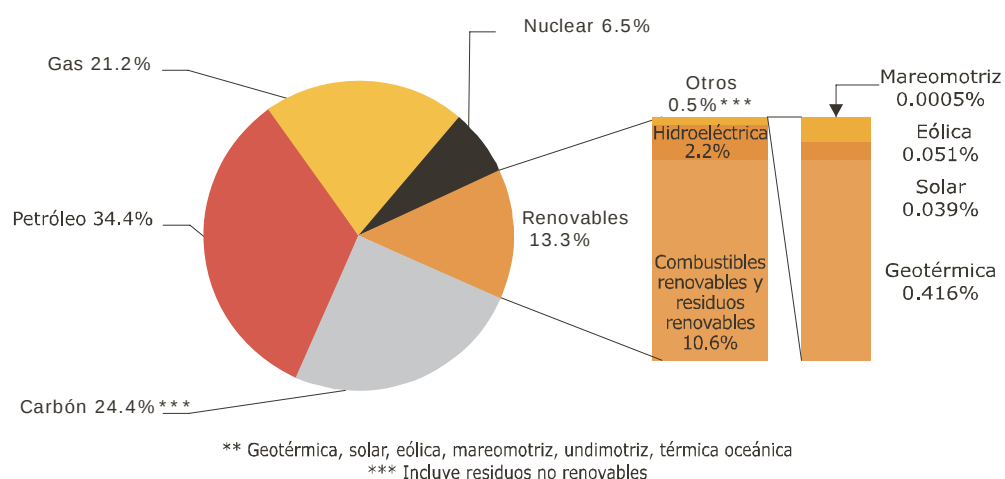


Ilustración 20: Oferta de energía primaria mundial.
Fuente: IEA Fact Sheet: Renewable in global energy supply.

13. Véase Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

14. Biomasa: toda sustancia orgánica disponible que sea renovable, como los cultivos agrícolas y los desechos y residuos agrícolas, la madera y los desechos y residuos de la madera, los desechos animales, los desechos municipales y las plantas acuáticas.

15. Para obtener una información más detallada sobre las energías renovables, véase el glosario de esta publicación.

A pesar del poco peso relativo de las nuevas energías renovables en el total, hay que resaltar que el crecimiento que están experimentando es cuatro veces superior al incremento medio de la producción del resto de las fuentes energéticas comentadas.

Realizando un **análisis por sectores**, las energías renovables tienen su mayor presencia en el sector *residencial*, ya que la biomasa es el principal combustible para calefacción y para cocinar en regiones como África, Asia o América Latina.

En segundo lugar, las energías renovables se utilizan para la *generación de electricidad*: aquí es donde su contribución es esencial y donde, posiblemente, tengan el mayor campo de evolución, especialmente si se producen avances tecnológicos relacionados con la energía geotérmica, eólica y solar. En la ilustración 21 puede verse cómo las energías renovables son la tercera fuente de generación eléctrica, incluso por encima de la energía nuclear (gracias a la producción hidroeléctrica).

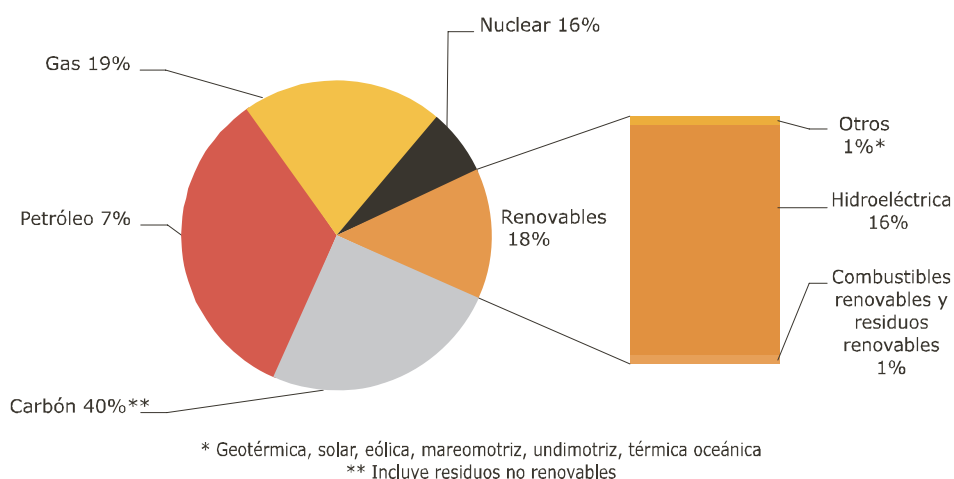


Ilustración 21: Energías renovables en la producción de electricidad.
Fuente: IEA Fact Sheet: Renewable in global energy supply.

Aunque el sector del *transporte* no es uno de los principales con respecto al uso de energías alternativas, se hace imprescindible su mención, ya que los biocombustibles empiezan a ocupar muchos artículos en los periódicos.

Las recientes investigaciones sobre producción de biocombustibles se están llevando a cabo como consecuencia de varios factores, entre los que se incluyen el desarrollo de tecnologías de conversión más eficientes, el impulso de políticas gubernamentales y, sobre todo, el incremento del precio del petróleo.

Los dos principales biocombustibles que se pueden usar en los vehículos existentes son el etanol y el biodiésel. El etanol se mezcla con gasolina, mientras que el biodiésel se combina con diésel. El etanol supone actualmente el 90% de la producción total de biocombustibles¹⁶.

En comparación con el refinado de petróleo, que se desarrolla a gran escala, los biocombustibles se producen en volúmenes más bajos y, además, esta producción está más centrada en algunas áreas geográficas. Actualmente, Estados Unidos (con el maíz) y Brasil (con la caña de azúcar) son los dos países pioneros en biocombustibles.

Hay puestas muchas esperanzas en estos nuevos combustibles para los próximos años, ya que podrían ayudar a mejorar la seguridad del abastecimiento energético para algunos países y podrían crear nuevas oportunidades económicas para el mundo rural, contribuyendo al mismo tiempo a la conservación del medio ambiente. Tal vez no constituyan la solución definitiva, pero pueden ayudar a llevar a cabo la transición de los combustibles fósiles a otra nueva tecnología para alimentar los medios de transporte actuales.

16. Biofuels for Transportation. Prepared by the Worldwatch Institute for the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV), in cooperation with the Agency for Technical Cooperation (GTZ) and the Agency of Renewable Resources (FNR). Junio de 2006.

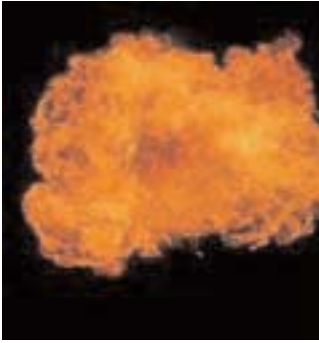
3

CAPÍTULO 3

Desafíos y aspectos energéticos

3

Desafíos y aspectos energéticos



La situación actual de la energía nos coloca ante dos desafíos energéticos derivados de la insostenibilidad del modelo existente. La superación de estos desafíos dependerá del desarrollo e implicación de los diferentes aspectos que influyen en la energía.

3.1. Desafíos energéticos

La existencia de una energía barata y eficiente ha permitido un desarrollo económico constante durante las últimas décadas. Esto podría resumirse con la siguiente fórmula:

Energía eficiente = Desarrollo económico

Sin embargo, el actual modelo energético comienza a no ser sostenible. Nos enfrentamos a una situación que no puede perdurar en el tiempo: en primer lugar, por la dependencia casi exclusiva de fuentes energéticas finitas y, en segundo lugar, por los efectos dañinos que producen en el medio ambiente.

Los esfuerzos, por tanto, deben centrarse en mantener la capacidad de atender las necesidades futuras de energía desarrollando nuevas formas energéticas que permitan la accesibilidad, disponibilidad y aceptabilidad de la energía, es decir, garantizar el suministro energético compatible con el respeto al medio ambiente. Podríamos decir que la fórmula ha cambiado a la siguiente:

Energía eficiente + Energía **limpia** = Desarrollo económico **sostenible**

Mis notas

Así, se podría resumir que los grandes desafíos energéticos a los que hay que enfrentarse son dos:

- Garantizar el suministro energético.
- Respetar el medio ambiente.

A continuación vamos a profundizar en la definición de estos dos retos. En el siguiente apartado se verán los distintos aspectos que hay que tener en cuenta para abordar la situación crítica de la energía y conseguir el cambio hacia un modelo limpio y sostenible.

Garantizar el suministro energético

La seguridad del suministro energético es una cuestión que produce una creciente preocupación ante el horizonte de oferta y demanda que plantean los expertos.

Si los gobiernos continúan con las políticas vigentes, las necesidades energéticas del mundo serán un 60% más altas en el año 2030 de lo que lo son ahora¹⁷. Los combustibles fósiles continuarán dominando el panorama energético, provocando la mayor parte del incremento en el uso energético, y las aportaciones de la energía nuclear y las fuentes energéticas renovables seguirán siendo limitadas. Ante tal escenario, todo hace pensar que el suministro energético no está asegurado.

No obstante, muchos países ya han comenzado a otorgar gran importancia en sus agendas políticas al aseguramiento energético como consecuencia de esta insostenibilidad, en una situación actual caracterizada por las siguientes características¹⁸:

- Precio del petróleo elevado y volátil que repercute directamente en el crecimiento económico de los países.
- Creciente demanda energética de fuentes no renovables intensificada por el auge económico de nuevos competidores con inmensas poblaciones (China, la India, etc.).
- Aumento de la dependencia de importaciones energéticas para el abastecimiento de numerosos países.
- Inestabilidad política de grandes productores de combustibles fósiles, desastres naturales como el huracán Katrina y otras amenazas.

Por tanto, nos encontramos ante un panorama que debe ser abordado con celeridad si se quiere satisfacer las necesidades energéticas de hoy asegurando las de mañana. Para ello se deben adoptar varias medidas o comportamientos que competen a las empresas, a los gobiernos y a cada uno de los ciudadanos con el fin de mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda de energía.

Esas medidas se concretan¹⁹, en primer lugar y más a corto a plazo, en asegurar el comercio internacional de energía, entendiendo que ningún país puede alcanzar la autosuficiencia energética, por lo que no se va a buscar minimizar la dependencia energética, sino reducir los riesgos asociados con tal dependencia. Las cuestiones políticas en el aseguramiento energético van a ser de gran relevancia y de carácter internacional.

En segundo lugar, buscan la máxima diversificación de las fuentes de suministro.

17. Información obtenida de World Energy Outlook 2004.

18. Retos energéticos globales identificados por el G8 en su reunión de San Petersburgo (16 de julio de 2006).

19. Medidas obtenidas del artículo "La seguridad del suministro energético: experiencias mediterráneas de una empresa global". Autor: Luis Javier Navarro Vigil, presidente de BP España.

tro y de la infraestructura requerida para traer esas fuentes al mercado mediante el desarrollo tecnológico y la combinación de apoyo público e inversión privada.

En tercer lugar, tratan de reducir la volatilidad y el riesgo existentes hoy día en el suministro energético adaptando la dirección de la Agencia Internacional de Energía²⁰ -como consejera de política energética de sus miembros- a la coyuntura actual, influida por la entrada de importantes consumidores como China y la India.

Por último, los gobiernos deben animar a la sociedad y al sector privado a ser más eficientes energéticamente, y a que innoven y desarrollen tecnologías en el área de las energías alternativas para reducir el consumo de combustibles fósiles hasta que se produzca una transición definitiva.

Respetar el medio ambiente

El modelo energético actual basado en combustibles fósiles posee repercusiones medioambientales negativas a causa, entre otras razones, de la emisión a la atmósfera de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), que parecen conllevar un cambio climático. Debe proponerse una nueva cultura de sostenibilidad energética que permita garantizar el bienestar medioambiental de las futuras generaciones.

Este nuevo modelo debe estar basado en tres pilares principales:

1. La "descarbonización" del actual consumo de energía con el reforzamiento y la concesión de incentivos al uso de fuentes de energía renovables. Tanto las medidas adoptadas por el poder político como el desarrollo de nuevas tecnologías (captura y secuestro del CO₂) deben permitir el paso hacia un mix energético de emisión cero.
2. El fomento de una mayor eficiencia energética que implique un ahorro energético traducido en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las medidas de eficiencia propuestas por los gobiernos sobre empresas y consumidores, junto con las mejoras tecnológicas en eficiencia, ayudarán a la sostenibilidad del medio ambiente.
3. El conocimiento y la concienciación global sobre el problema medioambiental y las consecuencias de su no resolución, con el fin de que la sociedad en su conjunto ejerza sobre los sectores políticos y económicos la presión necesaria para llevar a cabo las medidas oportunas.

Por tanto, cumplir los dos desafíos energéticos exigirá, primero, una profunda implicación del sector público a través de regulación y relaciones geopolíticas; segundo, inversión privada y pública para conseguir el desarrollo tecnológico necesario; y, tercero, el apoyo de toda la sociedad.

20. Véase <http://www.iea.org/>.

3.2. Diferentes aspectos energéticos

La superación de los desafíos energéticos a los que nos enfrentamos precisa la implicación y el tratamiento de diferentes aspectos relacionados con la energía determinantes para la consecución del desarrollo económico sostenible.

La energía está íntimamente relacionada con aspectos **económicos**. Por un lado, la disponibilidad y el coste de la energía influyen decisivamente en el crecimiento económico debido a la alta dependencia de ella que presentan las actividades económicas; por otro lado, la energía supone la apertura a un nuevo mercado en el que la inversión pública y privada debe marcar la transición hacia una energía eficiente y limpia, por lo que el análisis de las tendencias en energía es un factor clave para alcanzar la sostenibilidad económica.

Los gobiernos, mediante acciones **políticas**, también van a desempeñar un papel decisivo para atajar la escasez energética respetando el medio ambiente. El sector público actúa en la energía de diferentes formas: entablando relaciones comerciales entre gobiernos para garantizar el suministro y regulando para aumentar o disminuir el consumo de un tipo de energía, así como para restringir las emisiones dañinas para el medio ambiente.

Otro de los principales agentes para lograr la sostenibilidad energética es la **sociedad** en su conjunto. La concienciación de todos y cada uno de los ciudadanos de que existe un problema medioambiental y de que estamos ante el posible agotamiento de las fuentes tradicionales debe provocar un gran paso hacia el desarrollo sostenible de la energía.

Como se puede ver, el tratamiento de todos los aspectos tiene la llave para conseguir la energía eficiente y limpia que ayude a resolver el desafío **medioambiental**. En este capítulo se profundiza en la dimensión que tienen los aspectos medioambientales en los que influye la energía y en las razones por las que deben ser tratados con la mayor rapidez posible.

Por último, son los aspectos tecnológicos los que van a marcar el paso definitivo hacia el desarrollo económico, junto con una energía limpia. La tecnología permitirá una mayor eficiencia energética con ahorros en el consumo y, por tanto, una reducción de las emisiones, así como la producción de una energía limpia que siga permitiendo el funcionamiento de todas las actividades económicas.

En la ilustración 22 se muestra el grado de importancia que los expertos del FTF han asignado a cada uno de los aspectos, dependiendo de si es tratado desde la oferta o desde la demanda energética.

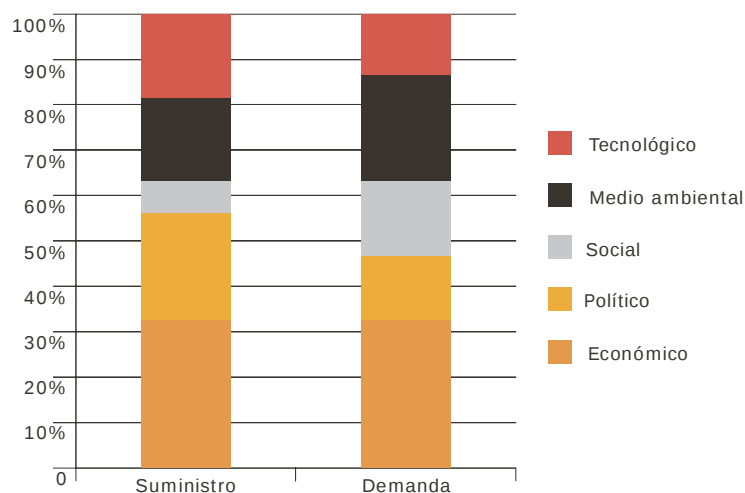


Ilustración 22: Importancia de los diferentes aspectos en la energía.

Fuente: Elaboración propia.

El aspecto dominante en la oferta y en la demanda es el económico, ya que el coste resulta decisivo en el crecimiento económico tanto para los productores como para los consumidores de energía.

En la oferta destaca el aspecto político por la clara repercusión que tendría para los productores de energía cualquier acción entre gobiernos o la fijación de incentivos a la producción, así como por lo que pueden aportar los aspectos tecnológicos para conseguir sistemas de producción limpios y eficientes.

En la demanda cobran mayor importancia los aspectos sociales y medioambientales debido a que una eficiencia en el uso de la energía por parte de la sociedad causaría reducciones en las emisiones y un menor consumo energético.

En los siguientes apartados se analiza en profundidad cada uno de los aspectos comentados anteriormente.

3.2.1. Energía y economía

Desde la Revolución Industrial, el desarrollo económico ha ido de la mano del aumento del consumo energético, ya que las fábricas, las centrales eléctricas, los vehículos y los hogares consumen cada vez más carbón, petróleo y gas natural. Estos incrementos en la demanda están causando un posible agotamiento de las fuentes energéticas tradicionales, lo que provoca tensión económica en el desarrollo, los precios, las divisas, los inversores y las empresas.



El papel de la energía en el crecimiento económico

La energía es la base de la economía. Actualmente, concebir un mundo sin energía sería algo utópico, ya que desde actividades primarias como la agricultura hasta los servicios comerciales se sustentan en ella para su puesta en marcha.

La cercana relación existente entre la demanda de energía y el crecimiento económico viene medida por el crecimiento del PIB. Sin embargo, el hecho de que la economía sea más eficiente que antes en cuanto a su uso del combustible, junto con el mayor protagonismo del sector servicios, hace que se necesite menos energía para producir cada unidad de PIB.

Admitiendo la dependencia energética de los combustibles fósiles que tiene la sociedad, es necesario tener presente que el posible agotamiento de éstos puede causar un aumento de la volatilidad de los precios de la energía, lo que puede provocar una disminución del crecimiento económico mundial y un aumento de la inflación. De hecho, los elevados costes del crudo y su carácter volátil, junto con los desequilibrios internacionales, están causando la preocupación de los países más industrializados por el riesgo que representan para el crecimiento económico mundial.

Los precios de los combustibles fósiles

La estabilización de los precios en los combustibles fósiles resulta muy compleja debido a los continuos cambios en las reservas y al incremento imparable de la demanda.

a) Petróleo

No hay duda de que los mercados de petróleo han cambiado significativamente en los últimos años. El gradual aumento de la tensión en la cadena de la oferta de petróleo se viene observando durante algún tiempo, pero ha sido sólo a partir de los dos últimos años cuando la mayoría de los analistas sectoriales ha comenzado a aceptar la idea de que estamos ante el mayor cambio estructural del mercado de petróleo de todos los tiempos.

Mis notas

Precio del petróleo crudo desde 1861

Dólares USA por barril

Acontecimientos en el mundo

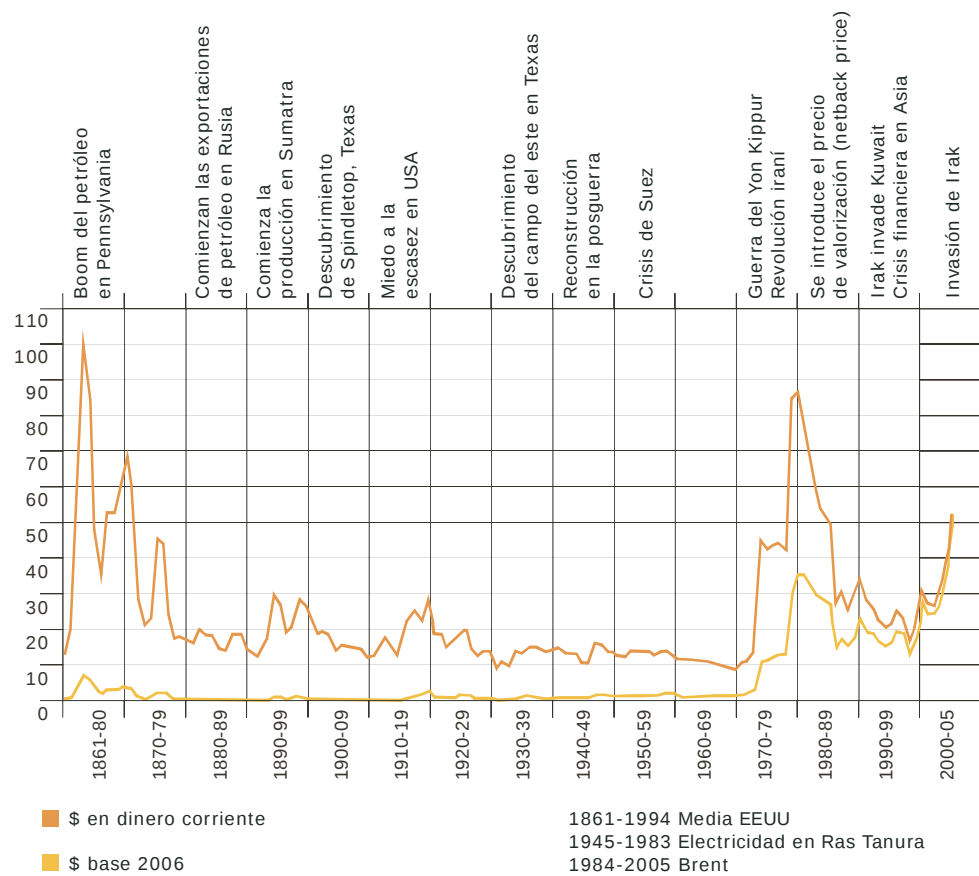


Ilustración 23: Evolución de los precios del petróleo desde 1861.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

A lo largo de la historia, el precio del petróleo ha sufrido una evolución marcada por distintas circunstancias sociopolíticas y económicas. Si se realiza un recorrido histórico desde el año 1970 hasta hoy, se comprueba que los mayores picos en el precio del petróleo han ido acompañados de distintas guerras que han afectado a los países productores o, más recientemente, han estado relacionados con el atentado terrorista del 11 de septiembre en Nueva York, que dio lugar a una guerra que aún tiene repercusiones. Actualmente, la línea que marca el precio del barril en la ilustración 23 se vería repuntada y llegaría a los 78 dólares.

El actual aumento del precio del crudo difiere del de crisis anteriores en un aspecto fundamental: no es fruto de una restricción de la oferta dirigida por la OPEP ni se debe al temor de que una guerra en Oriente Medio afecte al suministro, si bien la crisis nuclear con Irán puede estar acentuando este incremento de precios. El precio del crudo se está elevando por dos razones bien conocidas:

1. La cantidad de petróleo que la industria puede bombear y refinar es limitada.
2. La demanda está viviendo un boom por la creciente necesidad de petróleo que tienen países en rápido crecimiento como China y la India, y por la recuperación económica de Estados Unidos.

Los repentinos aumentos del precio del petróleo pueden afectar a las economías actuando como un impuesto al consumo, forzando a la gente a gastar menos en otros bienes, elevando sus costes y obstaculizando las ganancias de las compañías. Sin embargo, por ahora, parece que el crecimiento económico no se ha ralentizado de forma significativa, ya que existen otras fuerzas económicas que compensan el shock petrolero, como la competencia global, por ejemplo, que ha ayudado a mantener la inflación en niveles moderados.

b) Gas natural

El gas natural es una fuente energética muy cercana al petróleo. Sus ofertas están muy relacionadas y sus precios fuertemente correlacionados, por lo que causas similares a las que provocan variaciones en el precio del petróleo pueden originar fluctuaciones en el precio del gas natural.

El mercado internacional de gas natural se compone de diferentes mercados regionales, por lo que no es posible hablar de un mercado mundial para este producto. Aunque exista una tendencia hacia una cierta liberalización del mercado en todo el mundo, el mercado sigue estando muy regulado en muchas regiones.

En América del Norte, por ejemplo, donde el mercado está altamente liberalizado, los precios son muy competitivos y fluctúan en función de la oferta y la demanda. Tras la apertura del mercado a la competencia, los precios disminuyeron significativamente. Por el contrario, en Rusia, donde existe una situación de monopolio, los precios internos se han mantenido artificialmente bajos mientras que el gas se vende en los mercados extranjeros a precios más elevados, lo que permite compensar las pérdidas. En Europa, el precio del gas natural está más a menudo influido por la competencia con combustibles alternativos.

Los precios del gas natural se caracterizan por ser cíclicos. Sus movimientos al alza son consecuencia de una fuerte demanda, que alienta la exploración y la

perforación. El estado actual del mercado parece indicar que en el futuro los precios del gas natural no alcanzarán los bajos niveles de estos últimos años.

c) Carbón

En estos momentos en los que la economía internacional reconoce a las materias primas energéticas un precio más elevado, el precio del carbón comienza a tener también un papel relevante. Como dicen muchos expertos de economía, la era de la "energía barata" comienza a finalizar.

El carbón, al igual que el resto de los combustibles fósiles, se está viendo afectado por todos los movimientos económicos internacionales y se ha podido comprobar que en los últimos años ha experimentado una gran subida en los índices internacionales de precio. McCloskey, por ejemplo, alcanzó casi los 80 dólares por tonelada y, aunque fue corrigiendo el precio durante 2005, los "futuros" advertían que volvería a subir hasta rozar los 65 dólares, como está haciendo actualmente²¹.

La divisa en el comercio energético

Otro rasgo distintivo importante y de gran influencia en la economía es la divisa utilizada para el comercio de petróleo.

Por tradición, las cotizaciones se señalan en dólares de Estados Unidos. Se puede pagar por la mercancía en cualquier moneda, pero la valoración siempre se realiza en dólares. En tal situación, tanto los vendedores como los clientes prefieren efectuar pagos en dólares para evitar gastos superfluos. Precisamente, el dólar estadounidense debe su condición de moneda mundial de reserva a este sistema de cotizaciones y pagos por el petróleo (y por la mayoría de las restantes fuentes energéticas).

No obstante, las variaciones de fuerzas de los agentes que se han producido en los últimos tiempos en el mercado de petróleo, junto con un déficit presupuestario y comercial que se observa en Estados Unidos y la creciente importancia de la moneda europea, están originando intentos de revisar este sistema de comercio, lo que provocaría sustanciales cambios en la política mundial²².

En septiembre de 2000, Irak anunció que no iba a aceptar más dólares por el petróleo y ordenó convertir en euros los 10.000 millones de dólares transferidos a la cuenta de la que dispone la ONU. Fue un paso político orientado a obtener beneficios en vistas de la incesante caída del dólar. Cuando los marines estadounidenses entraron en Bagdad, el petróleo iraquí volvió a venderse en dólares.

En 2006, Irán ha hecho de dominio público sus planes de abrir una bolsa de petróleo en la que el hidrocarburo se cotea en euros. La noticia ha provocado una seria preocupación en los círculos petroleros, sobre todo en los estadounidenses, ya que Irán es el segundo mayor productor de la OPEP. Estados Unidos

21. Información obtenida del Índice MCIS (dólares/tonelada), 30 de junio de 2006. Federación Nacional de Empresarios de Minas de Carbón.

22. Información obtenida del Centro de Estudios Energéticos del Instituto de Economía Mundial y Relaciones Internacionales de la Academia de Ciencias de Rusia.

teme que la OPEP transfiera sus transacciones internacionales de un estándar dólar a un estándar euro, lo que amenazaría su hegemonía económica.

El tipo de cambio del dólar se vería afectado ante un cambio masivo de los pagos a otra divisa. Intentos como el de Irak e Irán, además de los guiños que países como Venezuela o Rusia están haciendo a esta posibilidad, marcan la creciente tendencia de revisar el actual sistema de cotizaciones y pagos en el mercado de petróleo. Esa tendencia puede llevar al surgimiento de una o varias divisas del contrato.

El papel de las grandes compañías petroleras

Durante la década de los noventa, la liberalización económica, las reformas de economía de mercado y la gestión corporativa al estilo occidental han caracterizado a las industrias de gas y petróleo de los mayores países productores de energía, así como a las industrias energéticas de los países en vías de desarrollo que más consumen. Hoy día, la economía está siguiendo la misma tendencia.

Entre los actores más importantes dentro de la industria del petróleo, destacan las compañías petroleras nacionales (NOC, por sus siglas en inglés) y las compañías petroleras internacionales privadas (OIC).

Las NOC²³, junto con los monopolios tradicionales de gas y petróleo que aún quedan, controlan la gran mayoría de las reservas probadas de petróleo; sin embargo, no controlan en la misma medida la producción.

23. Según Petroleum Intelligence Weekly, NOC como Saudi Aramco (Arabia Saudí), PDV (Venezuela), NIOC (Irán), PEMEX (México) o Petrochina (China) se sitúan entre las diez primeras tanto en reservas de petróleo como en producción de petróleo. IOC como ExxonMobil, Royal Dutch Shell, BP o ChevronTexaco se sitúan entre las diez primeras, pero en términos de reservas caen varios lugares hasta situarse entre la 10.^a y la 20.^a posición.

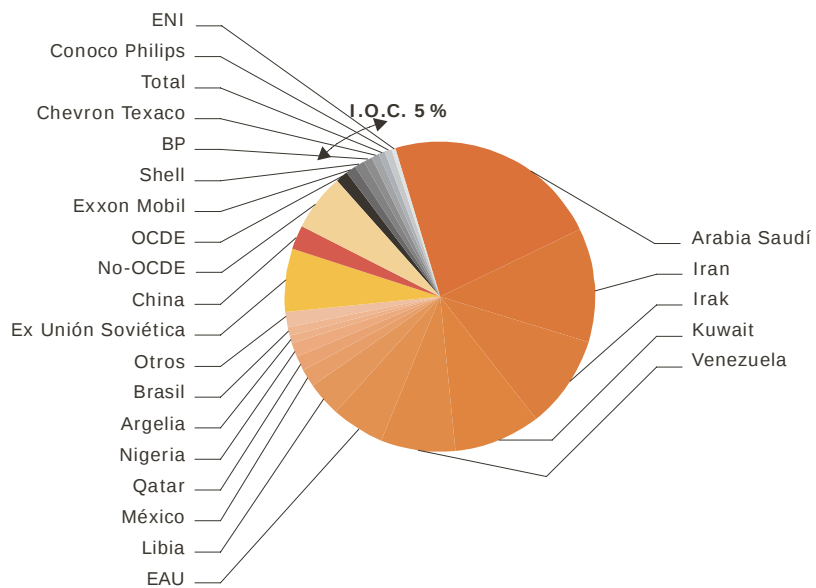
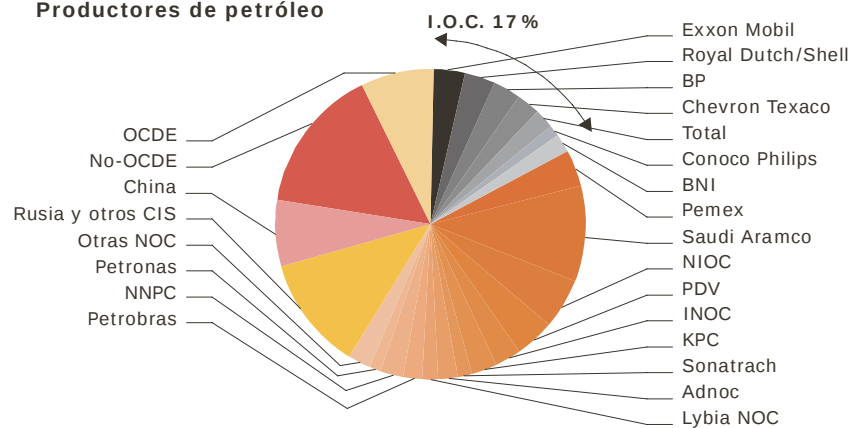
Reservas de petróleo**Productores de petróleo**

Ilustración 24: Reservas de petróleo y productores de petróleo.

Fuente: 2002 BP Statistical Review.

Mis notas

Basándose en ese control de las reservas y en las nuevas iniciativas estratégicas en la inversión y comercio de gas y petróleo, las NOC han ganado influencia hasta tal punto que es imposible tener una visión global de la energía en el mundo sin hacer referencia a sus objetivos futuros, estrategias y comportamientos.

En un principio, su misión consiste en incrementar los beneficios del Estado y ser su motor de desarrollo económico. Sin embargo, debido a la fuerte presión del sector público, han desviado su atención de los intereses corporativos para centrarse en aspectos más estatales y han acabado ostentando responsabilidades sociales y políticas. Así, se han convertido en una especie de macroempresas muy burocratizadas que controlan el monopolio de hidrocarburos del país y, a menudo, cubren una función reguladora.

De esta manera, aunque la necesidad de reformar las NOC para mejorar su actuación, ser competitivas y crear valor es reconocida extensamente, se han llevado a cabo pocos progresos. Todo esto requiere como mínimo una clara separación de tareas entre defender los intereses nacionales y defender los intereses corporativos. Las NOC deberían centrarse en esto último, mientras que el Estado debería ocuparse de lo primero.

Volviendo a la ilustración 24, centremos la atención en las IOC. Éstas tienen una importancia considerable como productores de petróleo; sin embargo, si observamos las reservas, su importancia desciende considerablemente. Aparentemente surge aquí un alineamiento de intereses entre IOC y NOC. Las IOC ofrecen tecnología, capacidad de gestión de proyectos complejos, eficiencia o acceso a mercados diversificados. Las NOC, por su parte, ofrecen reservas de petróleo, apoyo de proyectos a largo plazo o rendimientos de la inversión potencialmente atractivos.

Sin embargo, a pesar del claro alineamiento de intereses existente, se han logrado avances limitados en su conjunción, por lo que aún queda un largo camino por recorrer.

El transporte

El transporte siempre ha tenido una gran importancia en la economía debido a su repercusión en el comercio y a la necesidad de su participación en muchos otros sectores (turismo, desplazamientos privados, etc.). Este valor ha crecido de manera exponencial con la progresiva globalización a la que estamos asistiendo. Hemos sido testigos del extraordinario impulso de las relaciones económicas internacionales, con lo que el transporte se ha convertido en uno de los pilares de la economía actual, tanto para los países desarrollados como para los subdesarrollados.

A lo largo del siglo XX, la demanda del sector transporte se ha incrementado exponencialmente en los países de la OCDE. Las claves principales de este crecimiento han sido el transporte por tierra y, más recientemente, el transporte aéreo. A medida que los países emergentes sigan desarrollándose y el mundo se enfrente a la amenaza del cambio climático, este sector representará un gran desafío a largo plazo. Además, su conexión con la energía es innegable: el sector del transporte consume un tercio de la energía total.

La principal fuente de energía que consume el sector del transporte es el petróleo, que alcanza más de la mitad del total consumido en el mundo (concretamente, el 51,51%²⁴). El consumo de petróleo por parte del sector del transporte está experimentando un fuerte incremento en los países desarrollados durante los últimos años, como puede observarse en la ilustración 25.

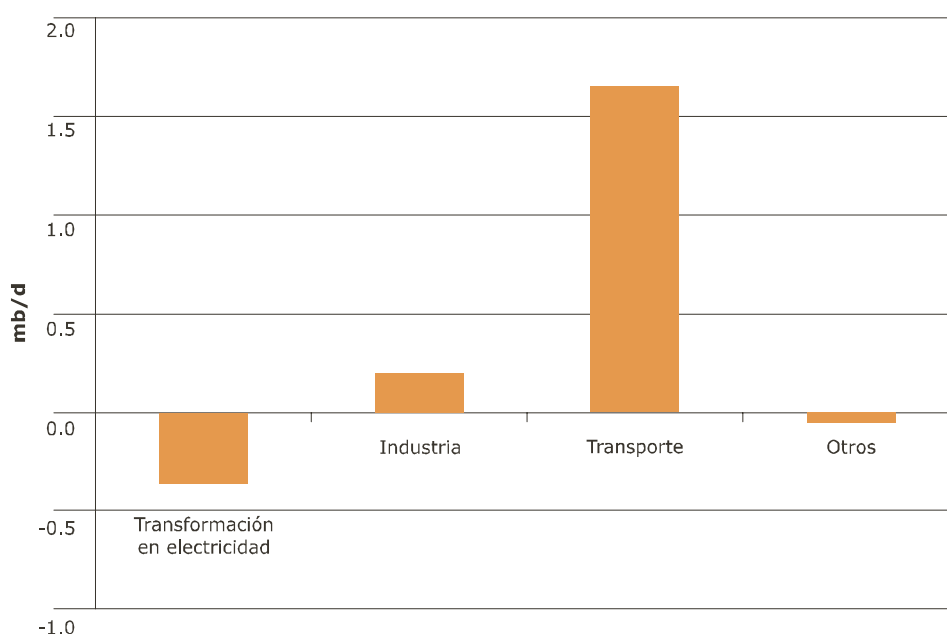


Ilustración 25: Incremento de la demanda de petróleo del transporte 1999-2004.

Fuente: *World Energy Outlook 2005*. International Energy Agency.

El transporte terrestre es el dominante dentro del sector, ya que representa el 90% de los viajes de pasajeros y el 75% de los transportes de carga²⁵. En los últimos 25 años, la flota de vehículos se ha más que duplicado en los países OCDE, que agrupan el 80% de la flota. En 2004 había cerca de 600 millones de automóviles privados y 209 millones de camiones registrados en el mundo.

En cuanto al consumo de energía, el transporte terrestre vuelve a aparecer como dominante (representa el 81% de la demanda de energía relacionada con este sector) y, a pesar de los recientes avances en la eficiencia energética, todavía se trata del modo de transporte más intensivo en energía.

24. International Energy Outlook 2006.

25. Energy Consumption in the Transport Sector. IFP, Panorama 2005.

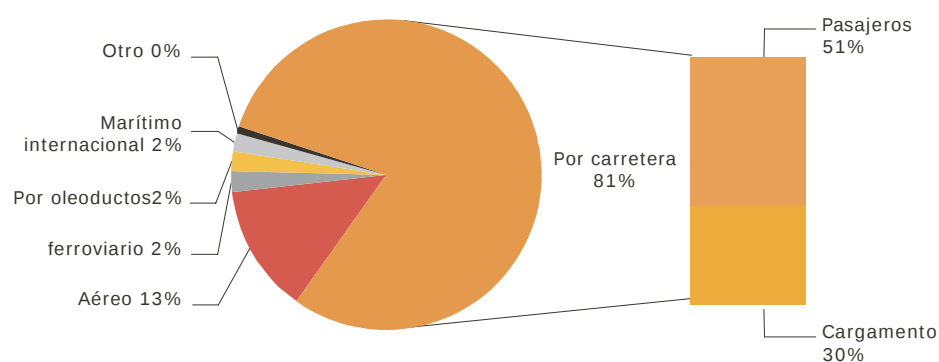


Ilustración 26: Desglose consumo energía sector transporte.

Fuente: "Energy Consumption in the transport sector"
IFP, Panorama 2005.

El alto crecimiento del transporte terrestre limita el impacto de las continuas políticas de conservación de energía y protección del medio ambiente. Un factor dominante en esta tendencia paradójica es que los sistemas de transporte que consumen menos energía o energía más limpia no son suficientemente competitivos o carecen de la infraestructura necesaria.

Si bien durante los últimos treinta años han sido los países de la OCDE los que han liderado el crecimiento del transporte por carretera, se espera que los países emergentes como China o la India tomen el relevo. De hecho, eso ya está ocurriendo en China, donde en el período 1997-2003 la producción de vehículos aumentó hasta multiplicarse casi por nueve, con una cifra que llegó hasta los 4,4 millones de vehículos en 2003, equivalente a más del 20% de la producción europea. La tasa de propiedad de vehículos en China está situada solamente en 10 vehículos por cada 1.000 habitantes, así que esto parece ser sólo el principio.

Por último, no se puede obviar el efecto del transporte en el medio ambiente, ya que es, principalmente, consumidor de combustibles fósiles, que son los que más CO₂ emiten. Esta cuestión se trata de forma más amplia en el apartado dedicado a energía y medio ambiente.



3.2.2. Energía y política

Los aspectos políticos son de gran relevancia en la energía, ya que suponen la vía necesaria para asegurar un suministro sostenible compatible con el respeto al medio ambiente mediante una regulación que fomente el uso eficiente de las energías no renovables y promueva el desarrollo de las renovables. Todo ello mediante relaciones geopolíticas estables que garanticen el comercio internacional de la energía.

Regulación

En una situación actual marcada por los altos precios del petróleo y por los pre-visibles problemas en el suministro, se hace necesario que los organismos públicos entren en escena para promover una utilización más eficiente de los combustibles fósiles y una transición hacia la energía renovable.

La clave para la promoción de la eficiencia energética es dar a las regiones, a los ciudadanos y a la industria los incentivos y los instrumentos necesarios para llevar a cabo las actuaciones y las inversiones necesarias con el fin de conseguir un mayor ahorro energético.

Una de las funciones de los poderes públicos, nacionales o comunitarios, es compensar las deficiencias del mercado. En este sentido, los gobiernos se sirven de ayudas estatales (subvenciones o concesiones), de la fiscalidad (variaciones en los impuestos) y de campañas de concienciación con el fin de garantizar una mayor eficiencia energética.

La Comisión Europea lanzó en 2005 su Libro Verde sobre la eficiencia energética²⁶, en el que invita a las autoridades públicas a responsabilizar al conjunto de los ciudadanos y las empresas, y a recompensar los comportamientos de ahorro. El objetivo marcado en el Libro Verde es "definir opciones y abrir un amplio debate sobre cómo conseguir un ahorro de energía de manera rentable e iniciar el proceso para establecer rápidamente un plan de acción concreto, que incluya actuaciones a nivel comunitario, nacional, regional, local e internacional, así como al nivel de la industria y los particulares, a fin de explotar el potencial de eficiencia energética detectado".

El desarrollo de medidas de eficiencia energética debe ir unido a la promoción de energías renovables. Los gobiernos deben integrar en sus políticas objetivos que impulsen el consumo de energías renovables.

Ya en 1997, la Comisión Europea publicó un Libro Blanco sobre las energías renovables (Energía para el futuro: fuentes de energía renovables), en el que proponía una estrategia y un plan de acción comunitarios con el objetivo de duplicar la participación de las fuentes energéticas renovables en el consumo energético de la Unión Europea antes del año 2010²⁷: del 6% del mix energético

26. Véase http://www.mma.es/secciones/ca mbio_climatico/documentacion_cc /normativa_cc/pdf/com2005_026 5es01.pdf.

27. Véase http://ec.europa.eu/energy/librar y/599fi_es.pdf.

co al 12%. En 2005, el peso relativo de las energías renovables en el total del consumo europeo seguía siendo el 6%. De hecho, se ha desarrollado un nuevo plan de energías renovables 2005-2010 para lograr el objetivo propuesto.

La promoción de la electricidad producida a partir de fuentes de energía renovables es otra de las iniciativas que se están llevando a cabo y que fijan objetivos comunitarios y nacionales de consumo eléctrico (Directiva de 2001).

Ante el incremento del precio del petróleo de los últimos tiempos, los gobiernos están otorgando cada vez mayor importancia al desarrollo de los biocarburantes para el transporte. Así, en el ámbito europeo, se tiene como objetivo aumentar la proporción de combustibles obtenidos de la biomasa del 1% actual al 5,75% antes de 2010.

El apoyo político de los poderes públicos es vital para estimular el cambio tecnológico y para obtener una absorción más rápida de las tecnologías en las energías renovables, así como un despliegue más amplio de éstas²⁸.

Otras cuestiones en materia de regulación giran en torno a la influencia del cambio climático en el suministro diario de energía a los consumidores. El Protocolo de Kyoto marca la mayor iniciativa en este aspecto y se tratará con profundidad en el capítulo sobre medio ambiente.

Geopolítica

Mientras se toman nuevas medidas para fomentar el uso de las energías renovables, los países se preocupan por mantener los niveles energéticos actuales mediante vínculos comerciales que les aseguren el abastecimiento de hidrocarburos. De la inteligencia de los actores políticos y de sus estrategias internacionales dependerá que el mundo se enfrente a un panorama de tensiones y choques de intereses o a un escenario de cooperación global o regional, con las consiguientes repercusiones que estas situaciones tienen sobre los precios.

La geopolítica cobra gran importancia en los países desarrollados (Estados Unidos y los países de la Unión Europea principalmente) "adictos" al petróleo, ya que éste con frecuencia se importa de regiones políticamente inestables.

Por ejemplo, países de la OPEP como Nigeria, Irak, Irán, etc. producen petróleo, pero son inestables políticamente, lo que provoca cambios en la producción, de la cual dependen muchas de las naciones consumidoras de petróleo. Otros, como Venezuela, amenazan con revisar los contratos de suministro firmados en los años noventa con el fin de diversificar su oferta y utilizar el petróleo para desarrollar sus propios intereses socialistas.

Otro agravante de la situación es la sed de crecimiento de países en vías de desarrollo como *China* y la *India*, traducida en aumentos considerables de la

28. Información obtenida del artículo "Energías Renovables en Europa: cifras, políticas, investigación y desarrollo tecnológico".

demanda energética cuya repercusión internacional provoca tensiones por asegurarse el suministro energético.

China se ha convertido ya en el segundo consumidor mundial de crudo y el consumo indio crecerá un 50% en los próximos ocho años tras las importantes reformas acometidas en los años noventa por Nueva Delhi en su sector energético²⁹. Este aumento de la demanda no parece alterar significativamente las previsiones sobre las reservas, pero contribuirá sin lugar a dudas a mantener altos los precios durante los próximos años.

El hecho de que ambos gigantes emergentes obtengan la mayor parte del petróleo de la OPEP también está influyendo en que las economías occidentales busquen nuevas fuentes de suministro que permitan reducir la enorme dependencia que actualmente tienen de esta organización. De hecho, durante los últimos años se han buscado alternativas mediante la diversificación en el Golfo de Guinea, los yacimientos siberianos y la cuenca del Caspio, que se han convertido en las nuevas estrellas de la geopolítica petrolífera.

No obstante, a pesar de esto, no parece que la dependencia de la Unión Europea con respecto a la OPEP vaya a disminuir drásticamente en los próximos años. Europa importa en la actualidad casi el 80% del petróleo que consume, el 45% del cual proviene de la OPEP. *Estados Unidos*, por su parte, confía en su comercio energético con sus vecinos geográficos, Canadá y México, además de realizar importaciones a la OPEP.

Unos lazos comerciales más estrechos con *Rusia* pueden ayudar a aumentar el peso de este país en los suministros petrolíferos que recibe la Unión Europea, por no hablar del incremento de la presencia europea en *Asia Central* y el *Cáucaso*. Sin embargo, los estudios indican que el Caspio no es ese nuevo Golfo Pérsico que muchos creían a mediados de los noventa. La realidad es que la producción regional no superará los 4,7 millones de barriles diarios en 2010, apenas la mitad del petróleo que produce actualmente Arabia Saudí.

Lo mismo ocurre con *África Occidental*, cuyo porcentaje en las importaciones europeas bien podría haber tocado ya techo en torno al 25%. No hay que olvidar que la producción conjunta de Nigeria, el Congo, Gabón, Camerún y Guinea Ecuatorial suma 4,5 millones de barriles diarios. Para desarrollar los recursos energéticos africanos se necesita inversión extranjera directa, ya que casi todos los nuevos yacimientos están en aguas profundas frente a las costas y requieren instalaciones de explotación avanzadas, así como gran inversión de capital.

Todo hace indicar que *Oriente Medio* (miembros de la OPEP) continuará ostentando el liderazgo en el petróleo. Arabia Saudí y los productores del Golfo poseen alrededor de las dos terceras partes de las reservas probadas mundiales de petróleo. El tamaño de sus reservas, combinado con su bajo coste de producción, garantiza que Oriente Medio seguirá desempeñando un papel crucial en el

29. Información obtenida del artículo "Geopolítica del petróleo: ¿cambios existenciales?". Autor: Ángel Alonso Arroba. Marzo de 2005.

mercado energético mundial.

Aún más, Arabia Saudí apoya la seguridad energética internacional al mantener una considerable capacidad de producción excesiva, que puede ser puesta en acción rápidamente ante la eventualidad de una perturbación grave de la oferta en cualquier parte del mundo³⁰.

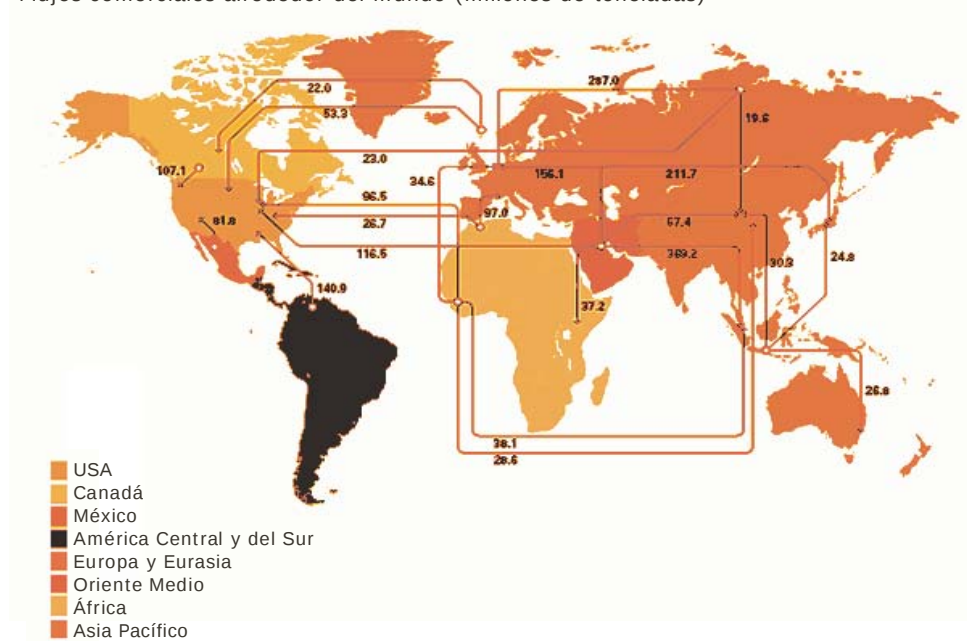
La gran dependencia mundial de la producción de petróleo de esta región tiende a buscar una mayor diversificación de la oferta mundial, aunque con ello no se pretenda alejarse de estos productores. De hecho, se les alienta a que aumenten su oferta permitiendo la entrada de una mayor inversión extranjera.

En este sentido, los productores del Golfo podrían cosechar mayores beneficios si abrieran sus economías a una mayor inversión privada, de modo que la capacidad de producir petróleo y gas pudiera crecer y las ofertas de energía pudieran responder más plenamente a los cambios de la demanda. La inversión en gas natural es un sector en el que ya ha comenzado este proceso. Qatar trabaja con importantes compañías internacionales de energía para convertirse en un exportador importante de gas natural licuado (GNL).

En la ilustración 27 se observan gráficamente los principales movimientos comerciales de petróleo entre las diferentes regiones nombradas.

Mayores movimientos comerciales

Flujos comerciales alrededor del mundo (millones de toneladas)



30. Información obtenida del artículo "La geopolítica del petróleo y el gas natural". Autor: Alan Larson, subsecretario para Asuntos Económicos, Empresariales y Agrícolas del Departamento de Estado de Estados Unidos.

Ilustración 27: Movimientos comerciales de petróleo a nivel mundial.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

3.2.3. Energía y sociedad

Partimos del axioma de que la sociedad humana no puede sobrevivir sin el uso continuo de energía y, por tanto, de las fuentes de energía. A lo largo de la historia, éstas han ido cambiando desde la energía humana hasta las fuentes que conocemos en la actualidad, pero su importancia se ha mantenido intacta. Las economías modernas son tan dependientes de la energía que la energía consumida per cápita se ha convertido en un indicador de la modernidad y el progreso de un país.

Como vamos a ver a continuación, existen conexiones entre el uso de la energía y el crecimiento de la población, la pobreza, la urbanización y la conciencia social. Estos aspectos influyen en el consumo de energía del mismo modo que los sistemas de energía influyen en ellos. Así, la energía también está en posición de solucionar problemas globales, particularmente los relacionados con los factores citados.

En realidad, el objetivo global de la energía puede resumirse en una expresión muy corta que se menciona en innumerables ocasiones: "desarrollo sostenible del mundo".

Energía y población

Muchos de los problemas actuales provienen de la disponibilidad y uso de los recursos naturales, los cuales tienen una estrecha relación con la población humana, que es la que ejerce presión sobre ellos. La población mundial se ha incrementado de manera explosiva en los últimos cien años. "Costó millones de años llegar a los 1.000 millones de personas, 123 años llegar a los 2.000, 33 años llegar a los 3.000, 14 años llegar a los 4.000 y 13 años llegar a los 5.000"³¹.

La influencia de la población en la demanda de energía es evidente: cuanta más población hay, más energía se requiere. Ésta es, quizá, la base sobre la que se asienta la idea de que el incremento de la población en países en desarrollo representa la amenaza más seria para el crecimiento y el calentamiento global.

Sin embargo, según avalan las estadísticas, los hábitos de utilización intensiva de la energía tienen un impacto aún mayor: el 49% del incremento en la demanda de energía en el mundo entre 1890 y 1990 se debió al crecimiento de la población y el 51% restante, al incremento per cápita en el uso de la energía. Por tanto, la población, tanto por su volumen como por sus hábitos, tiene un impacto directo en el consumo energético mundial.

31. Sen, 1994. A estas cifras podemos añadir que la Organización de Naciones Unidas calculó que la población mundial alcanzó la cifra de 6.000 millones el 13 de octubre de 1999. Ese día, en una maternidad de Sarajevo, un niño fue designado la persona 6.000 millones del planeta.

Energía y urbanización

Hace un siglo, ni siquiera los visionarios podrían haber imaginado una ciudad con más de un millón de habitantes. Se prevé que en el año 2010 más de 500 ciudades superen esa barrera y que incluso 25 de ellas, las llamadas "megaciudades", superen los 10 millones de habitantes. La disponibilidad de fuentes energéticas, en combinación con los fenómenos de motorización e industrialización, se ha visto sustancialmente alterada por la manera en la que la gente se relaciona con el entorno. Además, cabe destacar que el número de personas que viven en las ciudades sobrepasará en un breve período de tiempo al de las que viven en el medio rural³².

Según la conferencia de 1996 de la ONU sobre asentamientos humanos sostenibles, conocida como "Habitat II"³³, la manera y la escala de desarrollo urbano afectarán enormemente al consumo futuro de energía. La urbanización tiene un efecto muy profundo en la cantidad y el tipo de energía consumida. Otros factores como el desarrollo económico, la industrialización o las características socioculturales también impulsan el incremento global de la demanda energética. Mientras que las sociedades rurales se basan principalmente en la energía animal o humana y en la madera como combustible, las sociedades urbanas se basan en la electricidad y en combustibles fósiles.

Sin embargo, a pesar de los consabidos efectos negativos para el medio ambiente que se producen en las áreas urbanas, la realidad es que la prosperidad económica de un país depende de la actuación de sus ciudades.

En los países en desarrollo, el consumo per cápita de energía se mantiene bajo. A medida que se vayan urbanizando, la demanda de energía se incrementará y los combustibles tradicionales (madera y carbón vegetal), la comida y otros materiales consumidos en zonas urbanas podrán ser transportados a mayor distancia. Además, la industria y el comercio urbano requieren más energía e infraestructuras que la agricultura tradicional. Por tanto, el uso de la energía se incrementa rápidamente en los países en desarrollo según van industrializándose.

No obstante, la energía puede ser un instrumento para el desarrollo sostenible si se pone el énfasis en el uso más eficiente de la energía y en el incremento del uso de energías renovables, entre otras medidas.

Las estrategias energéticas en torno a la urbanización pueden ser muchas. Por ejemplo, un balance adecuado entre movilidad y accesibilidad basado en la gestión de la demanda daría como resultado una estrategia de transporte más eficiente energéticamente. Se trata de poner en conjunción las necesidades que tiene la gente de moverse en la ciudad con las posibilidades reales que ésta ofrece en cuanto a suelo e infraestructuras desarrolladas.

32. World Energy Assessment: Energy and the challenge of sustainability. Chapter 2: Energy and social issues. Amulya K.N. Reddy (India). 2000 UNDP.

33. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Habitat II). Naciones Unidas. 7 de agosto de 1996.



Las áreas urbanas ofrecen un potencial enorme para reducir la demanda de materiales intensivos en energía e incrementar la eficiencia del uso de recursos. La aglomeración de redes sociales fomenta un ambiente más accesible a campañas de concienciación pública y crea un entorno de aprendizaje favorable al cambio en los patrones de mal gasto en el consumo. Además, la aplicación de nuevas tecnologías eficientes en energía es más rápida gracias a las inversiones que realizan las empresas privadas, forzadas por la competitividad del mercado.

Energía y pobreza

La pobreza se refiere a la imposibilidad de los individuos de acceder a necesidades humanas básicas como comida, agua, techo, ropa, sanidad o educación. También cubre la falta de oportunidades y posibilidades de elección vitales para el desarrollo humano (incluyendo una vida larga, sana y creativa, nivel de vida, dignidad, autoestima o respeto).

Los servicios de energía son un input crucial para el reto de proveer de las necesidades básicas a las personas, es decir, para propiciar un desarrollo primario. La energía es uno de los determinantes de la pobreza y del desarrollo. El consumo de energía por habitante constituye uno de los indicadores más fiables del grado de desarrollo económico y de bienestar de una sociedad determinada. En este sentido, la demanda energética se asocia de forma generalizada con el Producto Nacional Bruto (PNB) de un país, con su capacidad industrial y con el nivel de vida alcanzado por sus habitantes.

Se podrían destacar muchos ejemplos de la importancia de la energía; entre otras funciones, sirve para cocinar alimentos, lograr una temperatura confortable, alumbrar, bombear agua, comunicarse o transportar. Carecer de acceso a la energía contribuye a la pobreza y a la privación, y puede contribuir al declive económico.

La dimensión energética de la pobreza ("pobreza energética") puede definirse como la ausencia de oportunidades suficientes para acceder a servicios energéticos que apoyen el desarrollo humano y económico de manera adecuada, asequible, segura, confiable, ambientalmente benigna y con una alta calidad. Los números hablan por sí solos: 2.000 millones de personas no tienen combustibles limpios y seguros para cocinar y dependen de las fuentes tradicionales de biomasa; en 2002, 1.600 millones de personas no tenían electricidad, la gran mayoría de ellas, como se observa en la ilustración 28, en países en desarrollo; si no se toman medidas, en 2030 todavía 1.400 millones de personas vivirán sin electricidad.

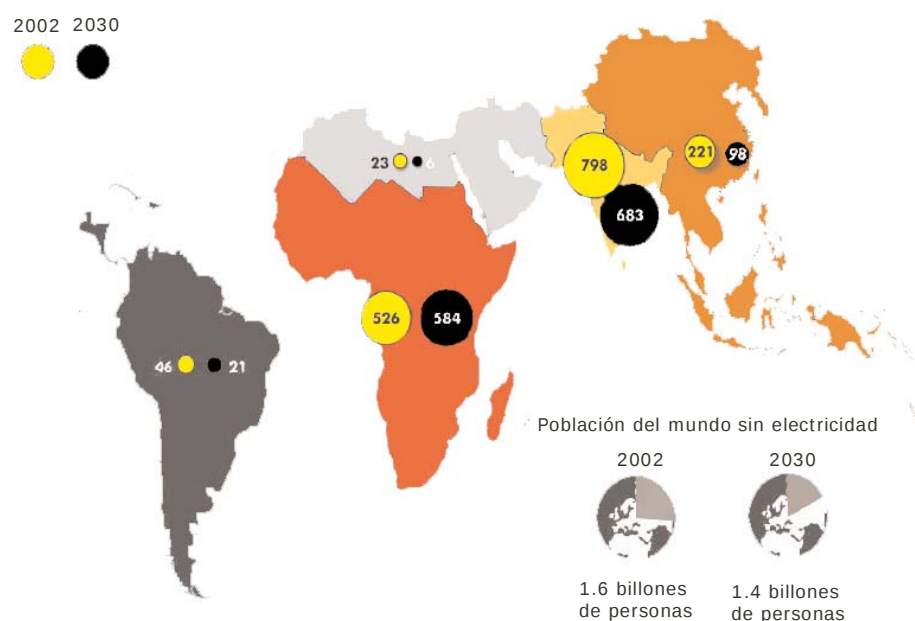


Ilustración 28: Población sin electricidad.

Fuente: *World Energy Outlook 2004*:

"Key trends and strategic challenges" International Energy Agency.

Todo esto no quiere decir que incrementar el acceso a servicios energéticos, por sí solo, vaya a conseguir el desarrollo económico o social. Sin embargo, la falta de inputs energéticos adecuados sí puede suponer un freno importante. Por tanto, el acceso universal a estos servicios es una condición necesaria, pero no suficiente, para el desarrollo.

También hay que tener en cuenta que todos los países industrializados tienen población en el umbral de la pobreza, aunque los aspectos energéticos de la pobreza son muy distintos de los de los países en vías de desarrollo. Los países industrializados no sufren "pobreza energética" en términos absolutos.

La parte de la sociedad encuadrada en la pobreza en los países industrializados gasta el mayor porcentaje de sus ingresos en energía con relación a la media. En este caso, el problema no es la falta de acceso a la energía suficiente para satisfacer sus necesidades, sino que sus circunstancias individuales les hacen consumir demasiada energía y, por tanto, gastar en ella un porcentaje demasiado elevado de sus ingresos.

En los países industrializados se necesita una estrategia alternativa para la pobreza energética que consiga que los individuos o familias de ingresos muy bajos sean menos vulnerables a los altos costes de la energía. Se puede resumir en que el reto principal en los países en desarrollo es la extensión del acceso a la energía, mientras que en los países desarrollados es mantener el acceso.

Energía y conciencia social

La conciencia social desempeña un papel fundamental en el ámbito de la eficiencia energética. Según los expertos del FTF, uno de los instrumentos más importantes que puede utilizar un gobierno para lograr el control de la demanda de energía es la concienciación social (además de actuar sobre la regulación y promoción de energías limpias).

Asimismo, el impulso que se está dando en los últimos años a las cuestiones relacionadas con el medio ambiente, fruto de la creciente preocupación de la sociedad, se ha visto traducido en movimientos de diferentes entes públicos y privados.

A finales de la década de los sesenta, la gravedad de los problemas medioambientales provocados por sustancias tóxicas se hizo más clara. A esto le siguió el conocimiento por parte de la sociedad del fenómeno conocido como "lluvia ácida". Los problemas de la contaminación atmosférica urbana ya eran conocidos desde hacía tiempo, a lo que se unió la intensificación de los debates sobre el cambio climático, ya a mediados de los setenta. Las crisis del petróleo de 1973 y 1979 acabaron por concienciar a los países sobre el problema energético. Por último, la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero resultantes del consumo de energía ha abierto los ojos con respecto a otro problema: el cambio climático.

Para servir de la mejor manera posible al futuro de la humanidad, el sistema energético debería ayudar a conseguir los objetivos fijados en la Conferencia de Medio Ambiente y Desarrollo celebrada por la ONU en Río de Janeiro en 1992 (también llamada "Cumbre de la Tierra"). Estos objetivos incluyen la promoción de sociedades económicamente viables, socialmente armoniosas y ambiental y estratégicamente seguras. Desde esta cumbre, se han tomado otras muchas medidas para promover la energía sostenible, como incrementar la eficiencia energética, apoyar las fuentes de energía renovables o realizar planes integrales de recursos energéticos.

A pesar de todo lo citado, parece que las personas no son conscientes de la dimensión real del problema de la energía o no le otorgan la importancia que merece. Según el barómetro de mayo de 2006 del CIS, los españoles no mencionan la energía como un problema entre los 29 que destacan. Es posible que esté implícito en varios de ellos, pero el hecho de no ser mencionado en solitario ya es un indicador bastante significativo.

Para encontrar otro punto de vista sobre cómo la conciencia de la sociedad desempeña un papel importante en la energía, basta con desviar la mirada hacia la energía nuclear. En la última reunión del G8 (San Petersburgo, julio de 2006) se evidenció una importante división dentro de los países más industrializados del mundo. Según la declaración aprobada sobre energía, "el desarrollo nuclear

Sin embargo, a pesar de todos esos datos que parecen inclinar la balanza hacia la proliferación de la energía nuclear, la sociedad está empujando en dirección contraria en algunos países como Alemania, que se ha comprometido a ir abandonándola progresivamente, o Italia, donde el desarrollo nuclear fue rechazado por referéndum.

3.2.4. Energía y medio ambiente

Uno de los objetivos estratégicos con respecto al desarrollo sostenible de la energía gira en torno al medio ambiente. Esta creciente preocupación se está traduciendo en acciones con las que se pretende prevenir, afrontar, controlar y revertir los problemas derivados del calentamiento global y la degradación de los sistemas naturales.

Para ello es necesario racionalizar las pautas de producción y consumo energético, definir nuevos enfoques en materia de movilidad y concebir nuevos métodos de gestión de los recursos naturales, basados en una mejor comprensión y capacidad de predicción de los impactos y repercusiones que ejercen en el entorno, especialmente a escala global.

Las acciones políticas y de investigación que se están desarrollando para atajar este problema de impacto global versan sobre el desarrollo de sistemas energéticos sostenibles, la gestión de las emisiones de CO₂ provocadas por los combustibles fósiles y la gestión de los residuos derivados de la energía nuclear.

Emisiones de CO₂ derivadas de la producción energética

Las emisiones de CO₂ afectan de manera directa al calentamiento global del planeta y a la calidad del aire y el agua. Las acciones que limiten las emisiones de gases de efecto invernadero pueden alterar el nivel y composición de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía.

El CO₂ es uno de los gases de efecto invernadero con más presencia en la atmósfera. Las emisiones de CO₂ causadas por el hombre se producen principalmente a consecuencia de la combustión de los combustibles fósiles³⁴. El debate sobre el cambio climático ya ha comenzado con el objetivo de paliar las consecuencias de un panorama poco alentador.

En 2005, las emisiones de CO₂ provocadas por los combustibles fósiles aumentaron un 2,6%, una tasa elevada, pero no tanto como el 4,49% de incremento de 2004³⁵, si bien es superior a la media anual del 1,69% durante el período 1990-2004³⁶.

Evidentemente, no todas las regiones y países contribuyen de la misma manera en estas emisiones. En la ilustración 29 se presentan las emisiones de carbono producidas por los diferentes combustibles fósiles y por regiones.

34. La combustión de un millón de toneladas equivalentes de petróleo como unidad energética común a todas las fuentes energéticas en los combustibles fósiles producen: para el petróleo, 19,9 millones de toneladas de carbono; para el gas natural 13,8 millones de toneladas; y para el carbón, 24,1 millones de toneladas.

35. 2005 Carbon Dioxide Fact Sheet.

36. Energy Information Administration. World Carbon Dioxide Emissions from the Consumption and Flaring of Fossil Fuels, 1980-2004.

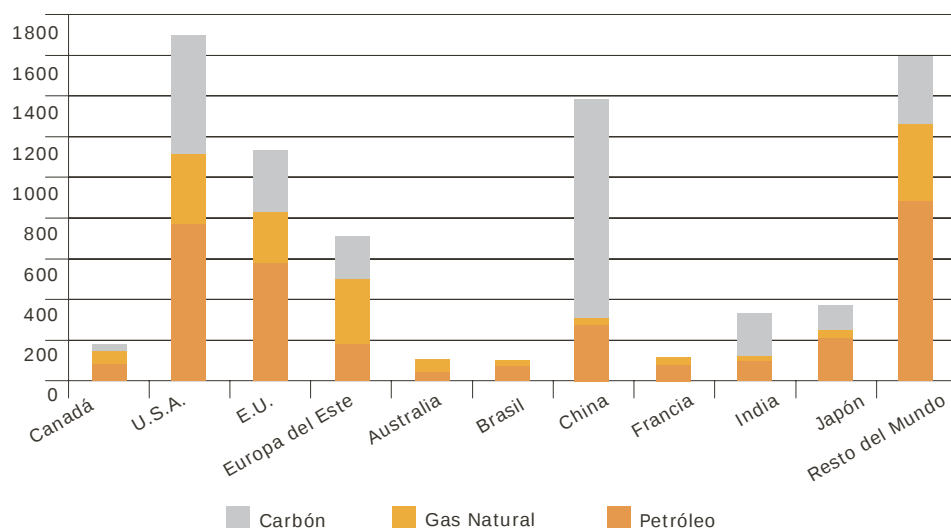


Ilustración 29: Emisiones de carbono derivadas de los combustibles fósiles por países en millones de toneladas, 2005.
Fuente: 2005 Carbon Dioxide Fact Sheet.

Entre los *países desarrollados*, Estados Unidos es el que produce mayor cantidad de emisiones de CO₂ provenientes de los combustibles fósiles, con el 22,38% del total mundial (en 2005), si bien en los últimos años está siguiendo una tendencia descendente. En Europa es necesario distinguir entre las emisiones de Europa del Este, que se incrementaron un 1,74% en 2005, y las de los países de la Unión Europea, que disminuyeron ligeramente (0,10%). Países como Francia y Canadá, en concreto, producen reducidas cantidades de CO₂ derivadas del carbón gracias a que la mayor parte de su suministro eléctrico proviene de la energía nuclear e hidráulica, respectivamente.

Dentro de los *países en vías de desarrollo*, China aumentó sus emisiones un 9,1%, si bien la cifra es menor que el 14,96% que aumentó en 2004 como resultado de su rápido crecimiento económico. En la India, la tendencia es similar, pero a menor escala.

Las emisiones per cápita a escala mundial en 2005 fueron de 1,18 toneladas de carbono por persona. Con una población mundial de 6.450 millones de personas en 2005, las emisiones se habrían tenido que reducir 0,43 toneladas por persona (lo que supone un 36%) para estabilizar las concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

Como hemos visto, el carbón es el combustible fósil que más emisiones de CO₂ produce para una misma unidad energética (millones de toneladas equivalentes de petróleo); sin embargo, la mayor producción de petróleo hace que la cantidad de CO₂ emitida por este combustible sea prácticamente igual a la emitida por la combustión de carbón.

La combustión de combustibles fósiles aporta prácticamente la totalidad de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía; tan sólo el 0,4% del total es emitido por otros motivos³⁷.

Si nos centramos en los sectores que más CO₂ emiten a la atmósfera, después de la generación eléctrica destaca el transporte, ya que es el principal consumidor de combustibles fósiles.

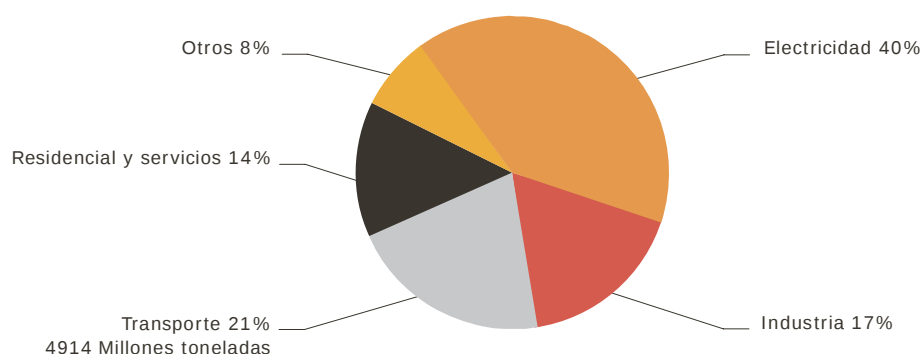


Ilustración 30: Emisiones de CO₂ por sectores 2002.
Fuente: *World Energy Outlook 2004*. International Energy Agency.

Precisamente en este sector del transporte es en el que las medidas que se deben adoptar para conseguir una reducción de las emisiones de CO₂ parecen más complicadas. La entrada de tecnologías que se desarrollan para reducir las emisiones necesitan tiempo hasta su generalización. Suelen pasar 13 años para lograr un 50% de penetración y 24 para llegar al 95%³⁸. Habría modos de acelerar el proceso, como imponer estándares de implementación para que los vehículos con la nueva tecnología entren antes en circulación, pero estas medidas únicamente lograrían reducir tres años la tasa de penetración.

37. Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

38. Energy Consumption in the Transport Sector. IFP, Panorama 2005.



Otras medidas complementarias que incentiven el cambio (como ventajas fiscales o la mezcla de combustibles alternativos de origen vegetal con combustibles convencionales) también podrían ayudar a solventar el problema. Sin embargo, es necesario un impulso de los gobiernos hacia estas tendencias, ya que el petróleo sigue siendo el combustible más barato a pesar de sus altas emisiones de CO₂.

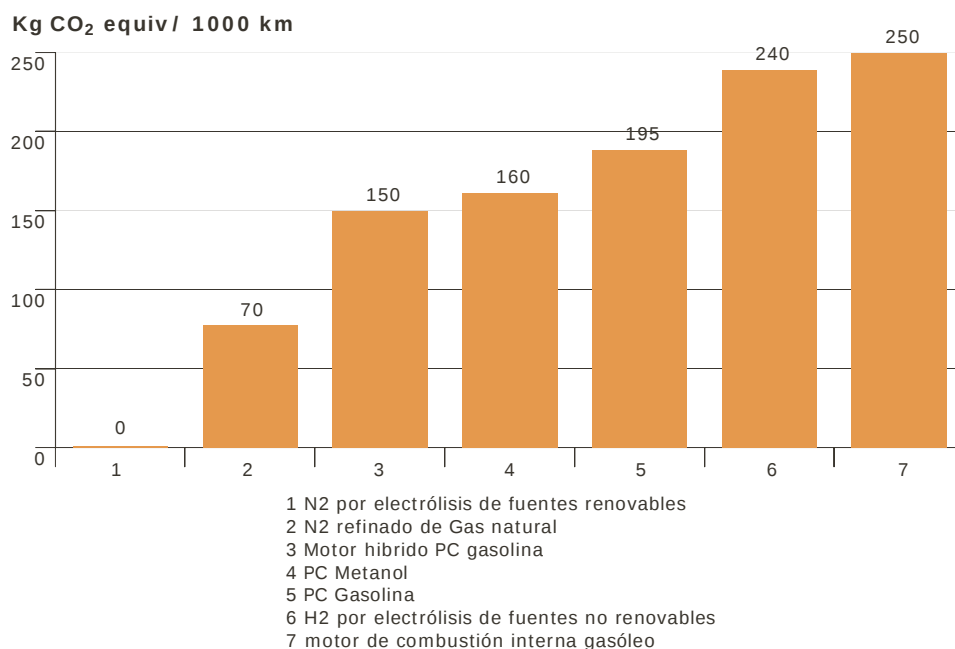


Ilustración 31: Nivel de emisión de CO₂ en función del combustible por cada 1000 km.

Fuente: Methanol Research Institute.

En un plano más general, para lograr reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, los expertos del FTF proponen una serie de medidas que tendrían diferentes impactos en función de su aplicación en países desarrollados o en vías de desarrollo.

Una mejora del uso eficiente de la energía provocaría un mayor descenso de CO₂ que otras medidas, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Además, los expertos consideran que una mayor inclinación hacia la energía nuclear podría ser una medida efectiva para reducir las emisiones de CO₂ en los países desarrollados.

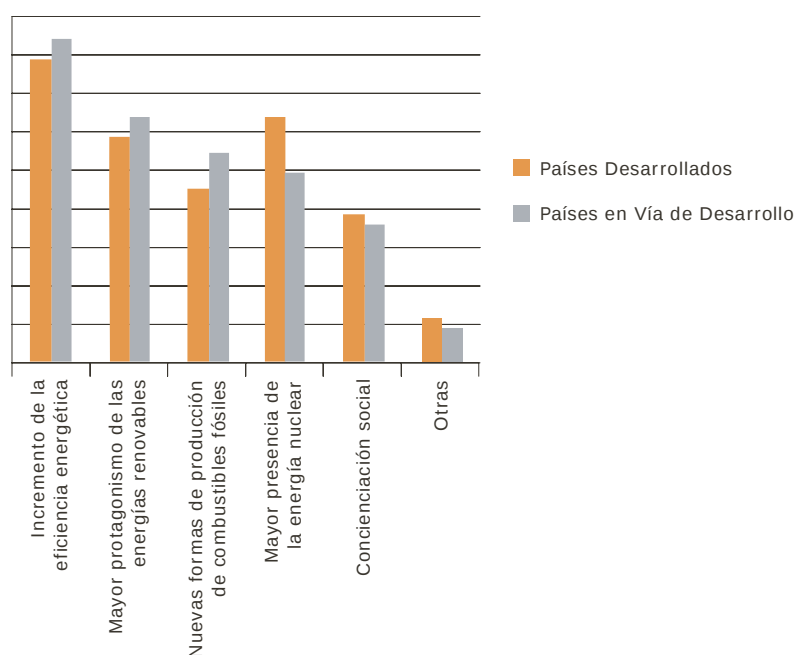


Ilustración 32: Factores que contribuyen a la reducción de CO₂, actualmente.

Fuente: Elaboración propia.

Además de los factores señalados, algunos expertos destacan la producción de carbón limpio mediante su secuestro y confinamiento como otra medida que podría contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂.

Gestión de residuos nucleares

Los residuos nucleares o radiactivos son material de desecho generado en el ciclo nuclear, que comienza con la propia extracción del mineral utilizado en las centrales nucleares (uranio).

Estos residuos generan una gran controversia social por la alta toxicidad que suponen para la salud humana. La probabilidad, escasa pero existente, de un accidente nuclear por una mala gestión de los residuos provoca cierto recelo en la sociedad con respecto a la implantación de este tipo de energía. No obstante, la energía nuclear es una tecnología que evita las emisiones y como tal debe reconocerse en los debates sobre el cambio climático. La cantidad anual de CO₂ que se deja de producir gracias a la energía nuclear en Europa asciende a 800 millones de toneladas, por lo que cerrar las centrales nucleares es incompatible con los esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero³⁹.

39. Conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático COP 6. 13-24 de noviembre de 2000. La Haya.

El mayor volumen de residuos radiactivos se produce en las etapas que atraviesa el combustible nuclear para producir energía eléctrica y en el desmantelamiento de las centrales nucleares. Todos estos residuos suponen alrededor del 95% de la producción total; el resto pertenece a aplicaciones no energéticas.

Actualmente existen diferentes métodos de tratamiento de los residuos para provocar la menor contaminación radiactiva posible:

- Ciclo abierto: los combustibles gastados, procedentes de los reactores nucleares, se consideran residuos de alta radiactividad y se almacenan definitivamente en almacenamientos geológicos profundos (AGP); por ejemplo, en el desierto entre Nuevo México y Nevada en Estados Unidos.
- Ciclo cerrado: esos combustibles gastados se manipulan (reproceso) para recuperar el uranio y el plutonio presentes en ellos, de modo que puedan ser utilizados como materiales energéticos.
- Ciclo cerrado avanzado: desde comienzos de la década de los noventa se investiga y desarrolla la separación y transmutación de determinados residuos radiactivos de vida larga. Así, se disminuyen los componentes tóxicos a largo plazo de los residuos de alta actividad.

Estas tres opciones tienen en común dos etapas fundamentales: el almacenamiento temporal de los combustibles gastados y su posterior almacenamiento definitivo.

Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto es un convenio sobre el cambio climático auspiciado por la ONU dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Mis notas

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha estimado un aumento medio global de la temperatura de entre 1,4 y 5,8 grados entre 1990 y 2100. Las predicciones indican que, si el Protocolo de Kyoto se implanta correctamente, el aumento de la temperatura se reducirá entre 0,02 y 0,28 grados para el año 2050.

El 11 de diciembre de 1997, los países industrializados se comprometieron en la ciudad de Kyoto (Japón) a ejecutar un conjunto de medidas para reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero. Los gobiernos firmantes pactaron reducir un 5,2% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012 (la Unión Europea, una reducción del 8%; Estados Unidos, del 7%; Japón, del 6%; etc.), tomando como referencia los niveles de 1990 para el conjunto de países industrializados (el nivel esperado de emisiones para 2010 sin el Protocolo sería un 29% mayor que con él).

El Protocolo de Kyoto no obliga en una primera fase a los países en desarrollo, dadas sus reducidas emisiones por habitante. Se estableció que el compromiso sería de obligatorio cumplimiento cuando lo ratificaran los países industrializados responsables de, al menos, el 55% de las emisiones de CO₂. Tras ser ratificado el 18 de noviembre de 2004 por Rusia, después de conseguir que la Unión Europea pagara la reconversión industrial y la modernización de sus instalaciones, en especial las petroleras, el Protocolo de Kyoto entró en vigor el 16 de febrero de 2005.

Desde el punto de vista del cambio climático, es irrelevante dónde se reduzcan las emisiones, porque los efectos del cambio climático se producen -y sus causas se combaten- a escala global. Sin embargo, desde el punto de vista económico, es más rentable reducir las emisiones allí donde salga más barato hacerlo. El esfuerzo que los países desarrollados tendrían que hacer para modificar su industria nacional es mayor que el que les supondría ayudar a la implantación de tecnologías limpias en países de baja eficiencia energética, como los países del Este, o en países en vías de desarrollo.

Con este planteamiento, el Protocolo de Kyoto fija, junto con medidas de acción interna para contener las emisiones y con carácter accesorio a ellas, unos "mecanismos de flexibilidad" de tres tipos: Mecanismo de Desarrollo Limpio, Aplicación Conjunta y Comercio de Emisiones.

En primer lugar, se recoge el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual consiste en que países con el objetivo de reducir las emisiones (incluidos en el Anexo I del Protocolo) puedan invertir en países no incluidos en el Anexo I para alcanzar los objetivos de reducción y limitación de emisiones. El país receptor de la inversión consigue un desarrollo sostenible a través de la transferencia de tecnologías limpias y, al mismo tiempo, contribuye a alcanzar el objetivo último de la Convención de Cambio Climático, mientras que el inversor recibe certificados de emisión que le sirven como suplemento a sus reducciones internas⁴⁰.

En segundo lugar, aparece el mecanismo denominado Aplicación Conjunta (AC), según el cual un país industrializado puede invertir en otro país industrializado para la ejecución de un proyecto encaminado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar la absorción por los sumideros. El país inversor obtiene certificados para reducir emisiones a un precio menor del que le habría costado en su ámbito nacional y el país receptor de la inversión recibe la tecnología. Este mecanismo es similar al MDL, con la salvedad de que los proyectos se realizan entre países industrializados con objetivos de reducción dentro del Protocolo de Kyoto.

En último lugar, se establece la posibilidad del Comercio de Emisiones, es decir, una compraventa de emisiones de gases de efecto invernadero entre países que tengan objetivos establecidos dentro del Protocolo de Kyoto. De esta manera, los países que reduzcan sus emisiones más de lo comprometido podrán vender

40. El inversor puede intercambiarlos por derechos de emisiones, que puede usar para cumplir sus objetivos de reducción o que puede vender en el sistema europeo de comercio de derechos de emisión.

los certificados de emisiones excedentarios a los que no hayan conseguido cumplir su objetivo. El comercio de derechos de emisión no reduce por sí mismo las emisiones, sino que puede suponer una redistribución de las emisiones entre los países industrializados. La única manera de que tenga algún beneficio medioambiental es establecer una cuota total estricta de los derechos de emisión que garantice el cumplimiento del Protocolo de Kyoto. Este comercio de emisiones entrará en pleno funcionamiento a escala internacional en 2008.

En la ilustración 33 se muestra un mapa del mundo con la posición de cada país en relación con la firma y ratificación del Protocolo de Kyoto.



Ilustración 33: Posición de los diversos países en 2005 respecto al protocolo de Kyoto.

Fuente: Wikipedia.

Mis notas

Estados Unidos se niega a ratificarlo alegando que resultaría perjudicial para su economía firmar un protocolo que no afecta a los países en vías de desarrollo como China, segundo mayor emisor de gases de efecto invernadero, o la India.

Un gran número de delegados pro-nucleares han intentado boicotear el Protocolo de Kyoto en cada una de las cumbres, tratando de que la energía nuclear sea incluida en la lista de medidas del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Su objetivo es que los países desarrollados puedan descontar emisiones de CO₂ invirtiendo en la construcción de centrales nucleares en los países en vías de desarrollo, pero la energía nuclear ha sido excluida de las políticas y medidas propuestas para combatir el cambio climático.

Algunas líneas de investigación o mejora para la reducción de las emisiones de CO₂

Las energías renovables podrían solucionar muchos de los problemas ambientales generados por las fuentes energéticas no renovables, como el cambio climático, los residuos radiactivos, las lluvias ácidas o la contaminación atmosférica, como ya se ha comentado.

Las energías renovables deben ir integrándose paulatinamente en el sistema energético con un incremento de iniciativas para promover la innovación e inversión en este tipo de tecnologías. Las políticas energéticas deberían estar orientadas a demostrar que los retos medioambientales pueden ser superados con una enorme contribución de las energías renovables sin que por ello se vea mercedo el desarrollo socioeconómico.

El objetivo de la Unión Europea para 2010 está establecido en un 22% de consumo de electricidad procedente de fuentes de energía renovables, con la consiguiente reducción de emisiones que atentan contra el medio ambiente. Actualmente, en la Unión Europea, el 14% de la electricidad producida ya proviene de energías renovables⁴¹.

Un ahorro del 20% de la energía permitiría a la Unión Europea cumplir sus compromisos de Kyoto, reduciendo las emisiones de CO₂ para preservar un medio ambiente sano para los ciudadanos de hoy y mañana.

En este sentido, ya hay algunas tecnologías (probadas o en desarrollo) que podrían ayudar a mejorar el impacto que el consumo energético tiene sobre el medio ambiente. En el siguiente apartado se tratará con más detalle cómo la tecnología puede ayudar a usar biocombustibles en el transporte o a desarrollar centrales de ciclo combinado que aprovechan el calor que se desprende en la generación de la electricidad o, incluso, el uso de pilas de combustible en el sector residencial. Todos estos avances ayudarían a la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

41. "Promoción de Energías Renovables en la Unión Europea". Buenos Aires, 21-22 de febrero de 2005.

3.2.5. Energía y tecnología

La tecnología, a lo largo de la historia, ha supuesto para la energía la llave de acceso a nuevas fuentes de mayor rendimiento que han permitido el desarrollo económico. Hoy día, los nuevos avances tecnológicos permiten alargar el tiempo estimado de las reservas de combustibles fósiles, pero esto es tan sólo una solución temporal. El mayor reto al que se enfrenta la tecnología consiste en desarrollar nuevas fuentes que permitan la sostenibilidad energética, es decir, el abastecimiento energético mundial respetando el medio ambiente.

Una de las claves para conseguir esa sostenibilidad es el desarrollo de nuevos avances que permitan el protagonismo de las energías renovables, así como el incremento de la eficiencia en el uso de las energías no renovables, si bien el bajo coste que todavía suponen éstas últimas se perfila como una gran barrera a la inversión en tecnología de energías renovables.

En el desafío de **asegurar el suministro energético**, los combustibles fósiles continúan siendo la solución más viable a corto plazo por coste y rendimiento. Por ese motivo, parte de los esfuerzos de la tecnología se ha centrado en alargar su protagonismo en el mix energético.

La capacidad de la industria energética para identificar sedimentos portadores de hidrocarburos debajo del fondo oceánico a profundidades extremas se está mejorando mediante nuevas tecnologías. En los últimos años, la industria se está centrando en operaciones en alta mar, en aguas profundas, con nuevos descubrimientos que pasan evaluaciones con el fin de justificar los altos costes de estos proyectos.

El potencial de desarrollo de hidrocarburos en las profundidades del mar es considerable. Se estima que las posibles reservas de yacimientos en el Mar Caspio podrían llegar a los 210.000 millones de barriles de petróleo, es decir, aproximadamente el 20% de las reservas probadas actuales a escala mundial⁴².

El desarrollo de estos recursos, junto con el perfeccionamiento de las tecnologías de explotación de los depósitos de petróleo no convencionales, permitiría prolongar la vida del petróleo y del gas natural como fuentes energéticas. La tecnología es vital para conseguir la viabilidad económica.

Otro de los avances tecnológicos para la identificación de reservas son los "superordenadores", buscadores de petróleo que emplean un sistema sísmico tridimensional para identificar las estructuras geológicas que contienen petróleo, con lo que la ubicación es mucho más precisa. Una segunda tecnología consiste en cavar primero hacia abajo y después hacia los lados, buscando las reservas horizontalmente, con lo cual se reduce el número de excavaciones y, por tanto, los costes.

42. Información obtenida de "Reservas y transporte de petróleo en el Mar Caspio: El oleoducto Bakú-Tbilisi-Ceyhan". UNISCI Discussion Papers. Octubre de 2004.

Con ese objetivo de continuar asegurando el suministro energético mundial, la tecnología también centra sus investigaciones en las energías renovables, si bien continuarán suponiendo un escaso porcentaje del mix energético. Algunas de estas tecnologías están ya maduras (la eólica y la hidráulica), pero existen otras con un gran potencial, como la energía solar fotovoltaica o la biomasa, que pueden ayudar a continuar restando pequeñas cuotas de protagonismo a los combustibles fósiles.

El otro gran desafío al que se enfrenta la tecnología es desarrollar nuevos avances que permitan el **respeto del medio ambiente**.

Las plantas de combustión centran los mayores esfuerzos de la tecnología para reducir aún más el nivel de emisiones. La principal tecnología consiste en la captura y fijación del CO₂ para después transportarlo y confinarlo. Dependiendo de la parte del proceso en la que se produzca dicha captura, se habla de captura en post-combustión y captura en pre-combustión. En post-combustión, se aísla el CO₂ directamente de la corriente de gases una vez que se ha producido la combustión. En pre-combustión, se pretende aumentar la concentración de CO₂ en los gases (del 4% al 14% en tecnologías de carbón y gas natural) para mejorar el proceso de captura.

Una vez aislado el CO₂ de la corriente de gases, debe ser llevado al lugar en el que se consumirá en procesos industriales como viene haciéndose en la actualidad en pequeñas cantidades, o debe ser desplazado hasta los potenciales sumideros que se están estudiando actualmente; por tanto, el transporte es otro de los pasos importantes en el secuestro de CO₂. El último proceso consiste en disponer el CO₂ de modo que quede retenido y aislado de la atmósfera durante un largo período de tiempo.

Entre las diversas tecnologías en desarrollo que se utilizan en estos momentos, cabe citar la *gasificación de carbón*⁴³. Algunas tecnologías de ciclo combinado híbrido utilizan las mejores características de las tecnologías de gasificación y combustión, y alcanzan eficiencias superiores al 50%. Las empresas propietarias de plantas de combustión todavía no están adoptando mayoritariamente estas tecnologías porque les causan un mayor coste que no quieren soportar y no existe ninguna regulación que las obligue a adoptarlas.

En el *sector del transporte* existe una búsqueda continua por obtener *combustibles alternativos* que contaminen menos y sean más baratos. La industria automovilística se ha incorporado, todavía de forma lenta, a la concepción y producción en serie de vehículos accionados por biocarburantes, electricidad o hidrógeno que respeten el medio ambiente.

La producción y utilización de los biocarburantes en el transporte ofrece una serie de ventajas medioambientales con respecto a los combustibles de origen fósil. La combustión de bioetanol puede reducir las emisiones de gases de efec-

43. Este sistema consiste en transformar el carbón sólido en un gas sintético compuesto principalmente por monóxido de carbono e hidrógeno. El carbón es gasificado controlando la mezcla de carbón, oxígeno y vapor dentro del gasificador.

to invernadero entre un 40% y un 80%⁴⁴. Aunque los biocarburantes generan CO₂ al quemarse, los cereales convertibles en alcohol o los cultivos oleaginosos para producir biodiésel son sumideros de CO₂ que equilibran las emisiones de los automóviles.

Los vehículos híbridos, que combinan un motor de gasolina con uno eléctrico, consumen hasta un 40% menos de combustible y son respetuosos con el medio ambiente. En una ciudad como Sevilla, con 750.000 coches, si sólo el 10% fuera híbrido, se ahorrarían 30,4 millones de litros de combustible y se dejarían de emitir a la atmósfera 74.000 toneladas de CO₂⁴⁵.

La *pila de combustible* es otra de las tecnologías que pueden tener gran relevancia en el sector del transporte por su alta eficiencia energética, su bajo nivel de emisiones y de ruido, y la cogeneración de electricidad y calor, principalmente.

Las ventajas medioambientales de las pilas de combustible son uno de los principales factores que han contribuido en la fuerte apuesta que están haciendo instituciones públicas y privadas por esta tecnología. Las pilas de combustible tienen un enorme potencial en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes y de esta forma contribuyen al desarrollo sostenible de los países.

En la utilización de pilas de combustible para la generación de electricidad en los sectores industrial y residencial, la reducción de emisiones frente a las centrales térmicas tradicionales puede ser del orden del 30% en emisiones de CO₂ y de unos dos o tres órdenes de magnitud en óxidos de nitrógeno y de azufre, monóxido de carbono y partículas si se emplea hidrógeno obtenido a partir de gas natural⁴⁶.

Sus principales inconvenientes se centran hoy día en el elevado coste que supone, al tratarse de una nueva tecnología con escasa implantación y que todavía no ha generado un mercado suficiente para abaratar los precios. Además, existen problemas técnicos en aspectos que necesitan seguir perfeccionándose, como su elevado peso.

El *hidrógeno* del que hace uso la pila de combustible representa otro de los enfoques de investigación para sustituir a los combustibles fósiles como carburantes. Con el hidrógeno se conseguiría el combustible más limpio, por encima de los biocarburantes, aunque todavía plantea una serie de problemas que deben ser resueltos, como su producción, transporte y almacenamiento.

Otra de las tecnologías que se están desarrollando con el fin de obtener un mayor respeto por el medio ambiente que repercuta en una menor emisión de gases contaminantes es la llamada "producción combinada", que permite el aprovechamiento del calor generado por la electricidad en lugar de desecharlo, lo que supone un considerable ahorro de combustible y el consiguiente impacto posi-

44. Artículo "Energías renovables: los Biocarburantes" (<http://www.publispain.com/revista/energias-renovables-los-biocarburantes.htm>).

45. Información obtenida de la Junta de Andalucía (<http://www.andaluciajunta.es/aj-not-.html?idNot=98801&idCanal=214411>).

46. Según datos del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.

vo sobre el medio ambiente. Se aumenta la eficiencia en el consumo de combustible y al mismo tiempo se reduce la producción necesaria.

Por último, cabe citar la *energía nuclear* por su importancia medioambiental, ya que, como hemos visto en el capítulo anterior, ayuda a lograr una menor cantidad de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Las investigaciones se están centrando en el desarrollo tecnológico de nuevos reactores más eficientes y seguros que los anteriores con el objetivo de lograr un suministro energético compatible con el medio ambiente. En la ilustración 34 se muestran los principales reactores en construcción e investigación.

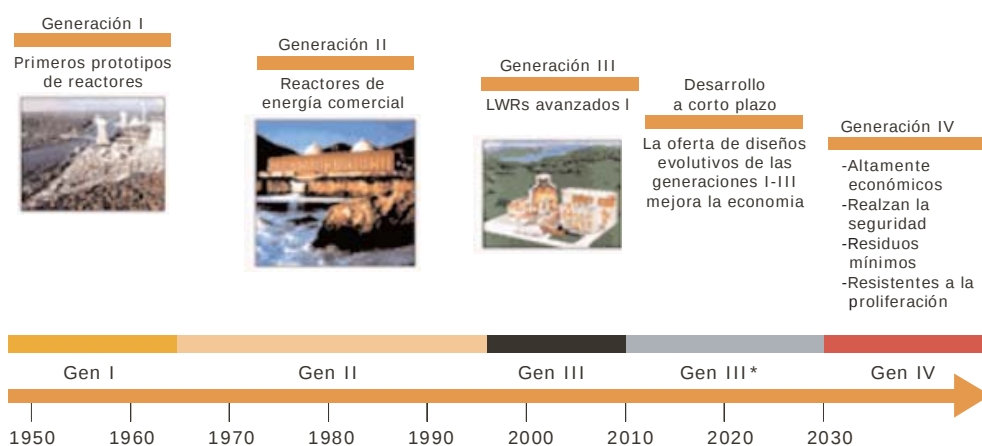


Ilustración 34: Evolución de los reactores nucleares.

Fuente: Foro de la Industria Nuclear Española.

Francia, junto con Alemania, está desarrollando la construcción de un nuevo reactor de tercera generación conocido como "Reactor Europeo de Agua Presurizada" (EPR), que integra los últimos progresos en seguridad, protección del medio ambiente, capacidad técnica y rentabilidad económica.

Para 2010 se espera que estén desarrollados los denominados "reactores de Generación III+", que incluirán diseños de seguridad pasivos y, en su mayoría, estarán basados en reactores de gas. Los reactores de cuarta generación, más a largo plazo, tendrán mayor seguridad, minimizarán los residuos y serán de bajo coste.

Todos estos desarrollos tecnológicos, tanto para conseguir un suministro energético garantizado como para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, aparecerán en el mercado antes o después dependiendo de la inversión pública y privada, de la superación de problemas técnicos y de la presión de la demanda.

Mis notas

Las nuevas formas de producción de los biocarburantes se perfilan como el adelanto que veremos desarrollado en el plazo más corto. La necesidad de medidas en el transporte debido a su alta dependencia del petróleo exige innovaciones en este sector, si bien parece que el petróleo seguirá ostentando la hegemonía.

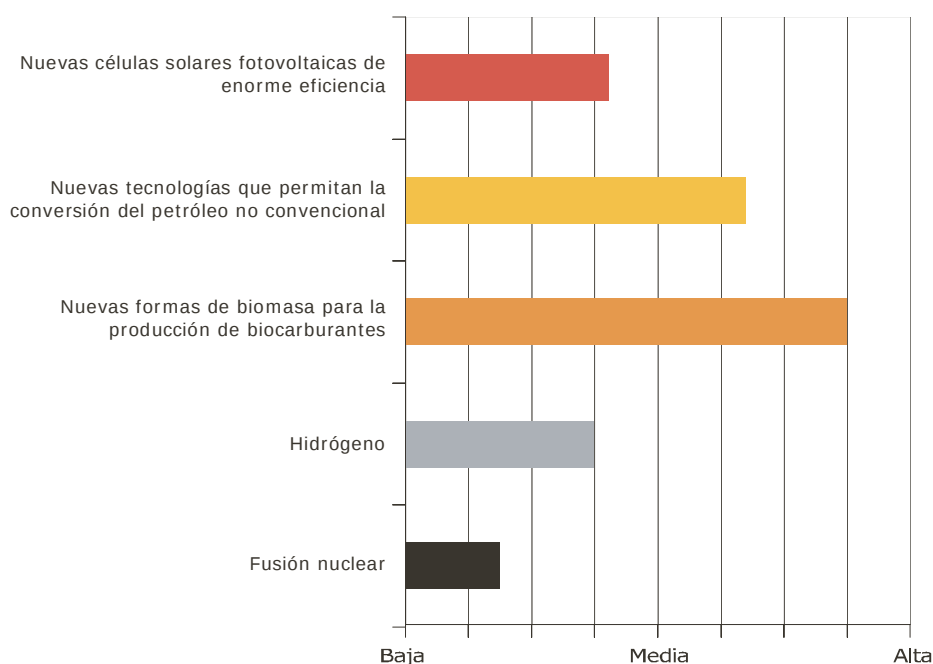


Ilustración 35: Probabilidad de aparición de las tecnologías en el corto-medio plazo.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al hidrógeno o a las células solares fotovoltaicas, los expertos del FTF opinan que no verán la luz a medio plazo, ya que todavía plantean ciertos problemas técnicos que deben ser superados. La gran esperanza puede ser la fusión nuclear, pero actualmente parece que puede ser una solución para el siglo XXII.

Posiblemente, sólo cuando el agotamiento de los combustibles fósiles comience a ser una amenaza tangible y, por tanto, el precio de la energía alcance límites poco soportables para la economía mundial, se producirá un cambio radical en cuanto a la inversión para la innovación y desarrollo de alternativas energéticas. Mientras tanto, los expertos del FTF opinan que se pueden ir tomando algunas medidas o iniciativas tanto públicas como privadas que ayuden a realizar una transición más suave hacia un nuevo modelo de abastecimiento energético sostenible.

4

CAPÍTULO 4

La visión del FTF ante los desafíos energéticos

4

Visión del FTF ante los desafíos energéticos



Una vez que se ha presentado la situación actual del panorama energético mundial y los desafíos y aspectos más relevantes relacionados con la situación energética, es necesario presentar la visión a futuro que tienen los expertos del FTF con relación a este "problema" que parece definir el abastecimiento energético futuro.

Para ello, se ha obtenido la información de dos fuentes fundamentales:

- La convocatoria de dos jornadas de trabajo a las que asistieron todos los miembros del foro. Éstas consistían en la exposición de varias presentaciones por parte de expertos mundiales y, a continuación, una fase de opiniones en la que cada miembro tuvo la oportunidad de dar su visión, tanto en grupo como individualmente.
- La realización de cuestionarios cuyo objetivo era conocer la opinión conjunta de los miembros del foro sobre los aspectos más influyentes en la energía y el impacto de ésta en el posible escenario futuro.

Los resultados obtenidos, apoyados en bibliografía actual, se plasman en este capítulo. Las conclusiones se han organizado en los siguientes apartados: perspectivas de futuro en cuanto a producción y consumo, posibles escenarios de la energía, oportunidades empresariales que se derivan del cambio de modelo energético, influencia del sector público en la superación de los desafíos energéticos e impacto de la energía sobre el medio ambiente en los próximos años.

4.1. La producción y el consumo energético: perspectivas de futuro

La actual tendencia de **demanda** desenfrenada parece que va a continuar durante las décadas venideras derivada del creciente protagonismo de los países en vías de desarrollo, lo que producirá tensiones en la oferta tanto por el abastecimiento como por la contaminación que puede causar tal incremento en el consumo energético.

El consumo mundial de energía aumentará, según las previsiones, un 66,32% entre 2000 y 2030, con un crecimiento medio anual de algo más del 2%⁴⁷. Hoy día, los países desarrollados son los que más energía consumen (69% de la demanda total). En 2030 serán los países en desarrollo los que consuman hasta el 53% de la demanda energética.

Como se puede observar en la ilustración 36, Asia, liderada por China y la India, será la que aporte un mayor incremento en las cifras de demanda energética, con un crecimiento medio anual de un 3,7% aproximadamente.

47. World Energy Outlook 2004. International Energy Agency.

**Crecimiento de la demanda mundial de energía
(millones de barriles equivalentes de petróleo)**

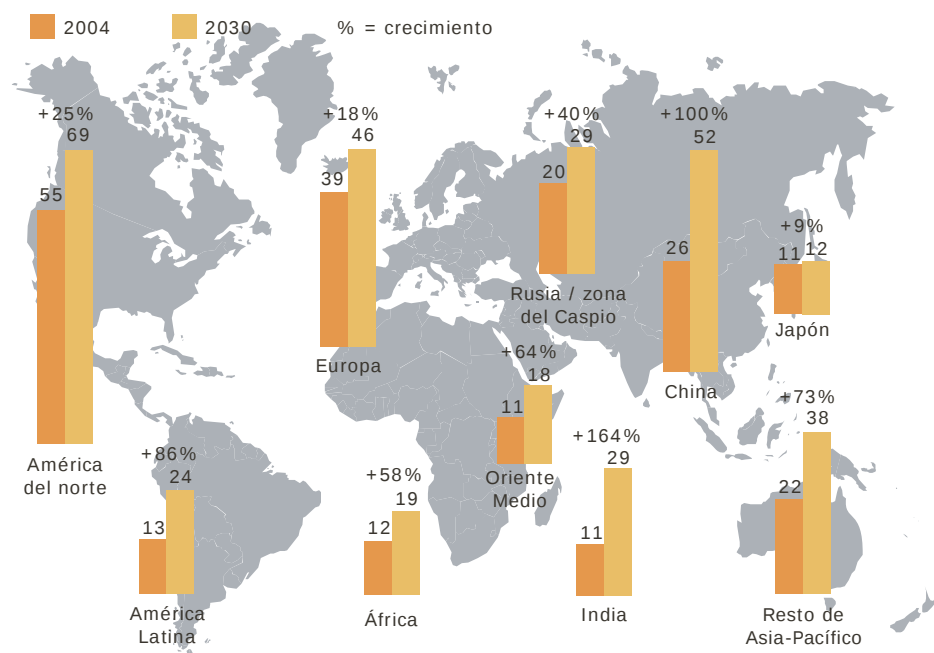


Ilustración 36: Crecimiento de la demanda energética mundial en porcentaje (2004-2030).

Fuente: ExxonMobil.

El hecho de que sean los países en desarrollo los que más energía consuman puede tener un impacto medioambiental enorme. De hecho, la importancia relativa de los combustibles fósiles -que, como ya se ha apuntado, son los que emiten la práctica totalidad del CO₂- se va a mantener intacta en torno al 91% debido al crecimiento de los países en vías de desarrollo.

Por ello, si las medidas políticas y las nuevas tecnologías no lo remedian, el crecimiento del consumo energético va a producirse a costa de un grave daño al medio ambiente.

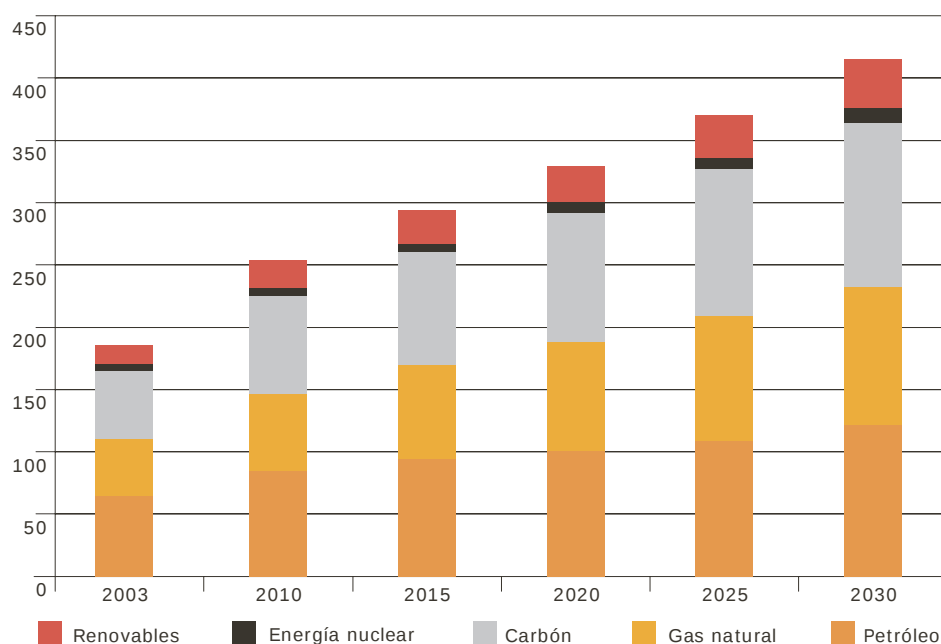


Ilustración 37: Consumo de energía por tipo de fuentes energéticas en los países No-OCDE.

Fuente: *International Energy Outlook 2006*.

Según todos los estudios sobre energía, la **producción** energética, al igual que la demanda, seguirá totalmente concentrada en los combustibles fósiles. No parece que haya una alternativa económicamente viable que presague una sustitución a medio plazo.

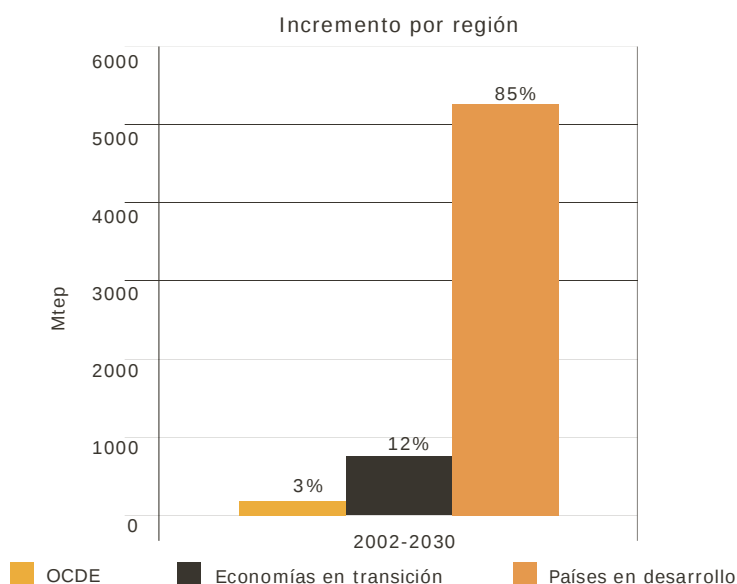


Ilustración 38: Incremento de producción de energía entre 2002 y 2030 por regiones.
Fuente: World Energy Outlook 2004. International Energy Agency.

De nuevo, el mayor incremento en la producción de energía parece que se producirá en los países en vías de desarrollo, los cuales van a producir principalmente combustibles no renovables que les permitan continuar su rápido crecimiento y desarrollo.

Combustibles fósiles

Es conveniente destacar con más detalle algunas tendencias futuras relacionadas con los combustibles fósiles.

Gran parte del incremento de la demanda de **petróleo** se producirá en el sector del transporte, en el que todavía existirán pocas alternativas, aunque se irá avanzando en ellas. Dos regiones liderarán el crecimiento de la demanda de petróleo: Norteamérica y, sobre todo, los países asiáticos (excepto Japón y Corea del Sur, pertenecientes a la OCDE).

El robusto crecimiento económico de varios países de esta zona, unido a su industrialización y a la expansión del transporte, influirá de manera determinante en el fuerte crecimiento de la demanda de petróleo que se prevé en ella. Se estima que la media de crecimiento económico anual en la zona puede ser del 5,5% entre 2003 y 2030, lo que contribuye a un incremento anual del 3% de uso del petróleo.

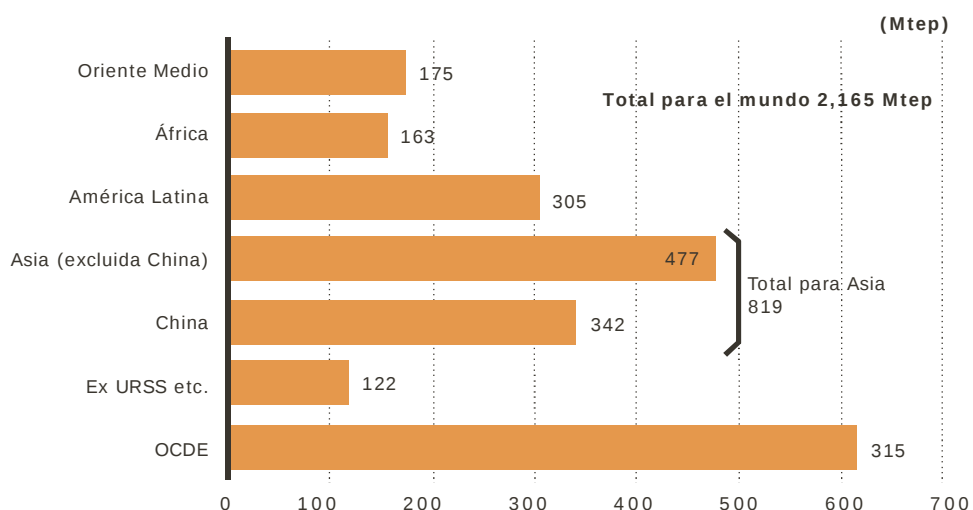


Ilustración 39: Crecimiento de la demanda de petróleo por regiones del mundo (2000-2030).
Fuente: World Energy Outlook 2002. International Energy Agency.

Al mismo tiempo, la producción de petróleo continuará dominada por la OPEP, que ostentará la mayor parte de las reservas y dominará la producción por encima de sus competidores.

Tanto las reservas de la OPEP como las de otros productores se ven amenazadas por la proximidad del pico de producción. Existe diversidad de opiniones sobre cuándo se producirá, pero lo que está claro es que será inminente. Según el informe estadístico anual de la compañía BP, las reservas de petróleo se acabarán dentro de 40 años, lo cual sitúa el pico de producción a muy corto plazo.

Mis notas

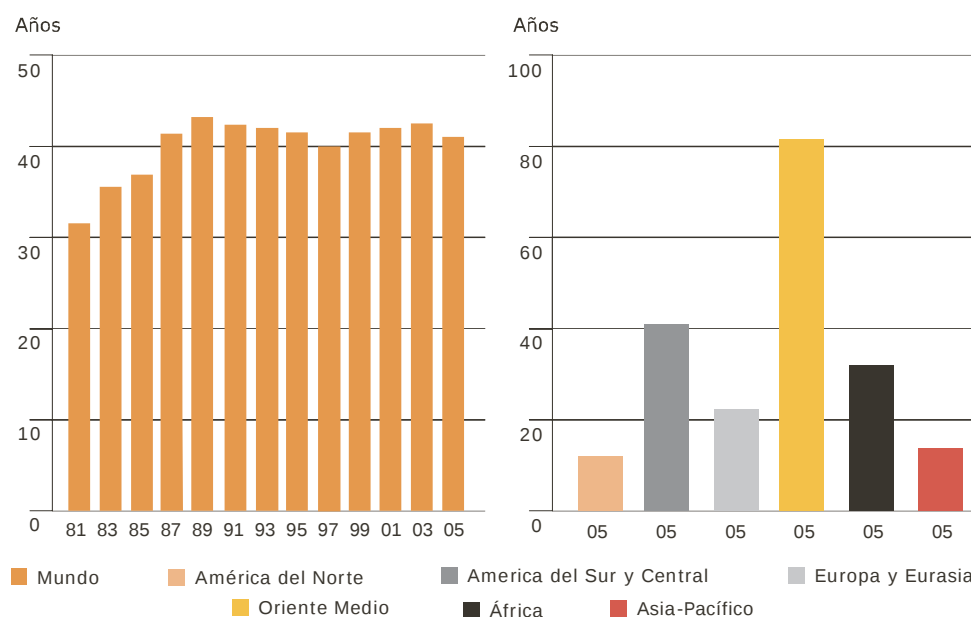


Ilustración 40: Años que tardarán en agotarse las reservas de petróleo por regiones.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Sin embargo, hay motivos para ser optimistas, ya que durante los últimos 18 años las reservas mundiales han seguido cubriendo las necesidades para más de 40 años. Esto quiere decir que, aunque la producción ha ido aumentando, se han ido descubriendo nuevos yacimientos que han conseguido mantener estable la ratio.

Al igual que ocurrirá con el petróleo, el crecimiento del **gas natural** se verá impulsado por los países no pertenecientes a la OCDE. Sin embargo, en este caso, la diferencia entre el crecimiento de la zona OCDE y el de la no-OCDE no es tan grande. El consumo mundial se incrementará un 91,5% entre 2003 y 2030, lo que fija un incremento medio anual en torno al 3,4%⁴⁸. Su principal uso se va a dar en el sector industrial y en el de generación de electricidad.

48. International Energy Outlook 2006.

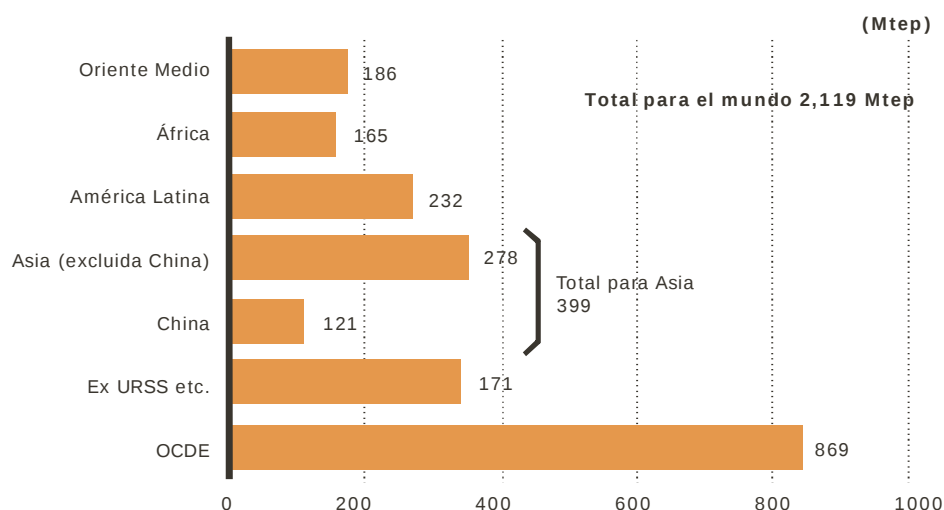


Ilustración 41: Crecimiento de la demanda de gas natural por regiones del mundo (2000-2030).
Fuente: *World Energy Outlook 2002. International Energy Agency.*

En cuanto a la producción de gas natural, el dominio actual de los países no pertenecientes a la OCDE de Europa, Eurasia y Asia (principalmente Rusia, que abarca el 80% de la producción de esta región) es muy probable que se mantenga en el futuro⁴⁹.

Las reservas son algo superiores a las del petróleo, pero no transcurrirá un largo período entre el agotamiento de uno y otro. La ASPO⁵⁰ sitúa el pico de producción alrededor del año 2030 y, como podemos observar en la ilustración 42, que compara la producción de gas con las reservas, actualmente se estima en 65 años el agotamiento definitivo.

49. International Energy Outlook 2006.

50. The Association for the Study of Peak Oil and Gas.

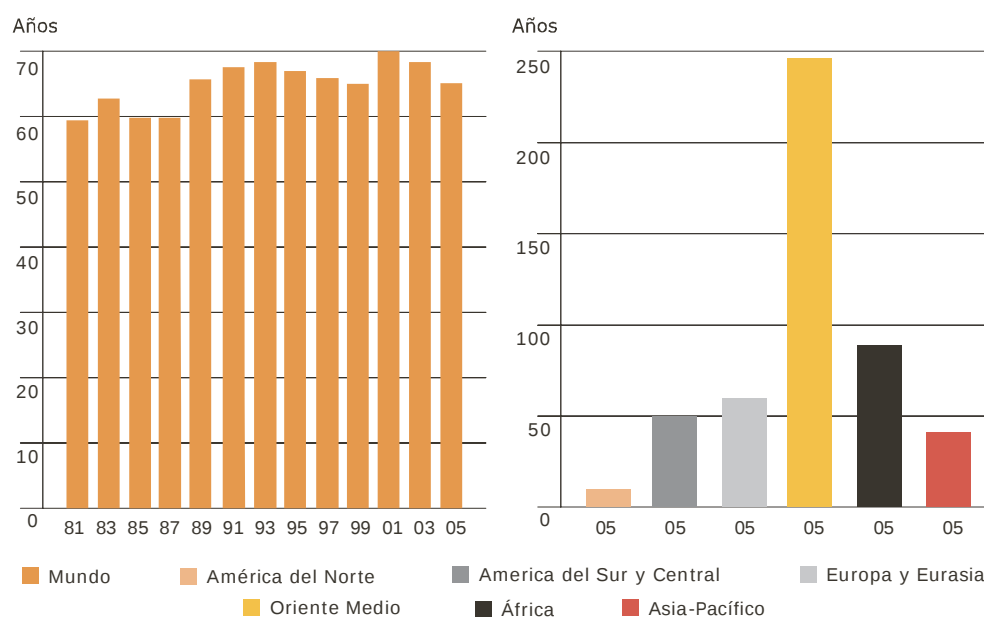


Ilustración 42: Años que tardarán en agotarse las reservas de gas natural por regiones.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Las reservas de gas de Rusia pueden volver a convertirla en una potencia mundial. Gran parte de sus exportaciones tiene como mercado a Europa. El gas natural ruso representa el 25% de las importaciones totales del continente, lo que la convierte en una parte fundamental de la seguridad de suministro energético de Europa.

En cuanto al **carbón**, la demanda va a verse casi doblada entre 2003 y 2030, y pasará de 5,4 miles de millones de toneladas en 2003 a 10,6 miles de millones de toneladas en 2030⁵¹.

Las regiones que principalmente van a impulsar esa demanda son las que no forman parte de la OCDE, mientras que los países asiáticos no adscritos a la organización serán los que más demanden. China y la India llegarán a abarcar cerca del 70% del incremento del consumo mundial de carbón. En ambos casos, se espera un crecimiento económico fuerte entre 2003 y 2030⁵² (una media del 6% anual en China y del 5,4% anual en la India), y gran parte del aumento en su demanda de energía -particularmente en los sectores industrial y eléctrico- se va a cubrir con carbón.

51. World Energy Outlook 2006. International Energy Agency.

52. World Energy Outlook 2006. International Energy Agency.

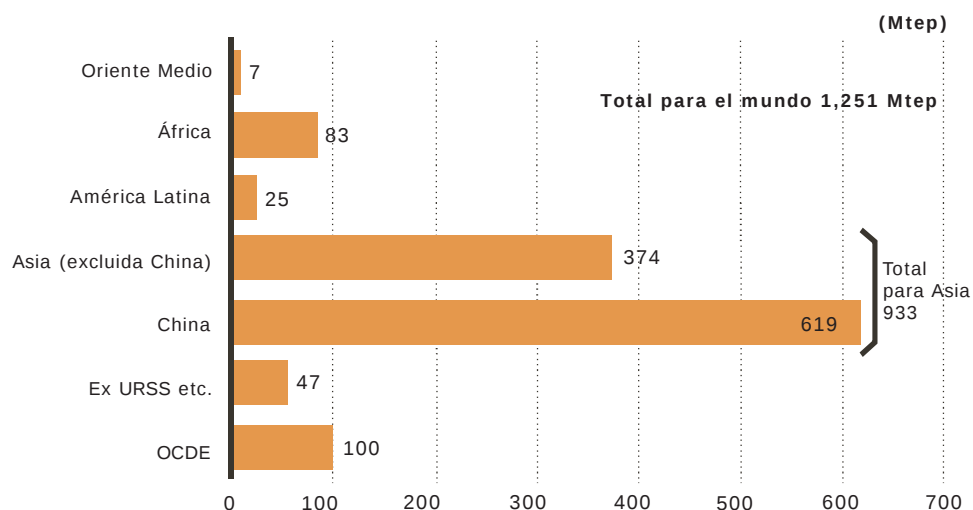


Ilustración 43: Crecimiento de la demanda de carbón por regiones del mundo (2000-2030).

Fuente: *World Energy Outlook 2002. International Energy Agency.*

El carbón se va a convertir en el combustible fósil más barato gracias al aumento del precio del petróleo y del gas, y a la existencia de mayores reservas. De hecho, como se ha señalado en apartados precedentes, la ratio mundial de reservas/producción del carbón es cinco veces mayor que la del petróleo y tres veces mayor que la del gas, y se sitúa en casi doscientos años⁵³.

Energías alternativas

La participación de otras energías alternativas irá cobrando una importancia creciente. La energía nuclear se irá abriendo paso en el consumo eléctrico a medida que se progrese en seguridad y se conciencie a la sociedad sobre su beneficio medioambiental. Las energías renovables muestran mayor grado de incertidumbre, ya que, si bien su producción aumentará, no parece ocurrir lo mismo con la demanda. Los nuevos avances tecnológicos serán fundamentales para una mayor inserción de las energías renovables en el mix energético.

Comenzando por la **energía nuclear**, es necesario destacar que las previsiones de futuro son inciertas. Por un lado, como ya se ha expuesto en el capítulo 2, hay regiones, como Asia, que parecen apostar por la energía nuclear, especialmente China, que tiene proyectada la construcción de más de cuarenta centrales en los próximos quince años. Asimismo, algunos países europeos, como Francia y el Reino Unido, también siguen apostando por este tipo de energía y preparan mejoras e incluso nuevas instalaciones. Sin embargo, Alemania tiene un plan de desmantelamiento de sus centrales nucleares e Italia parece que puede seguir el mismo camino.

53. World Energy Outlook 2006. International Energy

Por otro lado, la evolución de la **energía renovable** en los próximos años va a depender del grado de avance tecnológico al que se llegue, unido a una mayor viabilidad económica. El sector público, consciente de la necesidad de invertir e ir diversificando en este tipo de fuentes por razones medioambientales y por la posible escasez de los combustibles fósiles, tendrá un papel importante en esta misión, incentivando la producción y la demanda.

La producción de energía renovable se va a incrementar en los próximos años, pero va a seguir suponiendo sólo el 14% de la oferta, ya que la producción de energías no renovables también va a aumentar. La biomasa continuará siendo la energía renovable más importante, pero irá perdiendo jerarquía frente a otras formas de energía más modernas a medida que los países en desarrollo vayan accediendo a ellas. La producción de energía hidroeléctrica aumentará de manera insignificante, mientras que la energía geotérmica, la solar y la eólica lo harán de manera mucho más rápida; no obstante, en 2030 seguirán suponiendo el componente más pequeño dentro de las energías renovables⁵⁴.

Dentro de los países desarrollados, la Unión Europea es la zona en la que la producción de renovables va a ganar más enteros y también es el único lugar en el que se espera que el porcentaje de participación de energía renovable en el consumo sea superior en 2030 al de hoy, como se observa en la tabla 4.

	Mundo	UE	EE.UU.	China	África Subsahariana	Asia del Sur	América Latina
2000	12%	6%	5%	17%	62%	39%	23%
2030	7%	9%	5%	6%	21%	9%	18%

Tabla 4: Consumo de energía renovable en el total energético de cada país en 2000 y en 2030 (en %).

Fuente: Cuadernos de Energía. Marzo 2006. Comisión Europea.

Las energías renovables van a ver drásticamente reducido su peso en los países en vías de desarrollo, que son, sin embargo, los que más energía renovable van a consumir. A pesar de las inversiones en energías renovables que permitirán aumentar sus cuotas de producción, el crecimiento de la demanda energética va a continuar necesitando combustibles fósiles para saciar la sed energética de los países en desarrollo.

Especialmente reveladores son los datos de los países asiáticos, que, a pesar de ser los que más van a demandar, reducen su porcentaje de renovables a menos de un tercio del porcentaje de 2000. El paso de la biomasa a energías más modernas gracias al desarrollo puede estar detrás de estas cifras. En los países desarrollados no se van a dar grandes avances, lo que refuerza la hipótesis de que, en un futuro próximo, las energías no renovables van a seguir siendo los pilares del sistema energético mundial.

54. Fuente: Renewables in global energy supply. International Energy Agency.

4.2. Escenarios

La situación futura de la energía vendrá marcada por la implicación de diversos factores en la superación de los desafíos energéticos. La batalla por conseguir la sostenibilidad energética tendrá diferentes protagonistas a lo largo del tiempo, pero únicamente con la participación de todos ellos se logrará el objetivo de garantizar el suministro energético respetando el medio ambiente.

La consecución de este reto implicará atravesar diferentes situaciones hasta lograr una solución satisfactoria. En este capítulo analizamos los previsibles escenarios que se han obtenido de la opinión de los expertos del FTF, lo que nos permitirá tener una visión de la evolución de la energía hacia la sostenibilidad.

Concretamente, se han definido cuatro escenarios. Estos escenarios están entrelazados en el tiempo y cada uno de ellos se caracteriza por la distinta ponderación que los expertos dan a cada uno de los aspectos energéticos analizados en el capítulo 3: económico, político, social, medioambiental y tecnológico.

De este modo, el escenario más inmediato al que nos enfrentamos viene caracterizado por el contexto actual de la energía. El crecimiento económico mundial, empujado por la entrada en escena de los países en vías de desarrollo, seguirá dependiendo del consumo de combustibles fósiles, supeditando cualquier interés medioambiental a un segundo plano. La falta de concienciación social sobre el posible agotamiento de los combustibles fósiles y sus repercusiones en el medio ambiente, junto con una escasa regulación del sector público, hace prever un largo camino hasta la sostenibilidad. Por tanto, los aspectos económicos, políticos y sociales son los que preponderan en este primer escenario.

Mis notas

El segundo escenario está caracterizado por un giro hacia la eficiencia energética. Esta transición será paulatina y algunas de las medidas que se deben adoptar han de empezar a aplicarse desde el corto plazo para poder ver sus frutos a medio plazo. Este avance hacia el segundo escenario vendrá derivado de un encarecimiento del petróleo y del gas natural que provoque un uso más eficiente de la energía por parte de la sociedad y un mayor protagonismo de las energías renovables. La preocupación medioambiental cobrará gran importancia y aumentará la inversión en tecnología limpia y eficiente, también propiciada por la imposición de una regulación más estricta. Los aspectos sociales y medioambientales destacarán en este escenario, si bien importantes adelantos tecnológicos empezarán a hacer entrada en el sector de la energía. Esto permitirá dar un gran paso hacia la superación del desafío medioambiental, pero todavía faltará lograr el aseguramiento del suministro para llegar a la sostenibilidad energética.

El tercer escenario está basado en un avance tecnológico significativo y, por tanto, viene marcado por la incertidumbre de su entrada en escena. La aplicación de tecnología en fuentes energéticas, todavía con un gran potencial por desarrollar, junto con la viabilidad de nuevas fuentes limpias y renovables, podría resolver definitivamente el problema de insostenibilidad al que nos enfrentamos. No obstante, la gran duda en torno a este escenario es saber cuándo y cómo nos permitirá la tecnología superar los desafíos energéticos, por lo que debemos estar preparados ante el posible agotamiento de los combustibles fósiles diversificando la oferta energética.

Por último, se ha definido un cuarto escenario que subyace bajo los dos primeros, ya que aporta algunos elementos que llevan la definición de los escenarios hacia una situación de radicalidad. Así, los conflictos bélicos por conseguir asegurarse el abastecimiento energético, la inestabilidad política de importantes suministradores de combustibles fósiles o las crisis económicas derivadas de un brusco encarecimiento del precio del petróleo y del gas natural pueden causar un paso más acelerado del primer al segundo escenario o endurecer algunas de las condiciones del escenario actual.

A continuación se van a exponer los escenarios de forma detallada y se hará especial hincapié en los aspectos más destacables de cada uno de ellos.

Escenario 1: continuidad de la situación actual

El escenario 1, como ya se ha explicado, va a continuar con la tendencia actual. La dependencia de las actividades económicas de los combustibles fósiles seguirá marcando el mix energético, lo que, a su vez, irá acortando el tiempo del posible agotamiento de estas fuentes energéticas sin ver una salida con otra fuente que pueda permitir continuar con el crecimiento económico actual. Las energías renovables seguirán suponiendo una cuota excesivamente baja de la demanda energética para considerarlas una alternativa real.

Además, en la superación del reto medioambiental se emprenderán nuevas iniciativas, pero tendrán escasa repercusión debido a que los intereses económicos continuarán primando por encima de cualquier otro.

En la ilustración 44 se muestran algunos de los elementos que caracterizarán el escenario y su importancia. Si se analizan los ítems, se ve que son los aspectos económicos, políticos y sociales los que tienen mayor relevancia.



Ilustración 44: Ítems más importantes en el escenario 1.
Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que la demanda energética va a seguir aumentando como consecuencia de un crecimiento económico continuado, parece que esto no va a reducir las diferencias entre países ricos y pobres, sino todo lo contrario, la brecha existente entre el primer y el tercer mundo posiblemente se hará más grande. La dificultad de distribuir equitativamente la riqueza va a seguir siendo uno de los focos de atención más importantes y la principal raíz del problema.

La sociedad de los países en desarrollo seguirá dejando los problemas medioambientales derivados del consumo energético en un segundo plano, ya que continuará centrada en los intereses económicos, el crecimiento y el desarrollo. En principio no hay previsiones de que en estos países se vayan a tomar medidas que limiten la emisión de contaminantes a la atmósfera. Aun así, no todas las sociedades tendrán acceso a las formas de energía más eficientes (como la electricidad) y la persistencia de la pobreza energética seguirá impactando sobre millones de personas.

Políticamente, los gobiernos van a continuar desempeñando un papel de gran importancia en el aseguramiento del abastecimiento energético. Las relacio-

nes geopolíticas con diferentes gobiernos permitirán diversificar los suministradores para minimizar los impactos que supondría depender de un único abastecedor.

Por tanto, el panorama que presenta este primer escenario no es muy esperanzador, ya que dejar seguir el rumbo de las cosas sin tomar medidas eficaces no hará que exista un cambio hacia la sostenibilidad energética, ni hacia una mejora de los impactos negativos medioambientales del incesante consumo energético.

Escenario 2: giro hacia la eficiencia energética

Ya existen movimientos, sobre todo a escala internacional, que intentan concienciar a los gobiernos, a las empresas y a la sociedad de la necesidad de tomar medidas para alcanzar la sostenibilidad energética siendo respetuosos con el medio ambiente. El panorama de consumo continuado de los combustibles fósiles para los próximos años, que parece que lleva al inevitable encarecimiento de los precios, comienza a calar en algunos estamentos y hace entrever que el cambio de hábitos en el consumo de energía y la preocupación por el medio ambiente son dos asuntos que es necesario atajar a corto plazo.

Por tanto, en este segundo escenario, los aspectos medioambientales y sociales son los que van a tener mayor relevancia, junto con algunos progresos en tecnologías actuales que permitan una mayor eficiencia y uso de las energías renovables.

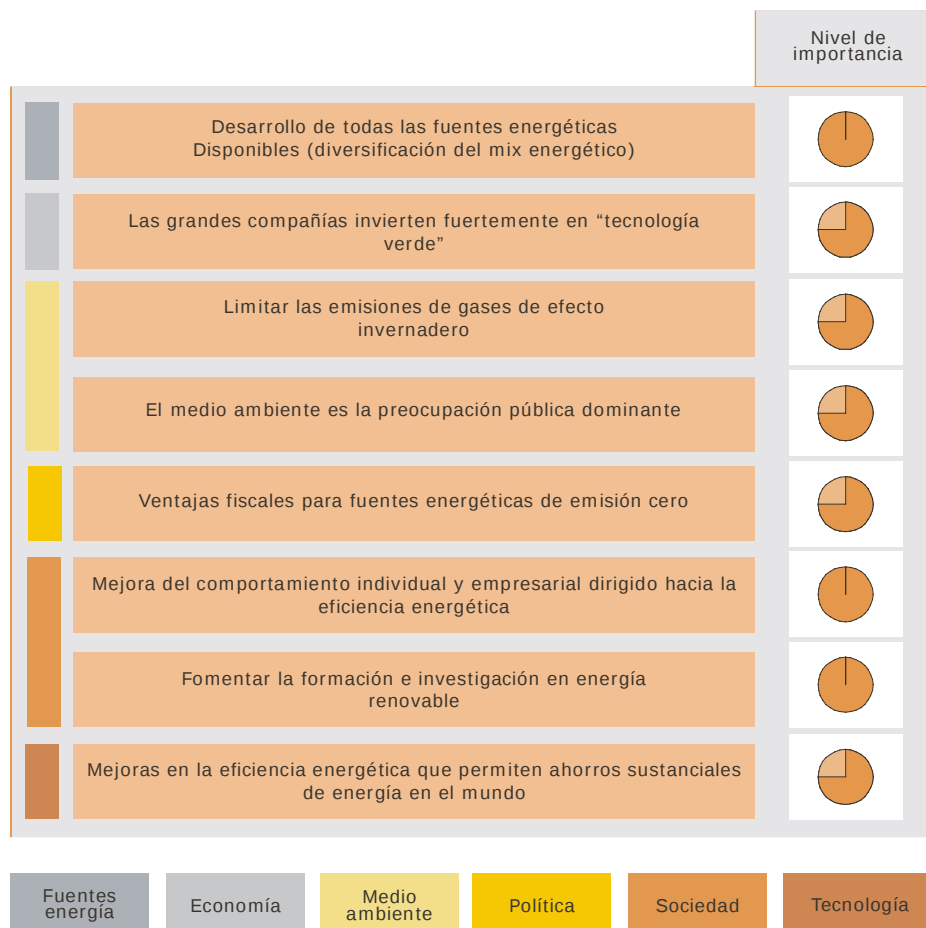


Ilustración 45: Ítems más importantes en el escenario 2.
Fuente: *Elaboración propia.*

El cambio de conducta hacia la eficiencia energética de las empresas, de los gobiernos y de la sociedad en general denota la concienciación de todos los entes que conforman los mercados con respecto al problema energético, lo que supone el paso más importante para comenzar a atajarlo.

En esta concienciación de la sociedad, los expertos del FTF subrayan que la formación y la investigación en energías renovables van a desempeñar un papel clave. Recomiendan centrarse en un aspecto más académico en el corto plazo, si bien resaltan la importancia de la educación social para superar los desafíos que la energía nos plantea, esto es, facilitar información sobre energía, favorecer la comprensión de los diferentes desafíos que plantea y las implicaciones que tendría su uso, y generar un clima de confianza en la transmisión bidireccional de información.

La preocupación por el medio ambiente promoverá nuevas acciones por parte del sector público para regular las emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de llegar a una energía limpia. Tratará de incentivar con diversas medidas (ventajas fiscales, subvenciones, incentivos económicos, etc.) el uso eficiente de energía y la inversión en energías verdes. De hecho, esto es algo que ya se está dando y que los expertos vaticinan que se extenderá ampliamente, sobre todo a corto plazo. El acicate de crear un mundo mejor y salvar nuestro planeta lleva al sector público a actuar, pero sólo acompañado y complementado por otro tipo de estímulos conseguirá una respuesta generalizada.

Otros aspectos que destacan en este escenario tienen que ver con la tecnología aplicada a la diversificación de la oferta energética mediante inversión en fuentes renovables. Mediante la diversificación, se consigue pasar de una dependencia total de los combustibles fósiles a producir y consumir de manera relevante energía de otras fuentes, como pueden ser la nuclear o las energías renovables; es decir, se da un primer paso hacia la independencia de los fósiles.

La inversión en energías renovables, tanto por parte de la empresa privada como por parte de los entes públicos, seguirá aumentando de tal manera que muy poco a poco se irán ganando pequeñas porciones de la cuota del mix energético, si bien estos incrementos se verán en los países desarrollados, ya que los menos desarrollados reducirán su cuota de energía renovable al disminuir el uso ineficiente de la biomasa como fuente energética.

A pesar de ello, no se espera que las energías renovables se conviertan en una alternativa real a los combustibles fósiles en las próximas décadas, sino que con ello se intenta combatir la creciente preocupación por el medio ambiente, limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Mis notas

Gran parte del problema medioambiental se irá resolviendo con el desarrollo de nuevas tecnologías, pero el abastecimiento global seguirá constituyendo el principal problema. Por eso, hasta que la tecnología no permita el paso hacia una solución definitiva, tenemos que apostar por la eficiencia energética.

Escenario 3: ¿la tecnología revoluciona la energía?

A largo plazo, nos encontraremos ante un escenario en el que predominará la aparición de avances tecnológicos relacionados con el suministro energético. Este escenario presenta ciertas incertidumbres con respecto al momento en el que se puede dar y a las tecnologías que pueden marcar la diferencia. La transformación de los valores y la concienciación de la sociedad pueden ser también impulsores de este cambio.

No existe consenso sobre cuándo se prevé que la tecnología logre superar los

desafíos energéticos. Si bien algunos expertos opinan que un horizonte temporal de 20-30 años es demasiado optimista para el desarrollo de nuevas tecnologías que revolucionen el suministro energético, otros piensan que dichas innovaciones llegarán antes de 20 años.

Lo que parece estar claro es que, a largo plazo, la principal hipótesis con la que se debe trabajar es la de un cambio tecnológico que impacte en el sector y desplace los combustibles fósiles a un segundo plano. Sólo así se logrará el objetivo de garantizar el suministro energético.

Los expertos tampoco se muestran unánimes con respecto a las tecnologías que liderarán esta revolución tecnológica. Algunos piensan que primero se producirán cambios en la tecnología de producción de energías renovables como la solar o la biomasa que permitirán otorgarles un papel importante en el mix energético, pero que sólo se llegará a la superación de los desafíos con la llegada de una nueva fuente o transportador energético.

En este sentido, surgen tecnologías como el hidrógeno y la fusión nuclear que causan mayor controversia aún, si cabe. Parece que la primera se ve como una posibilidad más realista que la segunda, que incluso es tildada en ocasiones de ciencia ficción. Aun así, los problemas tecnológicos del hidrógeno, que vimos en el capítulo "Energía y tecnología", parece que no van a ser solucionados en las próximas décadas, a pesar de que se van a producir ciertos avances.

Por último, es destacable que la mayoría de los expertos coincide en que la energía nuclear va a desempeñar un papel fundamental en ese nuevo escenario. Para ello, será vital un avance en el almacenamiento seguro de residuos nucleares, que contribuirá a provocar cierto cambio en la percepción que la sociedad tiene de la energía nuclear. Todo esto nos hace pensar que la introducción de nuevas tecnologías marcará la llegada de la sostenibilidad al modelo energético y abre un futuro esperanzador.

Escenario 4: radicalismo causado por la escasez energética

Existe un escenario complementario y más radical, caracterizado por conflictos bélicos, inestabilidad política, crisis económicas y extrema preocupación medioambiental, que se entrelaza con los dos primeros escenarios. Se trata de un contexto poco probable en su conjunto, aunque se puede dar (y, de hecho, ya se está dando) alguno de los indicadores asociados (como la inestabilidad en Oriente Medio).

Los conflictos bélicos derivados de las pésimas relaciones geopolíticas ante el agotamiento de los combustibles fósiles son uno de los indicadores con mayor relevancia. De hecho, la inestabilidad en Oriente Medio, caracterizada por el ascenso al poder de la organización palestina Hamás (que no reconoce al

Estado israelí), la cruda posguerra en Irak, la creciente tensión internacional en contra de la reanudación unilateral del programa nuclear de Irán y la crisis político-militar entre Israel y el Líbano ejemplifican la inseguridad presente y futura de la zona. Esta situación amenaza el statu quo energético y obliga a la comunidad internacional a plantearse seriamente la posibilidad de interrupciones en el suministro.

La corriente optimista de los expertos del FTF cree que la evolución natural de la cultura humana es caminar hacia la cooperación y no hacia el conflicto. Además, apunta que los países se encuentran muy atados a la economía global y que existen demasiados intereses para permitir que la escalada de acontecimientos desemboque en una situación de conflicto importante a escala global.

Está claro que una interrupción importante en el suministro de combustibles fósiles acarrearía una gran crisis económica con repercusión en toda la sociedad a nivel mundial. Ya ocurrió en la década de los setenta por motivos políticos, pero hoy día la razón sería bien distinta: el agotamiento de la oferta energética será incapaz de satisfacer la incesante demanda. Los expertos abogan por que la comunidad internacional haga todo lo posible para no llegar a este extremo.

Con respecto al medio ambiente, la situación se radicalizaría, puesto que se comienzan a sentir y palpar los efectos del cambio climático. Aumento de temperaturas, olas de calor, inundaciones por deshielo o huracanes, entre otros, convencerán a cada vez más gente de que se está destruyendo el planeta. Todo esto acrecentará el movimiento a favor del medio ambiente y llevará, en muchos casos, hacia la radicalización de sus objetivos y acciones.

La lógica evolución de los escenarios permite ser optimistas, ya que, si bien no se sabe cuándo nos acercaremos a la sostenibilidad energética ni qué obstáculos se tendrán que superar, parece que la solución es cuestión de tiempo. La llegada de una tecnología que resuelva el problema energético no será posible si antes las empresas, los gobiernos y los ciudadanos no toman conciencia de que la situación actual nos debe hacer girar hacia la eficiencia energética.

4.3. Oportunidades empresariales

El reto energético que se está afrontando va a tener un amplio y variado conjunto de consecuencias tanto para el sector privado como para el público. La necesidad de innovar, por ejemplo, aunque es común a todos los sectores, va a hacerse mucho más patente en ciertas industrias muy dependientes de la energía. En este apartado, se hará hincapié en cómo los diferentes avances tecnológicos, las medidas que se están implantando y la nueva manera de ver la energía están creando nuevas oportunidades de negocio. Por último, nos vamos a centrar en la tendencia de fusiones y adquisiciones que parece estar vigente en el sector de la energía y en si ésta continuará en un futuro o es fruto de la coyuntura actual.

Innovación

Como hemos visto en el punto 4.2, uno de los principales impulsos para la transición del escenario 1 al escenario 2 es el encarecimiento del petróleo. Ante esta situación, los expertos del FTF consideran que las consecuencias más previsibles son una rápida puesta en marcha de la maquinaria innovadora con el fin de encontrar una fuente energética alternativa y un cambio radical en los hábitos de consumo de la sociedad hacia una mayor eficiencia.

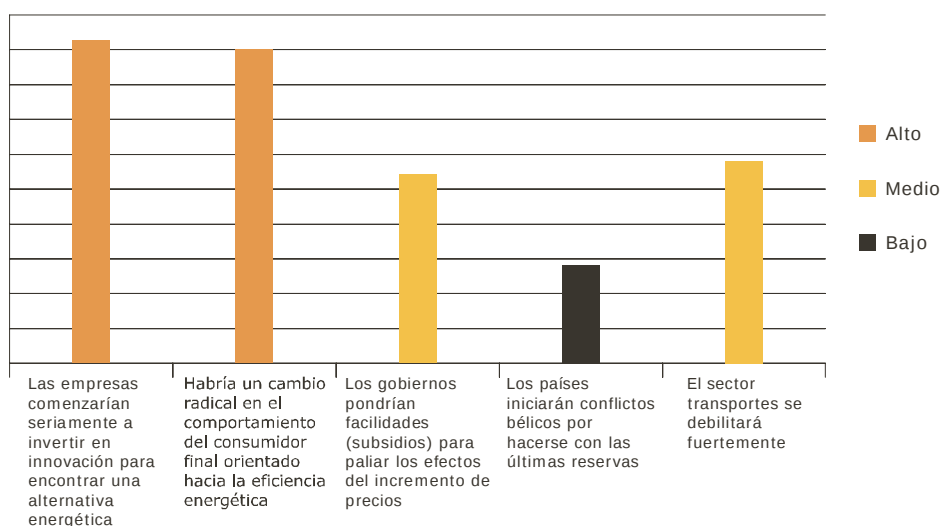


Ilustración 46: Probabilidad de distintas reacciones ante un ostensible incremento del precio del crudo.
Fuente: *Elaboración propia.*

En este apartado se va a poner el énfasis en la necesidad de innovación; se van a tratar los sectores que pueden verse más afectados por un incremento muy significativo del precio de los combustibles fósiles y, por tanto, tienen mayor necesidad de innovar.

Los expertos del FTF están de acuerdo en que el principal sector que debe realizar un esfuerzo máximo en innovación es el del **transporte y automoción**. Las razones son bastante claras y tienen que ver con la necesidad, una de las principales fuerzas motoras de la innovación. Este sector es el que más petróleo consume y el que más contamina. La posible corta vida del petróleo plantea la necesidad de buscar una solución alternativa que permita al sector subsistir. De igual modo, la creciente preocupación social por el medio ambiente obliga a buscar maneras de contaminar menos en aras de tener una buena imagen para la sociedad. Los expertos hablan principalmente del transporte por tierra, pero también apuntan avances importantes en el transporte aéreo y algo más sutiles en el marítimo.

Las principales áreas de innovación en este sector serán la búsqueda de la eficiencia energética y la reducción de las emisiones. En este sentido, se tratará de crear motores que consuman cada vez menos, avanzar en la tecnología de los biocombustibles, hacer cada vez más competitivos los vehículos híbridos e integrar aplicaciones electrónicas que puedan ayudar en el control del consumo de energía.

Es necesario destacar que la inversión en innovación que se realice tendrá, además de los vehículos que se puedan desarrollar, otra ventaja quizá más oculta, pero igualmente importante. Nos referimos a lo que se podría denominar "imagen verde": una empresa de automóviles desarrolla coches de hidrógeno no sólo para vender vehículos con esta tecnología, a la que aún le queda un período de tiempo para llegar, sino también para tener una imagen de empresa verde.

Otro sector en el que urge una mayor innovación es el de la **generación de electricidad**. La principal razón es su gran consumo de energía primaria, que en estos momentos se centra sobre todo en fuentes no renovables.

En este sentido, la principal área que citan los expertos es la eficiencia energética. Para lograrla, se van a producir desarrollos en la cogeneración de energía⁵⁵ y, sobre todo, en la nueva generación de plantas de energía, ya sean térmicas, hidroeléctricas, nucleares, etc. En cuanto al desafío del respeto al medio ambiente, las centrales térmicas de carbón comienzan a innovar en busca de la tecnología que les permita realizar la captura y secuestro de CO₂ con nulas emisiones. En lo referente a las centrales nucleares, su crecimiento más o menos pronunciado va a depender básicamente de cómo evolucione el sentimiento de rechazo que tiene en la actualidad la sociedad.

55. Se entiende por "cogeneración" la producción simultánea, por el propio usuario, de dos o más formas de energía (por ejemplo, electricidad y calor/frío) partiendo de una fuente primaria de energía (fuentes primarias de energía son aquellas que se encuentran en la naturaleza).
Fuente: Astureco-PFS Consultores.

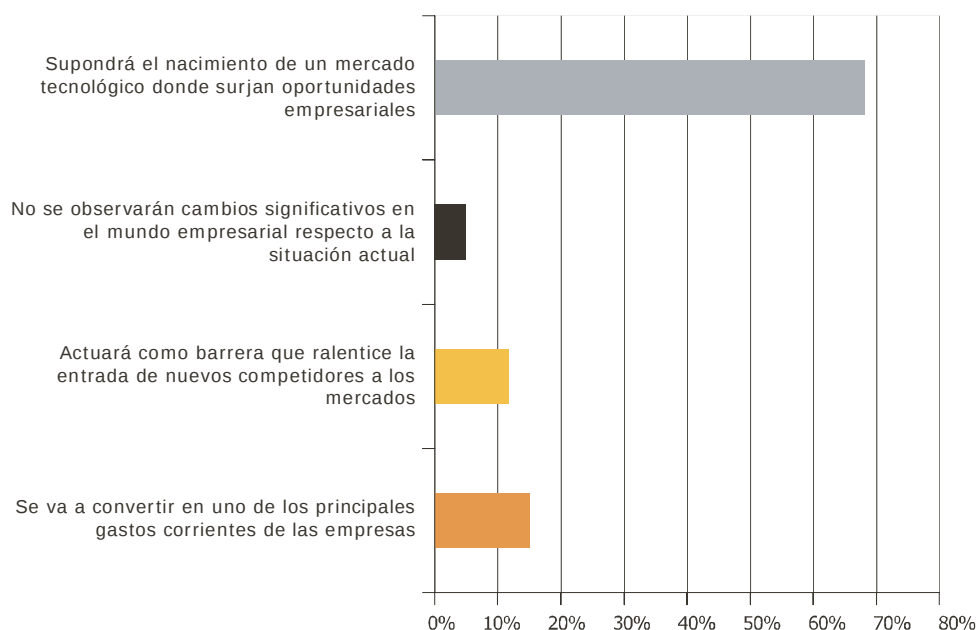


Ilustración 47: ¿Qué significará la energía en el mundo empresarial?
Fuente: *Elaboración propia.*

Los expertos del FTF relacionan en parte los sectores en los que van a surgir más oportunidades de negocio con aquéllos en los que se hace más necesaria la innovación. Un ejemplo son el transporte o la construcción de edificios eficientes, donde van a surgir oportunidades que los inversores podrán aprovechar. No obstante, también ven posibilidades de negocio en la fabricación de nuevos materiales, en aplicaciones tecnológicas que controlen la eficiencia energética o en el desarrollo de los biocombustibles, entre otros. A continuación se explican con más detalle los productos o servicios que pueden ser de interés para el inversor dentro de los sectores comentados.

La urgente necesidad de innovar en el sector del transporte hace que surjan nuevas oportunidades de negocio dentro de la **automoción**. Según los expertos, en este sector existe la oportunidad de mercado más clara. Ejemplos de productos que constituyen esta posibilidad son el desarrollo de coches que consuman combustibles alternativos, los vehículos híbridos o los automóviles eléctricos. También puede ser importante la aplicación de todo esto al transporte público, como se está haciendo en Madrid a través de autobuses propulsados por energía eléctrica producida por una pila de combustible⁵⁶.

Los sectores **tecnológico y de ingeniería** ofrecen, de igual manera, la oportunidad de hacer negocio tratando de optimizar el consumo de energía, creando sistemas de gestión de la energía que respondan a las señales de precio, fabricando sensores de medición y control del consumo energético de la demanda o desarrollando aplicaciones electrónicas mucho más eficientes. Se

56. Empresa Municipal de Transportes de Madrid (<http://www.emtmadrid.es/about/history/2000.html>).



trata de buscar a través de la tecnología e ingeniería aplicaciones eficientes en el consumo de energía.

Otro de los sectores con mayores oportunidades para el inversor es el de la **construcción de instalaciones residenciales y comerciales**. Las tecnologías relacionadas con las energías renovables aplicadas a construcciones (paneles solares) y los materiales para la producción, almacenamiento y distribución de energías renovables (la nanotecnología permitirá sustituir al silicio en la fabricación de paneles solares), así como las técnicas y materiales que permitan la eficiencia en el consumo de energía o los sistemas de control para el reciclaje de energía y la sostenibilidad, son algunas de las oportunidades en este sector.

Por último, con un grado de incertidumbre un poco más alto, se sitúa un conjunto amplio de sectores, productos y servicios. De entre todos ellos cabe destacar el sector **agrícola**, que va a tener en los biocombustibles un poderoso aliado para incrementar su negocio, ya que la agricultura es su materia prima. Las nuevas formas de biomasa para la producción de biocombustibles o el apoyo de la industria química al desarrollo de productos derivados de la agricultura energética (mezcla de combustibles, nuevos fertilizantes, etc.) son algunos de los campos abiertos a nuevas inversiones.

Para finalizar, cabe citar una interesante reflexión de los expertos del FTF: los productos de consumo eficiente de energía van a crear su propio nicho de mercado, al igual que lo han hecho los denominados "productos verdes". Se abre, por tanto, una posibilidad de diferenciarse del resto de la competencia tratando de satisfacer a esos consumidores que demandan una propuesta de valor específica.

¿Concentración en el sector energético?

En los últimos meses se han visto distintos movimientos dirigidos a fusiones o adquisiciones entre grandes empresas del sector energético. Enel, monopolio italiano de la electricidad, está inmerso en una desesperada carrera por comprar Electrabel, primera eléctrica belga en manos de Suez, e incluso está intentando comprar a la eléctrica gala. Esta maniobra ha provocado que el Estado francés apadrine la fusión entre Suez y Gaz de France, con un 80% de participación pública. Este instinto protector de los gobiernos se debe, fundamentalmente, a que desean garantizar el suministro energético: los ciudadanos los harían responsables de un gran apagón o de una falta de gas.

La francesa EDF, hasta ahora líder europeo, también afila sus garras. El presidente de la compañía, la cual duplicó sus beneficios en 2005, anuncia una gran operación para la que dispone de 40.000 millones de euros⁵⁷.

Según el entorno empresarial, las razones que conduzcan hacia ese proceso

57. Véase http://www.uce.es/DEVERDAD/ARCHIVO_2006/07_06/DV07_06_13OPAendesa.html.

de concentración empresarial pueden ser varias. La tendencia a la consolidación, en particular entre empresas de gas y electricidad, es un fenómeno tecnológico. El ciclo combinado de gas se impone como la tecnología líder en producción de electricidad, y el poder negociador de una empresa en el mercado internacional del gas depende de forma crucial de su tamaño. La búsqueda de economías de escala o economías de alcance, las posibles sinergias que se puedan obtener, la necesidad de acceder a un mercado o, incluso, el hecho de que se trate de la única vía de crecimiento que el equipo directivo considere viable pueden estar entre los motivos más importantes.

Para los expertos del FTF, el impulso que lleva a las compañías del sector energético a una creciente espiral de OPA, fusiones y adquisiciones se debe fundamentalmente a tres razones.

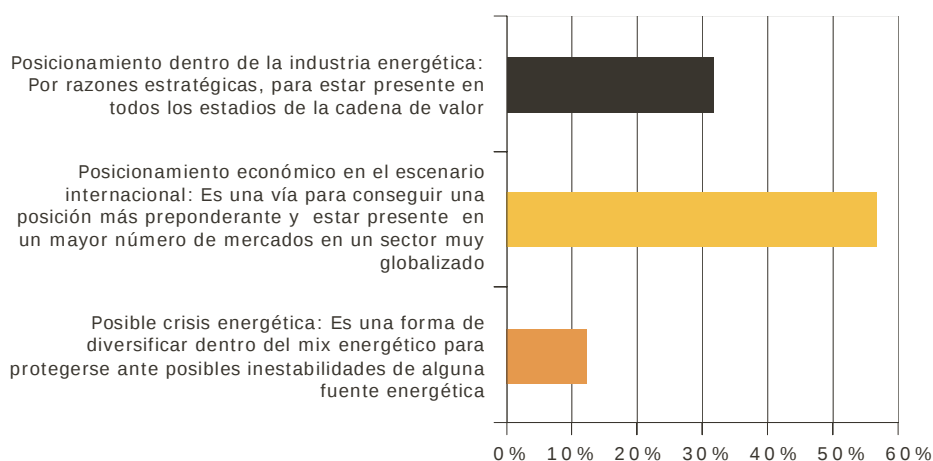


Ilustración 48: Principales razones que impulsan a la consolidación empresarial dentro del sector energético.

Fuente: Elaboración propia.

En primer término, el principal argumento que los expertos destacan a favor de esta tendencia a la concentración es la búsqueda de un posicionamiento económico en el escenario internacional. Se trata de una vía para conseguir una posición más preponderante y estar presente en un mayor número de mercados en un sector muy globalizado. En industrias complejas, como es el caso, en la mayoría de las ocasiones, ser grande proporciona una ventaja competitiva.

La segunda razón se refiere al posicionamiento de las compañías dentro de la industria energética. La concentración se da por razones estratégicas, ya que un mayor control de los diferentes eslabones de la cadena de valor permite operar y funcionar de manera más estable, así como controlar mejor los costes para lograr una mayor competitividad.

La posibilidad de enfrentarse a una crisis energética es otro de los motivos que señalan nuestros expertos. Consiste en diversificar dentro del mix energético para protegerse ante posibles inestabilidades de alguna fuente energética; es decir, controlar diferentes fuentes de energía para que una interrupción en alguna de ellas no afecte de manera catastrófica a la empresa. En ciertos casos, puede percibirse una posible escasez energética a corto-medio plazo en un mundo en el que se observa cómo la demanda crece a un ritmo vertiginoso y diversificar el mix energético es una de las alternativas que más se tienen en cuenta.

Una razón alternativa que impulsa la tendencia hacia la consolidación empresarial es el exceso de cash-flow de las compañías. En sectores cíclicos como el energético, donde se venden commodities con un bajo margen y donde el encarecimiento actual del precio ha hecho que sus beneficios se disparen, muchos consejeros delegados creen que la adquisición de nuevas empresas con posibilidades de crecimiento puede generar mayor valor para el accionista que devolverle el dinero en dividendos.

Esta tendencia hacia la concentración se ha mantenido durante los últimos años y sigue candente en la actualidad; de hecho, la amplia mayoría de los expertos del FTF prevé su continuidad durante los próximos años.

La posibilidad de diversificar el mix energético, gestionando así el riesgo de interrupción y las oscilaciones ante cambios del entorno, en un momento en el que existe incertidumbre a largo plazo en alguna de las fuentes energéticas, puede hacer que la tendencia de consolidación continúe en el futuro. Además, las economías de escala, así como otras ventajas asociadas al tamaño, como el poder de negociación, la presión que pueden ejercer o la mayor capacidad de inversión, pueden influir en la continuidad de la tendencia.

No obstante, existen ciertos riesgos y consecuencias que podrían hacer cambiar la tendencia. Por un lado, puede ser que se tengan que pagar primas cada vez mayores por las adquisiciones de compañías energéticas porque las expectativas de beneficio son mayores, si bien sigue siendo más barato y mucho menos arriesgado comprar empresas que buscar y encontrar nuevos yacimientos energéticos. Por otro lado, se apunta que existen ciertos límites estructurales en la concentración del sector debidos, principalmente, al enorme grado que ya se ha alcanzado. Además, una brusca caída del precio del petróleo y del gas podría acabar con esta tendencia de un plumazo.

Sin embargo, los movimientos políticos que se han dado recientemente parecen apoyar su continuidad. De hecho, uno de los puntos de las varias reuniones de los jefes de estado y de gobierno de la Unión Europea ha sido cómo despejar cualquier obstáculo en el camino para la creación de tres o cuatro grandes gigantes energéticos continentales, puesto que no se debe impedir la reestructuración del sector. Se ha fijado el año 2007 como la fecha en la que tiene que estar completamente liberalizado el sector energético europeo que

-excepto en los casos de España y el Reino Unido, donde se ha acometido la privatización, y parcialmente en Alemania- permanece todavía bajo el manto protector del Estado.

De hecho, existen todavía dos obstáculos muy importantes a la competencia del sector de la energía en Europa. El primero es la falta de interconexión. Sin interconexión, una empresa alemana no puede vender la energía que genera en España, por ejemplo. El segundo es que la regulación está fragmentada y el campo en el que se desarrolla la competencia entre empresas no está equilibrado. La distorsión la introduce la presencia de empresas públicas que pueden "'opar' sin ser 'opadas'" -mediante las cuales un gobierno puede realizar operaciones sin violar formalmente la reglamentación europea- y las distintas protecciones introducidas por los gobiernos.

El escenario existente hasta ahora ha permitido mantener la energía como un coto vedado y hacer crecer los monopolios haciendo uso de los recursos estatales, lo que ya no se corresponde con las necesidades actuales. Tal como planteó el dirigente austriaco Wolfgang Schüssel, presidente de la Unión Europea entre enero de 2005 y junio de ese mismo año, con la decisión de favorecer la concentración energética, "Europa hace lo mismo que ya venían realizando China, Rusia y Estados Unidos". La tendencia debe ir en la línea de un sector en el que las empresas públicas se privatizarían, todos los gobiernos eliminarían las protecciones y un regulador europeo garantizaría la competencia y el suministro una vez que se hubiera ampliado la capacidad de interconexión.

La canciller alemana, Angela Merkel, dejó claro recientemente que sólo podremos tener un mercado interno de la electricidad cuando aceptemos a los campeones europeos y dejemos de pensar en clave nacional⁵⁸.

Los expertos sostienen la tesis de que en la Europa Continental sólo hay espacio a medio plazo para tres o cuatro grupos energéticos fuertes: un cuarteto de candidatos que podrían ser E.ON (alemana), EDF (francesa), Enel (italiana) y RWE (alemana)⁵⁹.

En definitiva, los gobiernos deben trabajar para que el mercado europeo de la energía sea una realidad. Hay que pensar en un regulador europeo que garantice el suministro, un campo de juego equilibrado para todas las empresas y la protección de los consumidores.

Con todo esto, se puede concluir que tanto la capacidad de innovación relacionada con el mercado energético como las oportunidades de negocio para muchos sectores, que de forma directa o indirecta tienen una clara dependencia energética, tienen un largo recorrido. No obstante, parece que habrá que esperar a que la necesidad sea acuciante en cuanto a la falta de suministro energético (con sus consecuencias económicas) para que se produzca un verdadero cambio en la mentalidad empresarial que lleve a tomar decisiones que favorezcan la eficiencia energética.

58. Véase

http://www.elpais.es/articulo/internacional/Veinticinco/vinculan/seguridad/energetica/politica/terior/europea/elpporintcor/20060324elpepiint_3/Tes/.

59. Véase

http://www.uce.es/DEVERDAD/ARCHIVO_2006/07_06/DV07_06_13OPAendesa.html.

4.4. Influencia del sector público

Como se ha visto en el apartado anterior, los expertos del FTF opinan que, ante un incremento muy pronunciado del precio del petróleo, las empresas comenzarían a innovar para ver soluciones, pero también habría otra consecuencia inmediata: el cambio radical en los hábitos de consumo de la sociedad hacia una mayor eficiencia (véase la ilustración 46). Para poder impulsar este cambio de comportamiento en la sociedad, adelantándose a la llegada de una hipotética crisis energética, el sector público tiene un papel fundamental. Las decisiones que se tomen en este ámbito, ya sean nacionales, supranacionales o internacionales, van a ser claves para que se superen los desafíos que presenta la energía.

En el contexto actual, parece que los organismos e instituciones internacionales son los que van un paso por delante y comienzan a estar más concienciados de lo crítica que es la situación energética. Por ello, en este capítulo se expone la más reciente iniciativa internacional relacionada con la búsqueda de la sostenibilidad energética.

Un segundo punto se centrará en el entorno europeo y sus directrices en estas cuestiones, y se verán algunas de las repercusiones que comienzan a tener estas iniciativas a escala nacional. Para ello se tomará como ejemplo el estado español.

Por último, después de mostrar la visión del FTF con respecto a las principales medidas en las que se deben centrar los gobiernos para controlar la demanda energética y asegurar la oferta, se va a estudiar un caso exitoso de influencia del sector público: el estado de California.

Conclusiones del G8 en San Petersburgo (julio de 2006)

Uno de los temas centrales de la cumbre de los ocho países más industrializados del mundo fue el de la energía. En aquella reunión se identificaron varios desafíos. A partir de ellos se fijó el camino que debía seguirse, constituido por las denominadas tres "E" (seguridad energética, crecimiento económico y protección medioambiental)⁶⁰. Con estos principios como base, se trazó un plan de acción y una serie de puntos de partida cuyas claves se resumen a continuación⁶¹.

El primer punto al que se hace mención es el *aumento de la transparencia, la previsibilidad y la estabilidad de los mercados energéticos globales*. Se pone de manifiesto que políticas energéticas y regulaciones nacionales transparentes y previsibles facilitarán el desarrollo de esos mercados energéticos eficientes.

Un segundo punto fundamental es la mejora del clima de inversión en el sec-

60. El término de tres "E" se debe a las iniciales en inglés (energy security, economic growth y environmental protection).

61. Tanto la declaración completa del G8 como el plan de acción detallado pueden consultarse vía Internet en la dirección <http://en.g8russia.ru/docs/11.html>.

tor de la energía. El G8 se compromete a crear y mantener las condiciones necesarias para atraer la inversión hacia todos los eslabones de la cadena de valor de la energía.

En tercer lugar, se busca *realzar la eficiencia y el ahorro de energía*. Para lograrlo, los países miembros del grupo han instruido a sus ministros para que continúen su debate en torno al cambio climático, la energía limpia y el desarrollo sostenible. También destacan la importancia de incorporar al sector privado y a otros grupos de interés para lograr estos objetivos. Al mismo tiempo, invitan a organizaciones como el Banco Mundial o la IEA a trabajar en la mejora de los estándares y las mejores prácticas internacionalmente aceptadas, y en campañas de concienciación pública. Además, se citan algunas medidas concretas para la producción y distribución de energía, así como para el sector transporte.

El cuarto punto clave es la *diversificación del mix energético*. En este sentido, proponen medidas para diversos temas relacionados con la diversificación. Acciones como el impulso del secuestro de CO₂ pretenden lograr una energía alternativa, más limpia y baja en CO₂. En lo que se refiere a la energía nuclear, admiten las diferentes posturas de los países miembros y mantienen su convicción de la importancia de la seguridad y la no proliferación. El compromiso con las energías renovables es cumplir las medidas redactadas y agrupadas en el documento "Gleneagles Plan of Action"⁶² en 2005.

Con respecto a las tecnologías innovadoras, el G8 propone trabajar con el sector privado (básicamente con medidas que fomenten inversiones e investigación) para acelerar el acceso al mercado de tecnologías que utilicen de manera más eficiente los hidrocarburos, ya que considera que éstos continuarán siendo los combustibles más importantes en este siglo, y reduzcan sus impactos medioambientales.

El quinto apartado al que se hace referencia es la *seguridad de las infraestructuras energéticas críticas*. Así, se pretende lograr cooperación a escala mundial y establecer cuáles son las infraestructuras más vulnerables, cuál es la naturaleza del riesgo que las amenaza y cuál es la mejor manera de mitigarlo.

De la misma manera, se dedica un apartado a la pobreza energética. La estrategia en este punto se basa en el desarrollo de las capacidades nacionales e institucionales de los países en desarrollo, así como en el trabajo codo con codo junto a las principales organizaciones mundiales. Sin embargo, según el G8, la mayoría de la inversión energética debería venir del sector privado. Las instituciones locales tendrían el papel de mejorar las estructuras políticas y de regulación en aras de atraer el capital. En este sentido, las instituciones financieras internacionales (IFI) tienen un importante papel que desempeñar.

62. Véase http://www.fco.gov.uk/Files/kfile/PostG8_Gleneagles_CCChangePlanofAction.pdf.

El último apartado se refiere al *cambio climático y al desarrollo sostenible*. En él se vuelve a señalar el compromiso con las medidas acordadas en el "Gleneagles Plan of Action", en la United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) y en el Protocolo de Kyoto⁶³.

Estas directrices que promulga el G8 sirven para hacerse una idea de cuál va a ser la posición de los principales países, así como de algunas organizaciones internacionales, en lo que se refiere al desafío energético. Las decisiones que se vayan adoptando en estas instituciones tendrán calado global, si bien la obligatoriedad de su aplicación a escala nacional exigirá la implicación de los gobiernos y la concienciación de toda la sociedad.

Medidas específicas de política energética en Europa

La Unión Europea ya ha tomado medidas concretas para mejorar la eficiencia energética de los países miembros. El Libro Verde sobre la eficiencia energética, que se presentó en 2005, establece un marco claro de actuación dirigido a la recompensa del ahorro energético a todos los niveles.

Una de las medidas específicas de política energética se centra en los *edificios*, que constituyen uno de los puntos en los que se puede conseguir mayor ahorro de energía, como muestran numerosos proyectos realizados en el marco del European Green Light Programme⁶⁴. Por ese motivo, la Comisión Europea debe velar por la aplicación rigurosa de la directiva sobre la eficiencia energética de los edificios⁶⁵, que permitirá una ganancia estimada de aproximadamente 40 millones de toneladas equivalentes de petróleo de aquí a 2020. La Comisión deberá proporcionar a los estados miembros las herramientas necesarias para preparar el marco de una metodología integrada de cálculo del rendimiento energético de los edificios.

La Unión Europea también se ha preocupado por aumentar la eficiencia en el *transporte* y para ello ha aplicado acuerdos voluntarios con el sector del automóvil, así como ha desarrollado el etiquetado sobre la eficiencia energética de los vehículos. Con estos acuerdos se pretende llegar a una cifra media de emisión de CO₂ de 120 g/km para todos los nuevos turismos registrados en la Unión Europea y el objetivo es que los fabricantes de automóviles europeos, japoneses y coreanos se comprometan a reducir las emisiones de CO₂ a 140 g/km para 2008-2009 e influir en los consumidores para que elijan coches que consuman menos⁶⁶.

El ámbito nacional es, por muchos motivos, el más adecuado para la implantación de medidas a favor de la eficiencia energética. La acción de las autoridades reforzará la labor comunitaria, que por sí sola no podría resultar eficaz a largo plazo. Algunas de las buenas prácticas que merecerían generalizarse se exponen a continuación.

63. Los países miembros del G8 que lo han ratificado.

64. Iniciativa promovida por la Comisión Europea. Fue lanzada en 2000 y se renueva anualmente (www.eu-greenlight.org).

65. Directiva 2002/91/CE. La directiva requiere que se certifique el rendimiento energético de todos los edificios de más de 50 metros cuadrados en caso de nueva construcción, venta o alquiler. Los certificados deben ir acompañados de recomendaciones para mejorar el rendimiento energético del edificio de manera económica. Los estados miembros deben facilitar la financiación para aplicar tales recomendaciones.

66. El sistema europeo de etiquetado de los coches impone a los estados miembros velar por que se facilite información sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ de los turismos nuevos a los consumidores, de manera que puedan elegir con conocimiento de causa.

Transportar la electricidad implica hasta un 10% de pérdida de la electricidad producida (hasta un 2% para el transporte y un 8% para la distribución); sin embargo, los gestores de las redes de transporte o distribución no siempre tienen un incentivo para efectuar las inversiones necesarias que permitirían lograr este ahorro. Por este motivo, es indispensable que se cumplan las directrices basadas en el principio de que los gestores de las redes de distribución estén obligados a efectuar todas las inversiones que tengan una buena relación coste-beneficio y, como contrapartida, tendrán derecho a quedarse con un porcentaje equitativo de los beneficios netos resultantes.

En la *generación de electricidad* hay un gran potencial de ahorro energético, ya que la pérdida media de energía en la producción eléctrica es del 66%⁶⁷. El sistema comunitario de comercio de derechos de emisión constituye a este respecto un instrumento eficaz para incitar a los productores de electricidad a reducir las emisiones y a mejorar su eficiencia de la manera más rentable. La Comisión prevé una revisión del sistema a mediados de 2006. En esta línea, la atención se centra en la producción de electricidad en ciclo combinado, el fomento de la producción más distribuida y la cogeneración como ejemplos de aplicación de tecnologías con un alto potencial de eficiencia energética.

En algunos países de la Unión Europea se han implantado los denominados "certificados blancos", que acreditan el importe ahorrado por medidas aplicadas de eficiencia energética de los proveedores o distribuidores, especificando un valor energético y una duración, y pueden, en principio, intercambiarse y negociarse. Si las partes contratantes no pudieran presentar su cuota de certificados, podrían imponérseles multas de una cuantía superior al valor estimado de los certificados blancos.

Por último, concretando en un caso particular, se va a hacer mención de los incentivos existentes en la normativa fiscal española con el fin de fomentar el empleo de energías renovables. Las medidas fiscales pueden ser un instrumento eficaz en la lucha contra la degradación del medio ambiente, en general, y en el fomento de las energías renovables, en particular, en tanto en cuanto pueden, sobre la base del principio de "quien contamina paga", desincentivar conductas perjudiciales para el entorno y, al contrario, fomentar e incentivar otras más acordes con la utilización racional de los recursos.

En la tabla 5 se muestran algunos de los principales tributos de imposición directa e indirecta que se ven bonificados ante actitudes que fomentan las energías renovables y el respeto por el medio ambiente.

67. Libro Verde sobre la eficiencia energética. Comisión Europea, 2005.

Tributos	
Imposición directa	<i>Impuestos sobre sociedades:</i> deducción del 10% de importe de las inversiones realizadas: • En inversiones en instalaciones destinadas a la protección del medio ambiente. • En la adquisición de nuevos vehículos industriales o comerciales de transporte por carreteras con reducidas emisiones de contaminación atmosférica. • En instalaciones y equipos nuevos para el aprovechamiento de fuentes de energía alternativas o renovables.
	<i>Impuestos sobre Vehículos de Tracción Mecánica:</i> bonificaciones fiscales de hasta el 75%: • En función de la clase de carburante que consuma el vehículo, en razón a la incidencia de la combustión de dicho carburante en el medio ambiente. • En función de las características de los motores de los vehículos y sus Incidencias en el medio ambiente.
	<i>Impuesto sobre Actividades Económicas:</i> • Sujeción al impuesto de la producción de energías renovables (ya que constituye una actividad económica sujeta al impuesto). • Bonificación de hasta el 50% por utilización o producción de energías renovables.
Imposición indirecta	<i>Impuestos sobre Hidrocarburos:</i> • La utilización de biocombustibles se ve exenta de tipo impositivo frente a los 402,91 euros/1000 litros que la gasolina de 98 octanos soporta o los 269,86 euros del gasóleo.

Tabla 5: Medidas fiscales en España para el fomento de las energías renovables y el respeto del medio ambiente.

Fuente: Cuadernos de Energía. Marzo 2006. Comisión Europea.

Mis notas

Visión del FTF sobre las medidas aplicables por el sector público

Existen distintas acciones que los gobiernos pueden llevar a cabo para influir en la cuestión energética y que los expertos del FTF han valorado.

Desde el punto de vista de la **oferta**, se han centrado en las prácticas que se podrían utilizar para optimizar la cantidad y calidad (en términos de energía más limpia) de la energía disponible.

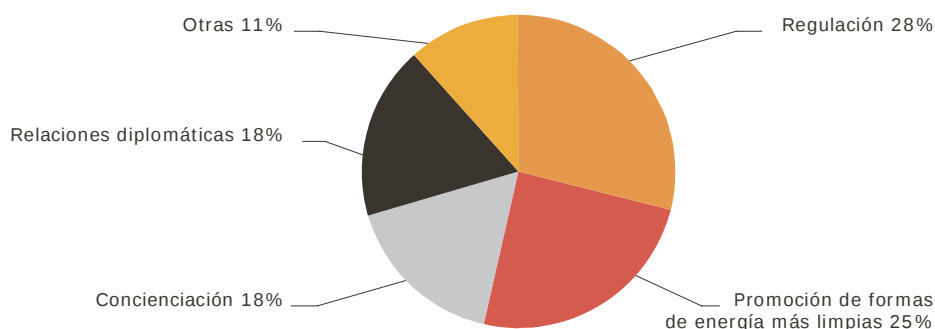


Ilustración 49: Acciones gubernamentales más efectivas para lograr la eficiencia energética desde el punto de vista de la oferta.
Fuente: Elaboración propia.

Las medidas más efectivas, según los expertos del FTF, tendrían que ver con la *regulación*. El poder que tienen los estados para legislar puede ser una gran baza a favor de la oferta energética y es aplicable a todos los sectores que tengan que ver con la energía.

Hay distintos tipos de incentivos que se podrían ofrecer en busca de un objetivo común: asegurar la sostenibilidad del modelo energético a largo plazo. De entre estas medidas, los expertos destacan la política fiscal como la más efectiva. Ofrecer ventajas fiscales por ser más eficientes energéticamente o redirigir las investigaciones hacia la mejora de la capacidad productiva en las energías renovables son medidas que los expertos ven con buenos ojos. Asimismo, la imposición de mayores tributos sobre combustibles fósiles conducirá, poco a poco, a una reducción de la demanda que llevará a las compañías que los producen a reducir su oferta y a centrarse más en otras fuentes.

Mis notas

Dentro de las posibilidades regulatorias, existen otras medidas muy importantes y complementarias a las políticas fiscales, como conceder subvenciones, fijar límites a la emisión de CO₂ o promover el comercio de emisiones de CO₂. Con respecto a la primera medida, antes de conceder nuevas subvenciones, se deberían cancelar aquéllas que pudieran atentar contra el desarrollo energético sostenible (existen subvenciones a las energías fósiles, como el carbón, por ejemplo). Las otras dos medidas citadas van avanzando de la mano del Protocolo de Kyoto.

Los expertos también sitúan dentro de las acciones más influyentes del sector público en la oferta energética las *medidas que promuevan las energías más limpias*. Los gobiernos tienen en su mano investigar y promoverlas para que en algún momento lleguen a convertirse en la alternativa real a los combustibles fósiles e, incluso, sustituirlos.



Desde el punto de vista de la oferta energética, las relaciones diplomáticas que pueden fomentar los gobiernos en el ámbito geopolítico pueden ayudar a minimizar el riesgo de interrupción en el suministro energético y asegurar así el abastecimiento nacional.

Por el lado de la **demanda**, el orden de eficacia de las medidas propuestas es similar al de la oferta, pero presenta algunos cambios. Además, la actuación del sector público no va encaminada a los mismos colectivos, como se ve más adelante.

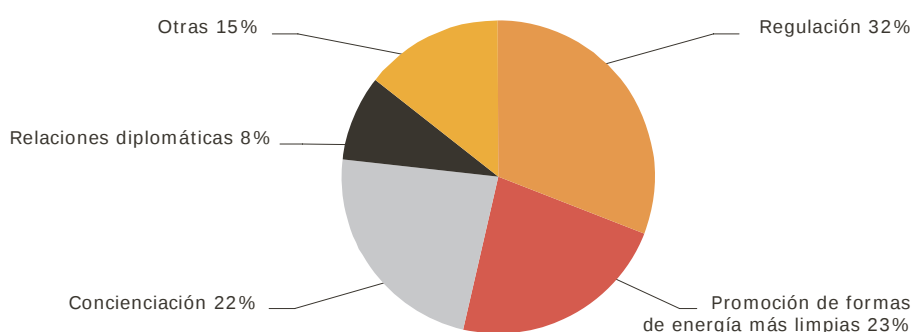


Ilustración 50: Acciones gubernamentales más efectivas para lograr la eficiencia energética desde el punto de vista de la demanda.
Fuente: *Elaboración propia.*

La regulación en la demanda es esencial para contenerla. Su incesante aumento impulsa nuevas iniciativas que permitan ahorros significativos en el consumo energético. Acciones como las de California (véase más abajo) son un ejemplo claro de cómo se puede intervenir de forma exitosa en la reducción de la demanda. En este ámbito cobra gran importancia la política fiscal, ya que los incentivos en forma de impuestos o subvenciones van a suponer un eficaz instrumento a la hora de sostener la demanda energética.

Un posible uso de las políticas fiscales afecta a las fuentes de energía. Deducir tributos o conceder subvenciones por la contratación y consumo de fuentes de energía renovables y eficientes⁶⁸ puede encaminar a los consumidores a demandar más energías renovables.

Las medidas relacionadas con la *concienciación social* toman un papel más relevante entre las acciones que los gobiernos pueden emplear desde el lado de la demanda. Esta concienciación persigue el fomento de un hábito de consumo más eficiente de la energía en la sociedad con el fin de contener la demanda. El simple hecho de conseguir que los consumidores finales advirtieran que nos encontramos ante un desafío de grandes proporciones ante el que

68. En Estados Unidos ya se dan estas medidas, que se denominan "Public good charges".

hay que tomar medidas sería un paso importantísimo para posibles acciones posteriores.

Los expertos también proponen algunas medidas más originales, como puede ser, por ejemplo, dar la posibilidad de utilizar rutas de tráfico especiales sólo a las personas que poseen vehículos híbridos.

El caso California: un ejemplo de intervención pública exitosa

En 1974, la demanda de electricidad del estado de California crecía a un ritmo del 6% anual. Tres cuartas partes de la electricidad se generaban a partir del petróleo. Se había planeado la apertura de veinte plantas nucleares más para el abastecimiento de energía. Además, las organizaciones ecologistas ejercían presión demandando un crecimiento del consumo más moderado a través de la eficiencia, la utilización de energías renovables como alternativa a la energía nuclear y una valoración independiente para la oferta y la demanda. Ante esta situación, se optó por crear la California Energy Commission (CEC), cuya principal función era hacer frente a estos desafíos. La apuesta para lograrlo: la *eficiencia energética*.

Los resultados lo dicen todo. En 1990, el crecimiento de la demanda se había reducido hasta el 2% anual. Las tres cuartas partes de los servicios de energía nuevos eran proporcionadas por programas de eficiencia energética. El 25% de la generación de nueva energía utilizaba gas natural limpio y eficiente (la mayoría CHP) y fuentes renovables. No se construyeron nuevas plantas nucleares o de carbón. Ya no se utilizaba petróleo para la generación de energía, sino gas natural.

En la ilustración 51 se puede comparar la evolución de la demanda energética de California con la del total de Estados Unidos.

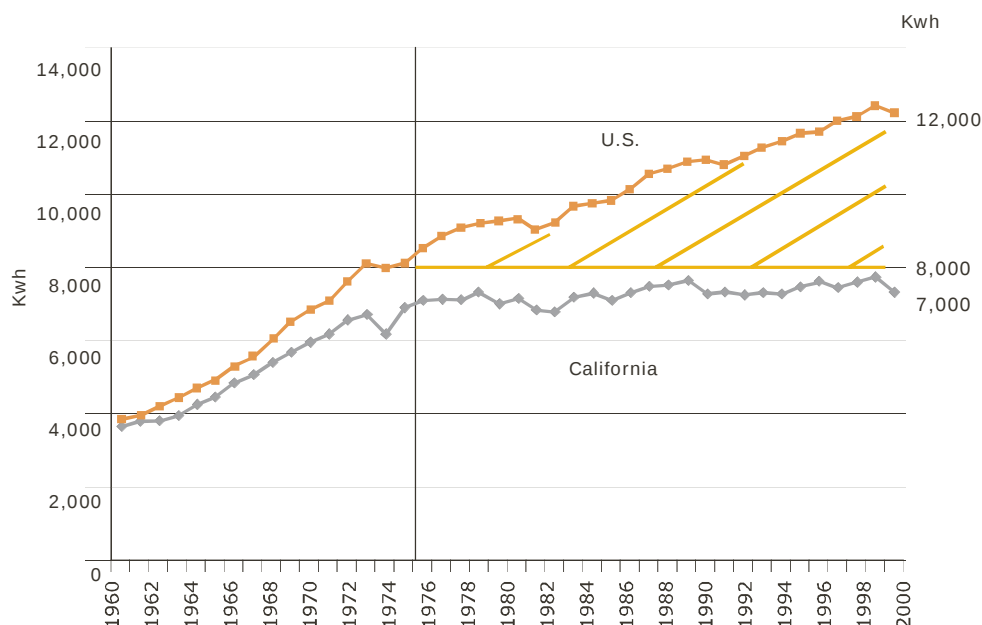


Ilustración 51: Consumo de energía per cápita en California y EEUU.
Fuente: California Energy Commission.

Todo esto se ha traducido en una enorme serie de ahorros económicos y medioambientales. En 2004, por ejemplo, se gastaron 16.000 millones de dólares menos en las facturas eléctricas. El ahorro neto, contando también los costes de programación y conservación de las medidas, está en torno a los 1.000 dólares por familia al año.

En lo que respecta al medio ambiente, el uso de la mitad de la electricidad evita la emisión de 18 millones de toneladas de carbono al año, lo que es equivalente a retirar 12 millones de coches de la carretera. Teniendo en cuenta este dato y que California cuenta con un parque de 25 millones de automóviles, se puede decir que se ha evitado la contaminación equivalente de la mitad del parque automovilístico.

No obstante, ¿cuáles han sido las medidas que han logrado estos resultados tan extraordinarios? Utilizando la misma división del apartado anterior, se distinguen acciones dirigidas a la oferta y acciones dirigidas a la demanda.

El objetivo de las medidas adoptadas en el lado de la **oferta** es asegurar una oferta adecuada de energía y, sobre todo, de electricidad. Para ello, se ha optado por obligar a mantener entre un 15% y un 17% de los márgenes de reserva; establecer un mecanismo para adecuar los recursos del sector públi-

co; hacer hincapié en los contratos de energía a largo plazo, fomentando así las inversiones y la I+D+i; buscar la mayor transparencia y difusión de los datos energéticos; potenciar un "mercado de la energía" en el que se pueda vender el exceso de energía producida y garantizar de esta manera su correcta distribución; e incentivar su ahorro y el uso de la cogeneración de energía.

Otro punto importante relativo a la oferta en el que se ha actuado son las infraestructuras, que, al fin y al cabo, son las que hacen viable la producción y distribución de energía. Para ello se ha actuado en la infraestructura del petróleo (mejorando la productividad de las plantas terrestres y, en mayor medida, marinas) y la infraestructura del gas (renovando plantas, incrementando los almacenamientos y mejorando los gasoductos).

En lo que respecta a la **demanda**, el principal objetivo es reducir el consumo energético mediante la eficiencia y los recursos alternativos, optando por lograr la diversificación energética. Los programas de respuesta de la demanda son la opción más eficaz a la hora de actuar en la eficiencia energética. Se opera tanto en las tarifas como en el control tecnológico. Por un lado, se provee a los consumidores de incentivos financieros y de tecnología para medir la energía con el objetivo de reducir las cargas de electricidad cuando los precios y la demanda eléctrica se encuentran en picos.

Los avances en la manera de medir la energía (consumo, etc.) están siendo fundamentales y las nuevas TIC están ayudando mucho. Todo ello con el fin de aplicar la máxima empresarial que dice que "lo que no se puede medir, no se puede gestionar". Estas acciones logran ofrecer una especie de señales de "no-precio" que muestran claramente cuándo sería muy beneficiosa una reducción puntual de la demanda antes de alcanzar el cuello de botella de capacidad.

No obstante, hay que complementar esa medida con la actuación en las tarifas en momentos de alta demanda, lanzando -en este caso sí- "señales de precio" para que los consumidores reduzcan la demanda o tengan que cargar con el coste completo del servicio.

Asimismo, se toman medidas específicas para reducir el consumo de energía en el transporte. Ventajas fiscales, subvenciones o acciones para incrementar el coste del transporte⁶⁹ son las más utilizadas.

Por último, y quizá lo más importante, hay que destacar la concienciación existente en California en el ámbito de la energía. Esa conciencia latente es la que llevó en su día a crear una comisión específica de energía en este estado (que no existe en el resto del país) que estudiara, investigara, planificara y tomara medidas para tratar la cuestión de la energía.

Los planes y objetivos de futuro de la CEC son, si cabe, más ambiciosos. Por

69. Existen cuatro opciones de pricing: poner tasas inferiores para vehículos que consuman menos, fijar tasas por galón, establecer seguros de automóvil "paga según lo que conduzcas" o incrementar el impuesto de hidrocarburos

ejemplo, los estándares en la construcción y las instalaciones que vaya fijando la CEC deberían ir logrando el objetivo de ahorrar un 5% cada tres años. Asimismo, los edificios comerciales deben reducir un 20% su consumo para 2015 y las casas de nueva construcción deben consumir un 50% menos de energía. Además, las energías renovables deben constituir el 20% del mix energético para 2010. Más específicamente, en lo referente a la energía solar, en 2017 se debe haber alcanzado el millón de tejados solares (3.000 MW en fotovoltaicos).

El caso de California se ha convertido en un referente mundial de cómo la eficiencia energética y la intervención del sector público pueden ayudar a controlar el crecimiento de la demanda de energía. Se debe estudiar en profundidad cuáles han sido las claves del éxito del programa para aplicarlas y utilizarlas como "mejores prácticas".

En este sentido, los expertos del FTF han valorado la posibilidad de aplicar algunas de estas medidas en Europa y han concluido que lo principal y más inmediato para un uso más eficiente de la energía en Europa debe ir de la mano de la educación responsable de los ciudadanos y de la creación de incentivos que influyan en el comportamiento del consumidor.

Mis notas

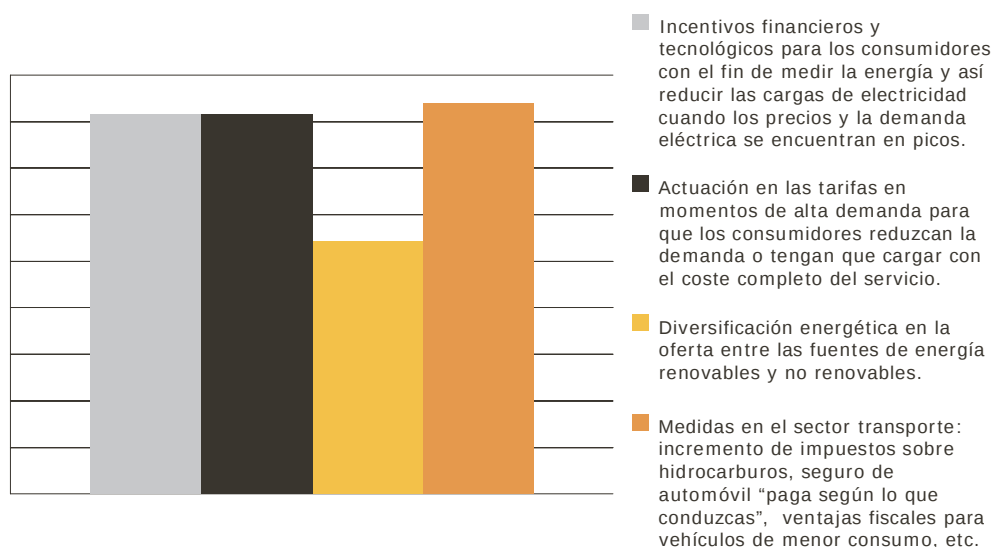


Ilustración 52: ¿Qué medidas adoptadas en California serían más efectivas para el control de la demanda energética en Europa?

Fuente: Elaboración propia.

Las medidas para el sector del transporte parece que también podrían ser de clara aplicación en el ámbito europeo. Los expertos del FTF también apuestan por acciones que ayuden a medir el consumo energético constantemente y poder repercutir el coste en momentos de gran incremento de la demanda; en definitiva, medidas que permitan al consumidor final ser consciente de la situación energética y tomar medidas individuales y familiares que contribuyan al ahorro de energía.

4.5. Medio ambiente

Como ya se ha visto en el capítulo 3, la superación del desafío medioambiental es clave en la consecución de la sostenibilidad energética por las implicaciones negativas que está teniendo sobre el medio ambiente el modelo energético actual basado en los combustibles fósiles. Es por este motivo por lo que es necesario que se empiecen a tomar medidas hoy día para poder atajar el problema y permitir que las futuras generaciones dispongan de un planeta limpio y habitable.

En este capítulo se van a detallar la previsible tendencia futura que van a tomar las emisiones de CO₂ derivadas del desarrollo socioeconómico mundial y el posible impacto medioambiental, social y económico del cambio climático que se originará por tales emisiones.

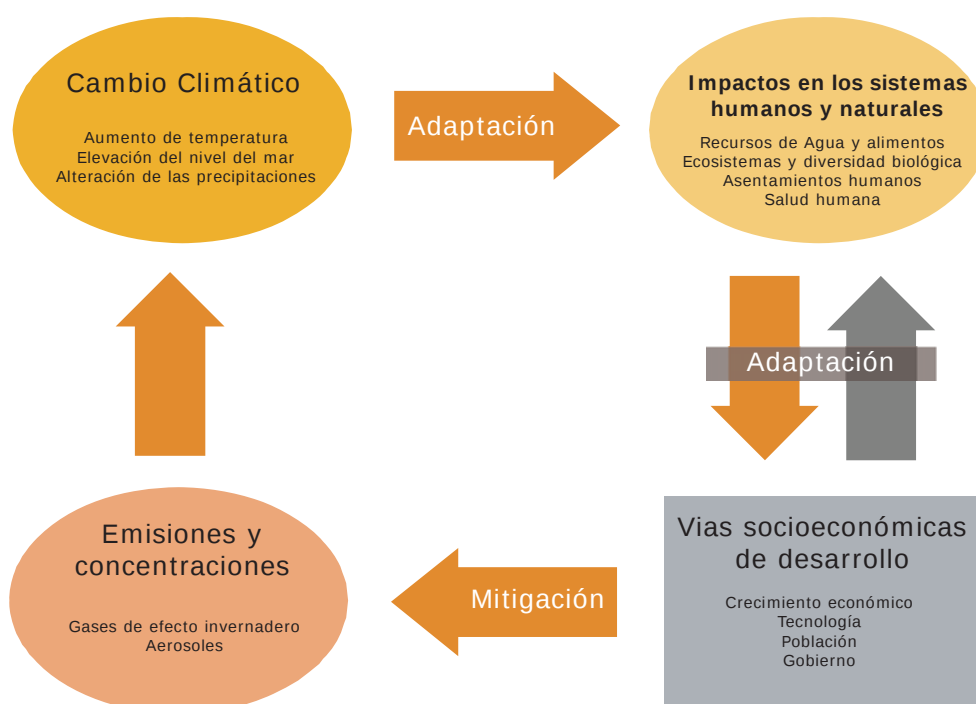


Ilustración 53: Círculo de impactos de las emisiones en el medio ambiente.
Fuente: *Cambio Climático 2001, Informe síntesis. Intergovernmental Panel on Climate Change.*

Previsión de emisiones de CO₂ en el futuro

Se estima que las emisiones globales de CO₂ crecerán un 62% entre 2002 y 2030, y que las emisiones de los países en vías de desarrollo superarán a las de la OCDE durante la década 2020-2030, como se ve en la ilustración 54.

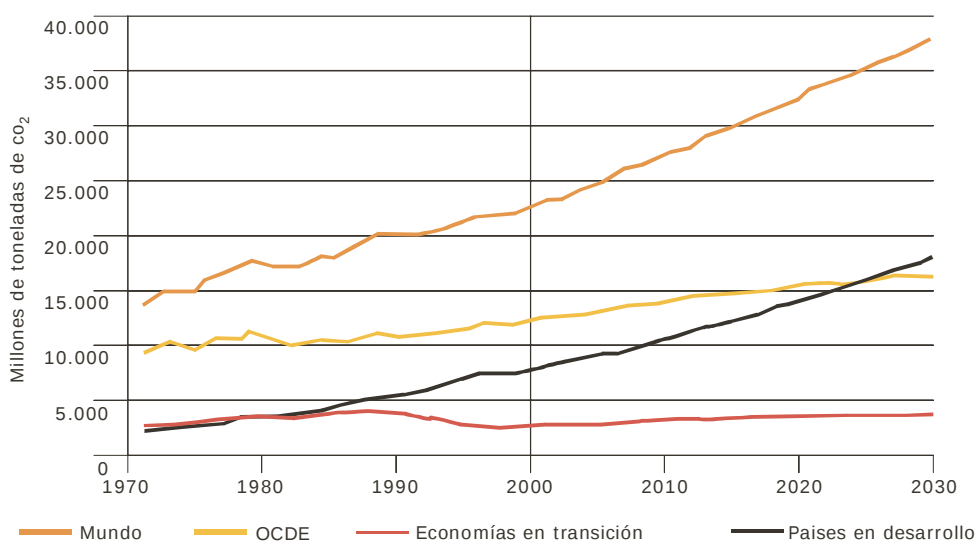


Ilustración 54: Emisiones de CO₂ relacionadas con la energía, 1970-2030.

Fuente: *World Energy Outlook 2004*. Autor: *International Energy Agency*.

Se espera que las emisiones de CO₂ mundiales derivadas del consumo de combustibles fósiles crezcan a un ritmo del 2% al año de 2002 a 2025⁷⁰. Las emisiones estimadas para 2025 proyectan un total de 38.790 millones de toneladas métricas, lo cual excede un 81% los niveles de 1990. El petróleo y el carbón son los combustibles fósiles que más contribuyen a estas emisiones.

Las economías de los mercados maduros, en general, están creciendo más lentamente que las emergentes y su crecimiento tiende a darse en sectores de energía menos intensiva. Como resultado de ello, se estima que las emisiones de CO₂ de las economías de mercados maduros crecerán un 1,1% anual de 2002 a 2025. Norteamérica estaría a la cabeza dentro de este conjunto de regiones desarrolladas, aportando hasta el 1,5% anual del incremento de emisiones para este período. Sin embargo, para Europa Occidental y el mercado maduro asiático, que se espera que tengan un crecimiento del PIB bastante más modesto, solamente se prevé un incremento en torno al 0,5% y 0,6%, respectivamente.

70. Según información del *International Energy Outlook 2005*.

Para las economías emergentes, se estima un fuerte crecimiento económico provocado principalmente por los sectores de la industria y el transporte, los cuales emplean energía de forma intensiva. A consecuencia de ello, se cree que las emisiones de CO₂ en las economías emergentes crecerán casi tres veces más que en las economías de mercados maduros, con una media del 3,2% anual de 2002 a 2025. Se espera que los aumentos más rápidos en emisiones de CO₂ se den en las naciones emergentes de Asia (China y la India, principalmente).

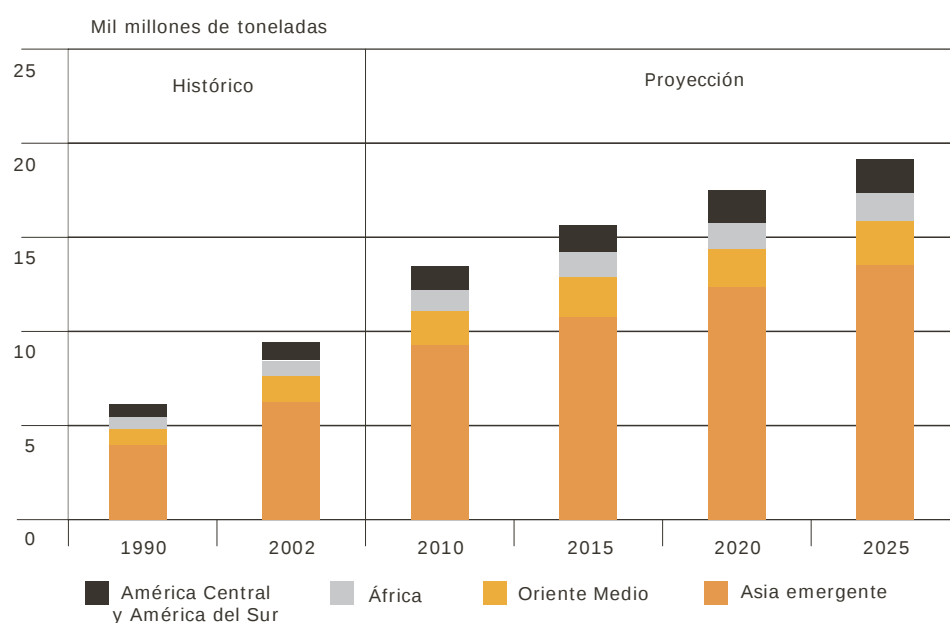


Ilustración 55: Emisiones de CO₂ en las economías emergentes, 1990-2025.

Fuente: Energy Information Administration.

Para lograr reducir estas predicciones de aumento de CO₂ en la atmósfera, la Energy Information Administration propone una serie de medidas en función de las distintas regiones en las que cada factor tiene mayor o menor importancia.

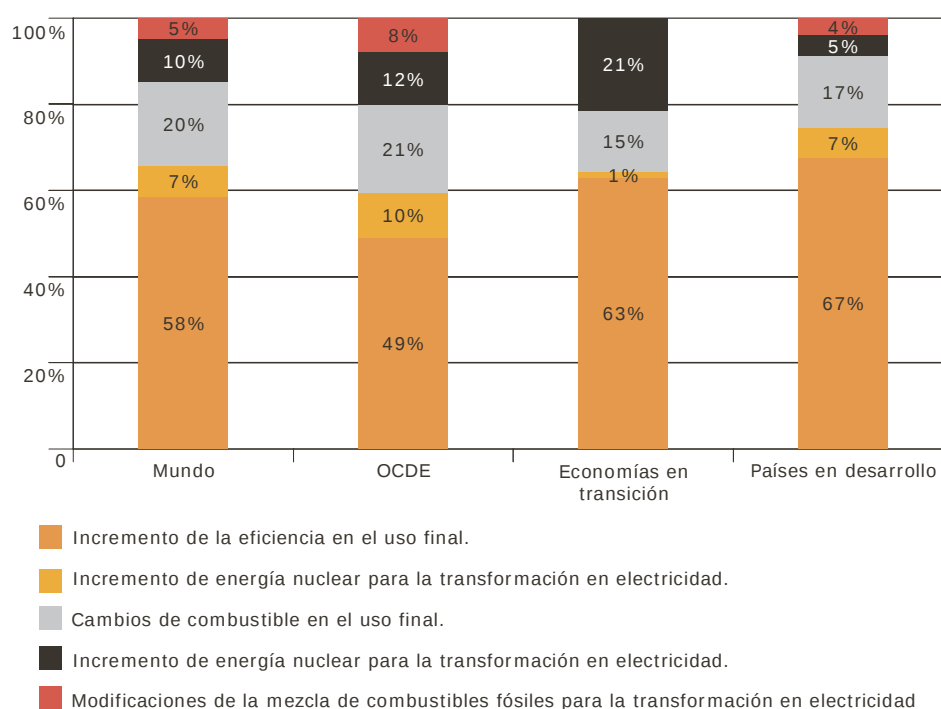


Ilustración 56: Porcentaje que contribuye cada factor a la reducción de CO₂, 2002-2030.
Fuente: World Energy Outlook 2004. Autor: International Energy Agency.

En la ilustración 56 se muestran los resultados, con los que se concluye que una mejora del uso eficiente de la energía provocaría un descenso de más del 50% en las emisiones de CO₂ y que un mayor uso de fuentes energéticas renovables ocasionaría un descenso del 20%.

Mis notas

Con relación a los principales sectores emisores de CO₂ y las previsiones de emisión en 2030, se puede destacar que el sector más contaminante en la actualidad es el de generación de electricidad, seguido del sector del transporte, que emite un 40% menos. Esta tendencia se va a seguir manteniendo en el futuro, si bien ambos sectores van a crecer en importancia relativa con respecto al resto.

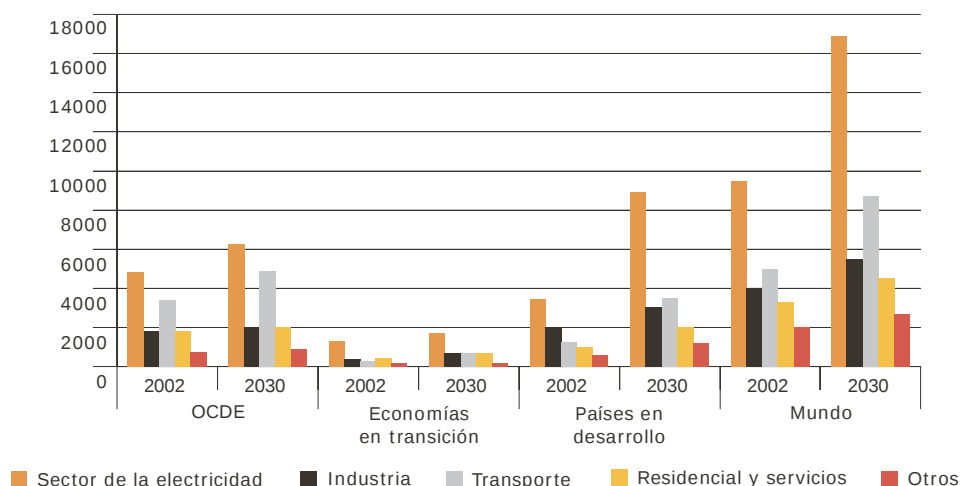


Ilustración 57: Emisión de CO₂ por sectores (Millones de toneladas).

Fuente: World Energy Outlook 2004. Elaboración propia.

La cada vez mayor demanda energética de los países en vías de desarrollo, los cuales, recordemos, van a acudir en su mayoría a combustibles fósiles intensivos en carbono (carbón o petróleo) para cubrir sus *necesidades*, es lo que va a hacer que el sector de *generación de energía* contamine más en las próximas décadas. Estos países priman el crecimiento y el desarrollo, y dejan en un segundo o tercer plano la conciencia medioambiental (como han hecho durante años las economías ahora desarrolladas).

El *transporte* supone en la actualidad el 21% de las emisiones mundiales de CO₂ y llegará al 23% en 2030, impulsado por un crecimiento en todas las zonas del mundo.

El sector *industrial* y el *residencial* no van a incrementar las emisiones de CO₂ de una forma tan creciente como los dos primeros, pero esto no quiere decir que haya que dejarlos de lado a la hora de tratar de reducir las emisiones. De hecho, el consumo de energía de ambos será crucial para determinar cuánta energía ha de generarse. Es decir, si se logra una mayor eficiencia en estos dos sectores, se conseguirá reducir la emisión de CO₂ tanto por la contención de la demanda como por la consiguiente disminución de la oferta.

Cambio climático

Las emisiones de CO₂ son una de las razones básicas por las que durante el último siglo la temperatura media global aumentó 0,6 grados (en Europa llegó a incrementarse un grado), lo que es un calentamiento inusualmente rápido. De hecho, el siglo pasado fue el más cálido y la década de los noventa fue la más calurosa de los últimos 1.000 años⁷¹. Según la NASA, los cinco años más calurosos han sido, en este orden, los siguientes: 2005, 1998, 2002, 2003 y 2004.

Como ya se comentó en el capítulo 3, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPPC, por sus siglas en inglés)⁷² prevé que la temperatura global media puede subir a lo largo de este siglo entre 1,4 y 5,8 grados (entre 2 y 6,3 grados en Europa) como consecuencia de las actividades humanas. Esta cantidad es de dos a diez veces superior al valor central del calentamiento observado durante el siglo XX y es muy probable que la velocidad prevista del calentamiento no tenga precedentes durante, al menos, los últimos 10.000 años, basándonos en datos del paleoclima⁷³.

Dos de sus consecuencias serán el aumento del nivel medio mundial del mar entre 0,09 y 0,88 metros entre los años 1990 y 2100, y que los glaciares y las capas de hielo continúen su retirada generalizada durante el siglo XXI. Tampoco se pueden obviar impactos tan apreciables como las catástrofes naturales o los fenómenos extremos (olas de calor, sequías, tormentas, huracanes e inundaciones) que se están produciendo con cada vez mayor frecuencia.

No obstante, las predicciones indican que el cumplimiento del Protocolo de Kyoto podría ayudar a reducir ese aumento de temperatura para el año 2050, si bien los expertos del FTF consideran que no va a haber un cumplimiento mayoritario por parte de los países firmantes del acuerdo, por lo que su impacto en la lucha contra el cambio climático puede ser reducido.

Del mismo modo, tal como se ve en la ilustración 58, los expertos opinan que el comercio de emisiones no supondrá un instrumento eficaz en la lucha contra el cambio climático, sino que causará únicamente un traslado y no una reducción de CO₂. A pesar de estas dudas sobre la eficacia del Protocolo de Kyoto, los expertos abogan por que los países en vías de desarrollo también entren en los acuerdos de este protocolo como medida más inmediata y eficaz.

71. Página web de la Unión Europea sobre el cambio climático (<http://www.climatechange.eu.com/>).

72. Foro científico establecido en el marco de las Naciones Unidas en 1988 para reunir a miles de expertos en clima de todo el mundo.

73. Clima de una época geológica antigua.

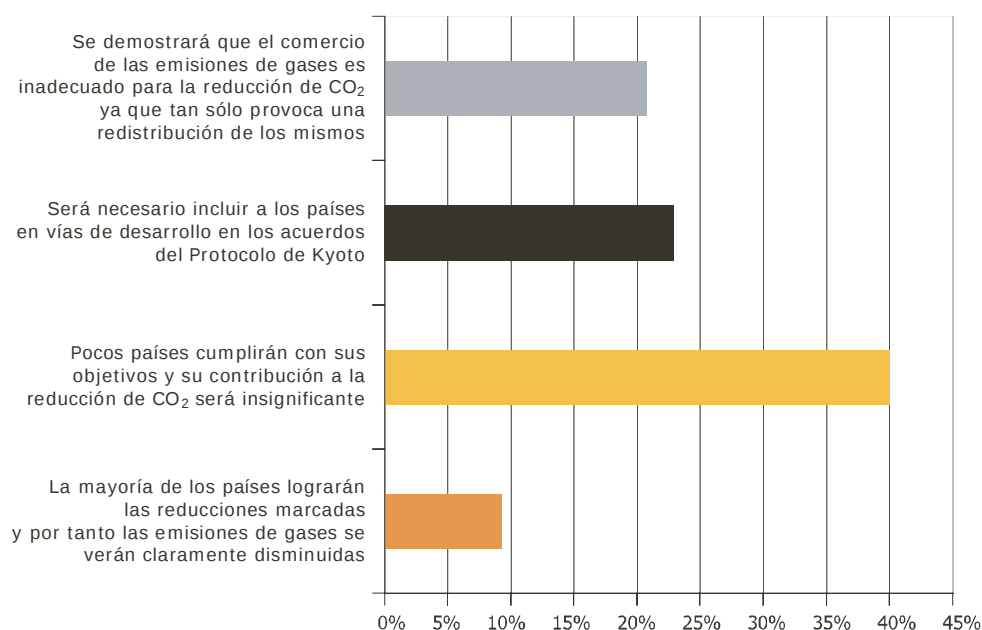


Ilustración 58: Consecuencias del Protocolo de Kyoto después del 2012.

Fuente: *Elaboración propia.*

Impactos ambientales y socioeconómicos

Todos los posibles cambios climáticos influirán decisivamente en la composición de los sistemas naturales (por ejemplo, muchos animales se están viendo obligados a emigrar por cambios en su ecosistema y cada año están desapareciendo especies de fauna y flora) y en los recursos con los que cuentan las sociedades (los cortes en el suministro de luz están cada vez más extendidos, los embalses llegan a mínimos históricos, etc.).

A continuación se profundiza en los posibles efectos adversos que se darán en gran parte del mundo, especialmente en las zonas tropicales y subtropicales.

La productividad ecológica y la *diversidad biológica* se verán alteradas por los cambios climáticos y la elevación del nivel del mar, con un riesgo creciente de extinción de algunas especies vulnerables. Se prevé que aumenten los problemas graves en los ecosistemas por factores como incendios, sequías, plagas, invasión de especies, tormentas y descoloramiento de los corales. Los problemas causados por el cambio climático, sumados a otros que sufren los sistemas ecológicos, pueden causar daños muy significativos o incluso la pérdida total de algunos ecosistemas únicos y la extinción de especies en peligro.

El cambio climático agravará la escasez de agua en muchas zonas del mundo en las que este recurso ya es insuficiente. En general, la demanda de agua está aumentando por el crecimiento demográfico y el desarrollo económico, aunque en algunos países está disminuyendo gracias a una mayor eficacia en su utilización. Se prevé que el cambio climático reducirá en gran medida las reservas de agua disponibles en muchas de las zonas mundiales, mientras que en otras estas reservas aumentarán. Sin embargo, la calidad del agua dulce se podría ver degradada por la subida de la temperatura.

En general, el cambio climático puede aumentar los *peligros para la salud humana*, sobre todo en la población con menores recursos económicos en países tropicales y subtropicales, pero tendrá notables consecuencias en todo el mundo. El cambio climático puede afectar a la salud humana directamente y también indirectamente por cambios en enfermedades transmitidas por animales, por la calidad del agua y del aire, y por la disponibilidad y calidad de los alimentos. Los impactos reales sobre la salud estarán muy influidos por las condiciones ambientales locales y las circunstancias socioeconómicas, así como por la capacidad de adaptación social, institucional, tecnológica y de comportamiento para disminuir las amenazas a la salud.

La producción de alimentos puede estar en peligro. Las predicciones globales calculan que la producción agrícola en la Unión Europea (y en Estados Unidos) se incrementará solamente con un aumento máximo de la temperatura de dos grados, pero, si sube más, se dará una reducción de la producción. En las zonas tropicales y subtropicales, ya se prevé que el daño en la agricultura como consecuencia del calor se producirá cuando la temperatura suba 1,7 grados. Una temperatura media más alta podría dejar a millones de personas en peligro de hambruna. Un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) prevé la pérdida del 11% de la tierra de cultivo en los países desarrollados para 2080, con la consiguiente reducción en la producción de cereales.

Ciertas partes de la *población* corren un gran riesgo de sufrir graves consecuencias sociales y económicas derivadas del ascenso del nivel del mar y los episodios de tormentas. Muchos asentamientos humanos estarán más expuestos a un aumento de la erosión y a inundaciones, y decenas de miles de personas que viven en deltas, zonas costeras bajas o en islas pequeñas corren el riesgo de ser desplazadas de esos lugares.

Sufre la economía. El cambio climático podría afectar al funcionamiento de los ecosistemas que suministran a nuestras economías importantes servicios y materias primas, como ya hizo el huracán Katrina con las reservas de petróleo estadounidenses. Asimismo, el aumento de la frecuencia de las catástrofes naturales por condiciones meteorológicas extremas tiene repercusiones económicas de gran alcance. Un informe publicado en junio de 2005 por la Asociación de Compañías Aseguradoras británicas llamó la atención sobre el

probable aumento de los costes derivados de las inundaciones debidas al cambio climático, que ascenderían, solamente en Europa, a más de 140.000 millones de dólares más al año para 2080.

La capacidad de adaptación puede reducir los efectos adversos del cambio climático y, a menudo, producir efectos secundarios beneficiosos, pero no puede evitar todos los daños. En todo caso, un cambio climático más rápido y de mayores proporciones plantearía más problemas de adaptación y riesgos que un cambio más lento y menos marcado. Los sistemas naturales y humanos han desarrollado la capacidad de adaptarse a una serie de condiciones climáticas, con un riesgo de daños relativamente bajo, y una alta capacidad de recuperación. Sin embargo, los cambios climáticos que tienen como resultado una mayor frecuencia de producción de fenómenos climatológicos aumentan el riesgo de daños graves y una recuperación incompleta o, incluso, un desmoronamiento del sistema.

4.6. Notas finales

La energía ha sido una cuestión clave a lo largo de la historia. Acelera el crecimiento y es un requerimiento esencial para el desarrollo económico y social. Los cambios en el sistema energético han marcado la evolución del desarrollo de países y sociedades, y han permitido el paso a un mayor rendimiento energético que ha contribuido al progreso. Hoy día se está llegando a una situación que exige un cambio significativo en el modelo energético para continuar con el crecimiento económico.

Este cambio surge como necesidad de resolver un problema que, aunque muchos no lo vean como inmediato, es posible que tenga consecuencias más duras de lo esperado si se retrasa la toma de decisiones. El abastecimiento energético actual depende de los combustibles fósiles, cuyo posible agotamiento se prevé en las próximas décadas y cuyas repercusiones sobre el medio ambiente son negativas.

En este sentido, se propuso a los expertos del FTF que definieran la situación general de la energía a medio plazo y las soluciones más inmediatas. Como se puede observar en la ilustración 59, los expertos del FTF definen la situación energética como un **problema**. En el apartado 4.2 se ha visto que la solución más inmediata a este problema tiene que venir con cambios en los hábitos de consumo y el fomento de energías renovables que alivien las consecuencias del modelo energético minimizando el impacto medioambiental y diversificando la oferta energética hasta la llegada de algún avance científico que pueda producir un cambio más radical en este contexto.

Mis notas

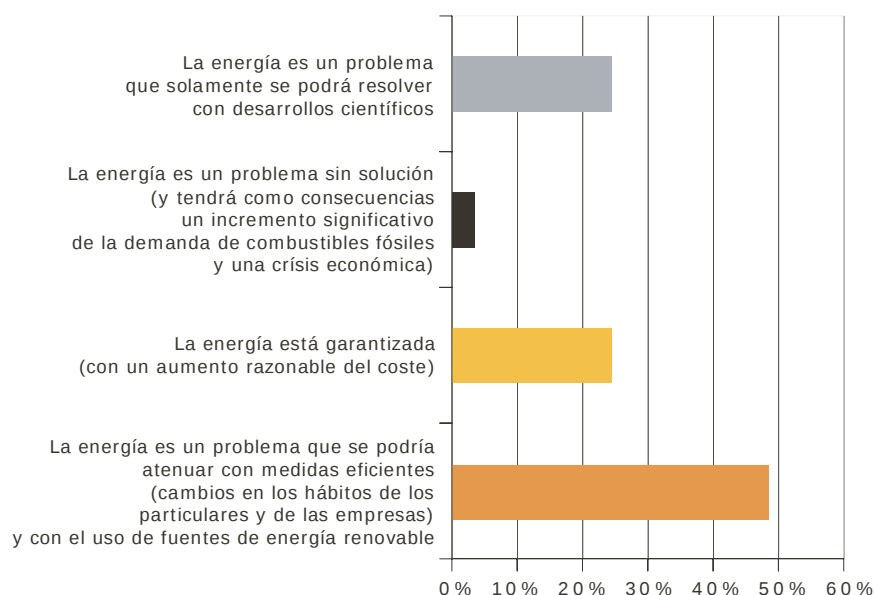


Ilustración 59: Situación general de la energía en los próximos años.

Fuente: Elaboración propia.

La incertidumbre que genera no saber cuándo se llegará a un modelo de sostenibilidad energética obliga a dar pasos intermedios que deberán facilitar el cambio del sistema energético actual.

El papel del sector público en la transición hacia la superación de los desafíos energéticos es fundamental. Los gobiernos deberán contribuir con los instrumentos necesarios a que se incentiven hábitos de consumo eficientes, el uso de energías renovables y un mayor respeto por el medio ambiente. Únicamente con la concienciación de la sociedad de que se está ante un problema energético será posible dirigirse hacia la sostenibilidad.

La demanda de cambio de la sociedad provocada por una mayor concienciación y, especialmente, por un posible encarecimiento de los precios de los combustibles tradicionales generará oportunidades para desarrollar nuevos productos o servicios que sean más eficientes energéticamente. Asimismo, un avance tecnológico más revolucionario podría crear un nuevo mercado en torno a él. Sin embargo, en todo caso, la **innovación** ha de estar presente en todo este proceso de cambio, tanto para la búsqueda de soluciones transitorias como para encontrar una respuesta más a largo plazo para este desafío energético.

Algunos sectores, de hecho, ya han comenzado a andar por el camino de la eficiencia energética. Bien por iniciativa propia o bien por las exigencias que establecen las nuevas regulaciones, sectores como el del transporte, la construcción o el agrícola han dado algunos pasos, pero el camino aún es muy largo.

Se concluye, por tanto, que la solución al problema energético al que nos enfrentamos en los próximos años requerirá la participación de múltiples agentes para aliviar sus consecuencias y que solamente con una rápida y adecuada adaptación de los gobiernos, la sociedad y las empresas se logrará reducir el impacto económico y medioambiental del cambio hacia un **desarrollo sostenible**.

5

Apéndice

Miembros del FTF



Ponentes

Dennis Campbell.

Ex presidente y cuadro superior, Ballard Power Systems.

País: Estados Unidos.

Napier Collyns.

Cofundador, Global Business Network.

País: Estados Unidos.

Piers Corbyn.

Director, Weather Action Ltd.

País: Estados Unidos.

John Derrick.

Ex director y presidente, Pepco Holdings, Inc.

País: Estados Unidos.

Eduardo González.

Presidente, Foro Nuclear.

País: España.

Andrei Marcu.

Director ejecutivo, International Emissions Trading Association.

País: Suiza.

DK Matai.

Director, The Philanthropia, ATCA & mi2g.

País: Estados Unidos.

Miguel Salís.

Cofundador y presidente, EOLIA.

País: España.

Theodore Stout.

Fundador, ROI Institute.

País: Estados Unidos.

Carlos Torres.

Director Estrategia Corporativa, Endesa.

País: España.

Julian West.

Director, Cambridge Energy Research Associates (CERA).

País: Reino Unido.

Mis notas

John Wilson.

Consejero, California Energy Commission.
País: Estados Unidos.

Moderadores

Chris Meyer.

Monitor Group.
País: Estados Unidos.

Ignacio Ríos.

Monitor Group.
País: España.

Asistentes

Carlos Bhola.

Socio-director, Celsius Capital.
País: Estados Unidos.

Alpheus Bingham.

Presidente y director, Innocentive.
País: Estados Unidos.

Max Burger-Calderon.

Socio fundador, Apax.
País: Alemania.

Antonio Carro.

Ex consejero delegado, Jazztel.
País: España.

Fernando de Esteban.

DGA Energy and Transportation, European Commission.
País: España.

Ricardo Díez-Hotchleitner.

Presidente, Club of Rome.
País: España.

Ren Ee Chee.

Subdirector, Instituto del Genoma en Singapur.
País: Singapur.

Ricardo Egea.

Miembro del FTF.
País: España.

Javier García.

Information Officer, Global Demand IT LILLY.
País: Estados Unidos.

Juan José González.

Vicepresidente, Boston Consulting Group España.
País: España.

Gerald Harris.

Principal, Global Business Network.
País: Estados Unidos.

John Hoffman.

Presidente y consejero delegado, Roamware, Inc.
País: Estados Unidos.

Abdenour Keramane.

Ex ministro de Energía, director, MEDénergie.
País: Argelia.

John Law.

Especialista bancario principal, International Finance Corporation.
País: Hong Kong, China.

José María Marín.

Consejero, Banco Central de España.
País: España.

Manuel Márquez.

Socio, Spencer Stuart.
País: España.

Thomas Lee.

Profesor, Electrical Engineering at Stanford University.
País: Estados Unidos.

José Luis Martínez.

Presidente, Club Español de la Energía.
País: España.

Carlos Mira.

Ex consejero delegado, Lucent Technologies Mobility Europe.
País: España.

Rafael Puyol.

Rector, Universidad Complutense.
País: España.

Jens Schulte-Bockum.

Director de equipos, Vodafone Group Services Limited.
País: Reino Unido.

Brent Segal.

Cofundador y director financiero, Nantero Inc.
País: Estados Unidos.

Vaclav Smil.

Distinguido Profesor, Facultad del Medio Ambiente, Universidad de Manitoba.
País: Canadá.

Reiji Takeishi.

Miembro del Instituto de Investigaciones Fujitsu, Economic Research Center.
País: Japón.

Gregory Unruh.

Profesor de Comercio Mundial, Lincoln Center for Ethics in Global Management, Thunderbird University.
País: Estados Unidos.

Paul Van Riper.

Teniente general, jubilado, US Marine Corps.
País: Estados Unidos.

Diane Wittenberg.

Presidente, The California Climate Action Registry.
País: Estados Unidos.

Fundación de la Innovación Bankinter

José María Castellano.

Presidente.
País: España.

Carlos López Blanco.

Vicepresidente ejecutivo.
País: España.

Mónica Martínez Montes.

Directora general.
País: España.

Paula Manrique Huarte.

Operations Staff.
País: España.

Bankinter

Fernando Alfaro Águila-Real.

Director general, Área de Innovación.
País: España.

Marcelina Cancho Rosado.

Ejecutivo, Área de Innovación.
País: España.

Glosario

A

Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés): organismo internacional que actúa como consejero de la política energética para sus 26 países miembros (la mayoría de los países occidentales y Corea del Sur) en su esfuerzo de asegurar energía limpia, asequible y confiable para los ciudadanos. Fundada durante la crisis del petróleo de 1973-1974, su rol inicial consistía en coordinar los tiempos de oferta de petróleo en situaciones de emergencia. Sin embargo, en las últimas décadas, con los cambios ocurridos en los mercados de energía, la función de este organismo se ha transformado y se ha enfocado en gestionar los temas energéticos desde una perspectiva más amplia, incluyendo el cambio climático, reformas del mercado, colaboración en tecnología energética y llegando al resto del mundo. Formada por un staff de 150 personas (expertos en energía y estadísticos de los 26 países miembros), realiza un programa de investigación en energía: recogida de datos, análisis, buenas prácticas recomendadas y publicaciones.

Autosuficiencia energética: capacidad de autoabastecerse de energía mediante la utilización de recursos energéticos propios, ya sea el caso de una vivienda, empresa o país.

B

Biocombustible: es el término con el que se denomina a cualquier tipo de combustible que derive de la biomasa, organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos, como el estiércol de la vaca. Es una fuente renovable de energía, a diferencia de otros recursos naturales como el petróleo, el carbón y los combustibles nucleares.

Biogás: gas combustible que se origina en la descomposición anaeróbica de materia orgánica, compuesto principalmente por metano, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno.

Biomasa: esta tecnología emplea la materia orgánica susceptible de ser utilizada como energía según la defi-

nición de la Energy Security Act (PL 96-294 [ley de seguridad en materia de energía]) de 1980: "toda sustancia orgánica disponible que sea renovable, como los cultivos agrícolas y los desechos y residuos agrícolas, la madera y los desechos y residuos de la madera, los desechos animales, los desechos municipales y las plantas acuáticas". El aprovechamiento de la biomasa como energía puede realizarse vía combustión directa o mediante la conversión de la biomasa en diferentes combustibles a través de digestión anaerobia, pirólisis, gasificación o fermentación.

Brent: el crudo Brent es un petróleo ligero ideal para la producción de gasolina. La producción petrolífera de Europa, África y Oriente Medio tiende a venderse al precio que marca el barril de crudo Brent; es decir, marca un precio recomendado o estándar para el 65% de las diferentes variedades de crudo mundial, las cuales lo toman como referente. El Brent cotiza en el International Petroleum Exchange (IPE) de Londres mediante opciones y futuros.

C

Carbón: mineral de origen orgánico, de color negro, combustible y muy rico en el elemento químico carbono. Se origina por descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas, esporas, etc., que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Debido a la acción de las bacterias anaeróbicas, la materia orgánica va ganando carbono y perdiendo oxígeno e hidrógeno. Este proceso, aunado a los incrementos de presión y temperatura con el paso del tiempo, provoca cambios físicos y químicos en los restos orgánicos y los transforma en lo que hoy conocemos como carbón. El carbón se quema en calderas para calentar agua que puede vaporizarse para mover máquinas a vapor o directamente para producir calor utilizable en usos térmicos (calefacción).

Célula termofotovoltaica: dispositivo en el que la luz solar concentrada hacia un absorbedor lo calienta a alta temperatura y la radiación térmica que emite el absorbedor se utiliza como fuente de energía para una célula fotovoltaica diseñada para maximizar la eficiencia de conversión en la longitud de onda de la radiación térmica.

Ciclo combinado: coexistencia de dos ciclos termodinámicos en un mismo sistema, uno cuyo fluido de trabajo es vapor de agua y otro cuyo fluido de trabajo es un gas producto de una combustión.

Cogeneración: sistema que, partiendo de una energía de combustible, la convierte en otras formas energéticas, como vapor o agua caliente (de baja calidad, pero útil) y electricidad (de alta calidad y también útil).

Combustibles alternativos: término difundido para combustibles para transporte "no convencionales", derivados del gas natural (propano, gas natural comprimido, metanol, etc.) o materiales de la biomasa (etanol, metanol, etc.).

Combustibles de biomasa: biomasa convertida directamente en energía o en combustibles líquidos o gaseosos, como el etanol, el metanol, el metano y el hidrógeno.

Combustibles fósiles: son aquellos combustibles de naturaleza orgánica, como el carbón, el petróleo y el gas natural, que se han formado, desde los orígenes de la Tierra, por el enterramiento de materias orgánicas. También se utiliza esta denominación para derivados de los anteriores, generados a partir de diferentes tipos de procesos, como, por ejemplo, la destilación del petróleo. Son la principal fuente de energía, como consecuencia de su menor coste y sus mayores eficiencias en su transformación. Sin embargo, el impacto ambiental por la emisión de gases de efecto invernadero como consecuencia de su combustión puede limitar su utilización en el futuro. El petróleo, el gas natural y el carbón son combustibles fósiles.

Cultivos energéticos: cultivos realizados específicamente por su valor como combustible. Entre ellos se

incluyen cultivos de plantas alimenticias, como el maíz y la caña de azúcar, y no alimenticias, como los álamos y el mijo. En la actualidad se están desarrollando dos cultivos energéticos: cultivos leñosos de corta rotación (árboles de madera dura y crecimiento rápido que se cosechan en un período de cinco a ocho años) y cultivos energéticos herbáceos (como el pasto perenne, que se cosecha anualmente después de dos a tres años, en los que alcanza su productividad plena).

D

Dióxido de carbono: gas incoloro, inodoro e incombustible cuya fórmula es CO_2 , presente en la atmósfera. Se forma por la combustión del carbono y sus compuestos por la respiración, que es una combustión lenta, de animales y plantas, y por la oxidación gradual de la materia orgánica de la tierra.

Dispositivo fotovoltaico: dispositivo eléctrico de estado sólido que convierte la luz en electricidad de corriente directa de características de voltaje-corriente que son función de las características de la fuente de luz y de los materiales y el diseño del dispositivo. Los dispositivos fotovoltaicos solares están hechos de diversos materiales semiconductores, entre los que se cuentan el silicio, el sulfuro de cadmio, el telurio de cadmio y el arseniuro de galio, y presentan formas monocristalinas, multicristalinas o amorfas.

Diversificación energética: acudir a fuentes de energía diferentes a las que se están utilizando actualmente en aras de reducir el riesgo de quedarse sin suministro por la gran dependencia de una única fuente o de unas pocas.

E

Efecto invernadero: es el efecto de atrapar el calor del sol, debido al cambio de longitud de onda que se produce en la radiación solar al atravesar determinados medios y después no poder volver a escaparse a la atmósfera. Cuando hay exceso de algunos gases, como el CO₂, este efecto aumenta artificialmente, con peligro de que se eleve la temperatura (calentamiento global y cambio climático) y se provoquen desertizaciones, disminución de las masas de hielo polares e inundaciones.

Eficiencia energética: en virtud de la primera ley de la termodinámica, la razón de trabajo o rendimiento energético al trabajo o entrada de energía no puede superar el 100%. De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, la eficiencia se determina por la razón de la energía teórica mínima necesaria para completar una tarea a la energía realmente consumida en realizarla. En general, la eficiencia medida de un dispositivo definida por la primera ley es mayor que la definida por la segunda.

Electricidad: energía transmitida por electrones en movimiento. Energía secundaria o derivada que puede producirse a partir de la mayoría de los agentes energéticos. Desde luego, el procedimiento más importante consiste en recurrir a un generador o alternador que convierte la energía primaria suministrada por un proceso térmico o por una turbina hidráulica. Los demás procedimientos (solar, eólico, etc.) desempeñan aún un papel discreto, aunque con importantes expectativas para el futuro próximo. Para la mayor parte de las aplicaciones, la electricidad debe producirse al mismo tiempo que se consume. Su almacenamiento es posible tan sólo indirectamente y dentro de límites restringidos. Por razones económicas y de calidad del suministro, lo razonable es concebir las redes de transporte y producción a gran escala y explotarlas mediante interconexiones.

Energía eólica: energía disponible debido al movimiento del viento a través del paisaje. Se origina en el calentamiento de la atmósfera, la tierra y los océanos por medio de la energía solar. La energía cinética del viento se aprovecha para hacer trabajo mecánico o para generar electricidad como en molinos y pozos. Los actuales

aerogeneradores comerciales de fuerza se encuentran disponibles desde 500 hasta 1.500 KW de potencia nominal; a día de hoy existen prototipos de hasta 3.000 KW.

Energía geotérmica: energía producida por el calor interno de la tierra. Se manifiesta por medio de procesos geológicos como los volcanes en sus fases póstumas, los géiseres que expulsan agua caliente y las aguas termales. Es posible utilizar la energía geotérmica para calefacción o para producir energía eléctrica. Su principal limitante es el alto coste en infraestructura, ya que requiere equipo especializado con alta resistencia para perforar pozos en roca volcánica dura de zonas muy calientes. Si bien es cierto que la geotermia desprende residuos de azufre y bióxido de carbono, el impacto ambiental es mucho menor que el de una planta térmica convencional.

Energía hidráulica: se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de ríos, saltos de agua o mareas. Es una energía que se puede transformar a muy diferentes escalas y desde hace siglos existen pequeñas explotaciones en las que la corriente de un río mueve un rotor de palas y genera un movimiento aplicado, por ejemplo, a molinos rurales. Sin embargo, la utilización más significativa la constituyen las centrales hidroeléctricas.

Energía limpia / verde: electricidad generada mediante el uso de recursos renovables que generalmente tienen un impacto medioambiental más bajo que otro tipo de energías. Las energías renovables (sol, viento, agua, calor dentro de la tierra, material orgánico y desechos materiales) no desaparecen porque son fácilmente repuestas por la naturaleza.

Energía mareomotriz: la energía mareomotriz es aquella obtenida a partir de la energía potencial de las mareas. El desnivel producido por el movimiento periódico de subida y bajada del agua del mar, pleamar y bajamar, cada 12 horas y 25 minutos, genera corrientes marinas que hacen girar la turbina de un generador eléctrico. Acusa ciertos inconvenientes que frenan su utilización, como la necesidad de que la amplitud de la marea sea de varios metros (concretamente, más de seis metros).

Energía nuclear: la energía nuclear es aquella que se libera como resultado de una reacción nuclear. Existen dos procedimientos para crear energía nuclear: mediante la fisión de átomos (su ruptura genera una gran cantidad de energía) y mediante la fusión de átomos, es decir, la unión de átomos, que produce una reacción muchísimo más potente. La primera de las formas es la utilizada en todas las centrales nucleares existentes hoy día, ya que la tecnología capaz de controlar la fusión todavía está en desarrollo y habrá que esperar varios años hasta que su aplicación comercial sea factible

Energía reactiva: la mayoría de los consumidores eléctricos (motores, transformadores, lámparas de descarga, etc.) absorbe de la red, para su funcionamiento, no sólo energía activa, sino también energía reactiva, que es utilizada para la creación de campos magnéticos y que, por tanto, es necesario generar y transportar. Sin embargo, contrariamente a como se la denomina, no se trata exactamente de una energía, ya que no produce ningún trabajo útil. Cuanto menor sea su demanda por parte de los receptores de la red, más compensado estará el sistema eléctrico, que podrá dedicar así una mayor proporción de su capacidad de generación y distribución a la energía que realmente se aprovecha para producir trabajo (energía activa).

Energías renovables: energías derivadas de recursos que pueden regenerarse o que, para todo fin práctico, no se pueden agotar. Entre los tipos de recursos de energía renovable se incluyen el movimiento del agua (energía hidráulica, de las mareas y de olas del mar), los gradientes térmicos del océano, la biomasa, la energía geotérmica, la energía solar y la energía eólica. También se considera que los residuos sólidos municipales (MSW)

constituyen un recurso de energía renovable. Por tanto, es la energía que, administrada de forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente, ya que su cantidad disponible no disminuye a medida que es aprovechada.

Energías no renovables: fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y que, una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que no existe sistema de producción o extracción viable, o la producción desde otras fuentes es demasiado pequeña como para resultar útil a corto plazo. Las forman los combustibles fósiles y los nucleares.

Energías primarias: corresponden a las distintas fuentes de energía tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea en forma directa o después de un proceso de extracción. Los recursos energéticos se utilizan como insumo para obtener productos secundarios o se consumen en forma directa, como es el caso de la leña, el bagazo de caña y una parte del gas no asociado.

Energías secundarias: son recursos energéticos derivados de las fuentes primarias y se obtienen en los centros de transformación, con características específicas para su consumo final. Estos productos son el coque, gas licuado de petróleo, gasolinas-naftas, querosenos, diesel, combustóleo, productos no energéticos derivados de los hidrocarburos, gas natural y electricidad.

Energía solar fotovoltaica: energía electromagnética transmitida desde el sol y que se basa en el llamado "efecto fotovoltaico", que se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores. De esta forma se genera un flujo de electrones en el interior de esos materiales y una diferencia de potencial que puede ser aprovechada. Un segundo grupo de aplicaciones son las conectadas a la red, que incluyen grandes centrales de potencia y pequeñas instalaciones asociadas a consumidores domésticos e industrias. Por último, están las aplicaciones singulares, dedicadas a la alimentación energética de objetos, desde satélites artificiales hasta relojes y calculadoras.

Energía solar térmica: la energía del sol, al ser interceptada por una superficie absorbente, se degrada y aparece el efecto térmico. La energía solar puede ser de baja temperatura, media temperatura y alta temperatura, según la captación sea directa, de bajo índice de concentración o de alto índice de concentración. Las aplicaciones de baja temperatura, realizadas con colectores planos vidriados, son las más extendidas comercialmente. Sus aplicaciones de más interés se dan en edificios (para conseguir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas y calefacción) y en instalaciones industriales. También se utiliza para la preparación de agua caliente sanitaria y parcelación de agua para procesos, en instalaciones agropecuarias: para la calefacción de los invernaderos, agua caliente de las piscifactorías, etc.

Energía térmica oceánica: este tipo de energía tiene como objeto el aprovechamiento del gradiente térmico oceánico, es decir, de la generación de energía a partir de las diferencias de temperaturas del agua de la superficie y las profundidades (para el aprovechamiento es necesaria una diferencia de 20 grados centígrados como mínimo, algo que sólo se da si se alcanzan grandes profundidades -alrededor de mil metros- en zonas tropicales).

Energía undimotriz: consiste en el aprovechamiento de la fuerza de las olas mediante una serie de construcciones en la línea de la costa diseñadas para aprovechar el movimiento del oleaje y generar electricidad. Existen varios métodos para ello: el más extendido consiste en una serie de boyas que se elevan y descienden sobre una estructura similar a un pistón, en la que se instala una bomba hidráulica. El agua entra y sale de la bomba con el movimiento e impulsa un generador que produce la electricidad. También existe la posibilidad de construir una cámara de aire, el cual es empujado hacia la turbina cuando una ola irrumpe en ella.

Etanol: líquido incoloro producto de la fermentación, utilizado en bebidas alcohólicas, en procesos industriales y como aditivo de combustible. Se le conoce también como "alcohol de grano".

Externalidad: impactos ambientales, sociales y económicos que trae aparejada la producción de un bien o ser-

vicio, no directamente reflejados en el precio de mercado de dicho producto o servicio.

G

Gas natural: el gas natural es una mezcla de gases que se encuentra frecuentemente en yacimientos fósiles, solo o acompañando al petróleo o a los depósitos de carbón. Puede obtenerse también con procesos de descomposición de restos orgánicos (basuras, vegetales, gas de pantanos, etc.) en las plantas de tratamiento de estos restos (depuradoras de aguas residuales urbanas, plantas de procesamiento de basuras, de alpechines, etc.), que componen el denominado "biogás". Cabe destacar que el gas natural que se obtiene debe ser procesado para su uso comercial o doméstico. Ha presentado el crecimiento más rápido en su consumo mundial frente a otros combustibles fósiles, con lo cual su participación en el consumo de energía primaria ha crecido paulatinamente (se ha convertido en la alternativa predilecta para generar electricidad por su eficiencia en las turbinas de ciclo combinado y su combustión limpia). Donde el gas natural puede contribuir significativamente al mejoramiento de la calidad del aire es en el transporte (los vehículos que funcionan con gas natural pueden reducir las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos reactivos hasta un 90% en comparación con los vehículos que utilizan gasolina). Además, nuevas tecnologías de gas natural, como sistemas de ciclo combinado de alta eficiencia, aumentan el rendimiento de la energía y simultáneamente reducen la contaminación.

Gasolinas y naftas: combustible líquido liviano, con un rango de ebullición entre 30 y 200 grados centígrados, que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento del gas natural. Dentro de este rango se consideran las gasolinas de aviación, las automotrices, las naturales y las naftas.

Geopolítica: es una ciencia que, a través de la geografía política, la geografía descriptiva y la historia, estudia la causalidad espacial de los sucesos políticos y sus futuros efectos.

I
Intensidad energética: es la cantidad de energía que se necesita para producir un dólar estadounidense de Producto Interior Bruto (PIB). Comparar la intensidad energética de países con PIB similares es un modo de medir cuán eficientemente usa cada uno la energía.

International Petroleum Exchange: cotiza en Londres y es uno de los contratos de futuros y opciones de energía más utilizados del mundo. Es un benchmark mundial para precios del petróleo, pero también lleva la manija de contratos de futuros y opciones en gas natural, electricidad (carga mínima y máxima) y, desde el 22 de abril de 2005, el Cambio Climático Europeo (ECX, por sus siglas en inglés). La bolsa de intercambio ha pasado a denominarse ICE Futures desde 2005.

L
Lluvia ácida: precipitación húmeda o seca de carácter ácido (pH bajo), producida por la emisión de sulfatos y nitratos a la atmósfera, procedentes fundamentalmente de la combustión de combustibles fósiles.

M
Metanol: líquido transparente, incoloro, muy volátil, inflamable y tóxico; se utiliza como combustible y como aditivo de combustible, así como para fabricar sustancias químicas.

O
OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Es una organización internacional compuesta por 30 países desarrollados cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales. Fue fundada en 1961. La sede central de la OCDE (siglas en español) se encuentra en la ciudad de París.

ONU: la Organización de las Naciones Unidas o Naciones Unidas se define a sí misma como una asociación de gobiernos global que facilita la cooperación en asuntos como la legislación internacional, la seguridad internacional, el desarrollo económico y la equidad social.

OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo. Fundada en 1960 como respuesta a la bajada del precio oficial del petróleo acordada unilateralmente por las grandes compañías distribuidoras y con sede actual en Vietnam, tiene como fines la unificación y coordinación de las políticas petroleras de los países miembros, con la defensa de sus intereses como naciones productoras. Sus miembros son Arabia Saudí, Irak, Irán, Kuwait, Venezuela, Qatar, Indonesia, Libia, Emiratos Árabes Unidos, Argelia y Nigeria.

P
Pérdidas (energía): término general que se aplica a la energía que se convierte en una forma que no puede ser utilizada eficazmente (pérdida) durante el funcionamiento de un sistema de consumo, conducción o producción.

Petróleo: es una mezcla, que se presenta naturalmente, de hidrocarburos en las fases gaseosa, líquida o sólida y que en ocasiones contiene impurezas, como azufre y nitrógeno. Las teorías de formación orgánica determinan que el petróleo es producto de la descomposición de organismos vegetales y animales que existieron en ciertos períodos del tiempo geológico y que fueron sometidos a enormes presiones y elevadas temperaturas. El petróleo se encuentra en el subsuelo, impregnado de formaciones de tipo arenoso y calcáreo. El petróleo empezó a utilizarse comercialmente a mediados del siglo XIX como lubricante y materia prima para alumbrado hasta el fin de la Primera Guerra Mundial. La expansión del automóvil favoreció el surgimiento de la producción, con lo que comenzó su carrera hacia la condición de principal fuente de energía primaria. Después de la Segunda Guerra Mundial completó sus aplicaciones con las de materia prima de la industria petroquímica. De esta manera, el petróleo se vinculó estrechamente a los sectores productivos de la economía mundial, constituyendo una de las bases más importantes para la recuperación industrial durante la posguerra. El petróleo no sólo se ha constituido en el motor del crecimiento de los países capitalistas, sino que también se ha erigido en una de las principales fuentes de ingresos de los países productores (en su mayoría, países en vías de desarrollo).

Pila de combustible: dispositivo electroquímico de conversión de energía similar a una batería, pero se diferencia de ésta porque produce electricidad de una fuente externa de combustible y de oxígeno, en contraposición a la capacidad limitada de almacenamiento de energía que posee una batería.

Pobreza energética: carencia de acceso o ausencia de alternativas para obtener los servicios energéticos mínimos necesarios para cualquier ser humano (desarrollo humano y económico).

Protocolo de Kyoto: instrumento internacional que tiene por objeto reducir las emisiones de seis gases provocadores de calentamiento global, en un porcentaje aproximado de un 5% dentro del período que va del año 2008 al año 2012, en comparación con las emisiones del año 1990. Hay que señalar que este porcentaje se refiere al ámbito global y que cada país obligado por Kyoto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir.

R

Refinación: serie de procesos físicos y químicos a los que se somete el petróleo crudo, la materia prima, para obtener de él, por destilación, los diversos hidrocarburos o las familias de hidrocarburos con propiedades físicas y químicas bien definidas. El aceite crudo, de muy diversa constitución según el origen (de base asfáltica, nafténica o mezclada), tiene rendimientos variables en el proceso de destilación y de fraccionamiento, a determinadas condiciones de presión y temperatura.

Reservas estratégicas de petróleo: consisten en el almacenaje de una cierta cantidad de petróleo por parte de un estado, mediante las compañías petrolíferas de dicho estado y un organismo dependiente de la Administración Pública⁷⁴, para casos de emergencia. El objetivo es garantizar el abastecimiento durante un período de tiempo mínimo (90 días)⁷⁵, debido a que la mayoría de los países occidentales (sobre todo Europa) importa prácticamente el 100% del petróleo que consume. Estas reservas se establecieron en los países occidentales a raíz de la crisis del petróleo de 1973. Estados Unidos, por ejemplo, mantiene unos 700 millones de

barriles de petróleo almacenados en cuatro cavernas subterráneas de sal en las costas de Texas y Luisiana⁷⁶.

74. En España, CORES (Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos).

75. Agencia Internacional de la Energía.

76. Véase <http://www.finanzas.com/id.8623002/noticias/noticia.htm>.

Reservas probadas (proven reserves): la cantidad de aceite y gas que se estima recuperable de campos conocidos, en las condiciones económicas y operativas existentes.

Residuos radiactivos: materiales sobrantes de la producción de energía nuclear o todo material o producto de desecho que presenta trazas de radiactividad y para el cual no está previsto ningún uso. Se incluyen los líquidos y gases residuales contaminados. Los residuos radiactivos pueden dañar a los organismos vivos si no son guardados de forma segura.

S

Secuestro de CO₂: proceso de capturar y almacenar el gas que se produce al quemar petróleo, carbón o gas natural, antes de que alcance la atmósfera. El CO₂ se entierra posteriormente en capas del subsuelo o se vende a industrias que lo emplean, como, por ejemplo, la de los refrescos.

Sistema híbrido de energía: sistema de energía que incluye dos tipos distintos de tecnologías de energía (las dos renovables, las dos no renovables o una renovable y otra no renovable) que producen el mismo tipo de energía; por ejemplo, una turbina eólica y una red fotovoltaica solar combinadas para satisfacer una demanda energética, o la gasolina y una batería para la creación del "coche híbrido".

Nuevas tecnologías aplicables a la energía

Como complemento de la información contenida en el informe se van a exponer las principales tecnologías que están actualmente en desarrollo relacionadas con las energías renovables y con el transporte. No todos los desarrollos tienen el mismo grado de avance ni el mismo plazo previsto para que puedan salir al mercado.

Tecnologías en desarrollo de las fuentes energéticas renovables

Fuente energética	Tecnologías en desarrollo
Biomasa	Producción de calor: en los países en vías de desarrollo, la introducción y el desarrollo de estufas mejoradas para cocinar y para la calefacción pueden tener un gran impacto en el uso de la biomasa. El beneficio de los sistemas de calefacción mejorados sobre chimeneas es considerable, con una eficiencia de más del 70% y una menor emisión de gases a la atmósfera. Producción de electricidad: el desarrollo de aplicaciones de combustión de la biomasa para producir electricidad consigue eficiencias de entre el 20% y el 40%. Con frecuencia la electricidad se produce junto con calor o vapor. Se están implantando sistemas de combustión que combinan el gas natural y el carbón con la biomasa, lo que provoca mayores economías de escala y menores riesgos de suministro de combustible. Gran gasificación: tecnologías de gasificación pueden convertir la biomasa en gas/combustible que puede ser transformado en hidrógeno. La biomasa integrada en un ciclo de gasificación combina características de combustible y una alta eficiencia eléctrica. Pequeña gasificación: pequeños gasificadores acoplados a motores diésel o gasolina están disponibles ya en el mercado, pero los altos costes y la dificultad en su funcionamiento no han permitido su aplicación numerosa. Producción de combustibles líquidos y gaseosos de la biomasa: se están estudiando procesos de conversión con el fin de obtener técnicas que permitan pasar de la biomasa a biopetróleo o biocrudo. Estas tecnologías están todavía lejos de ser comercializadas.

Mis notas

Biomasa	Metanol, hidrógeno e hidrocarburos a través de la gasificación: la producción de metanol e hidrógeno usando tecnologías de gasificación y procesos de conversión tradicionales puede ofrecer una manera de conversión atractiva a largo plazo. Nuevas tecnologías como la producción de metanol líquido (combinado con la generación de electricidad) y la tecnología de separación de gas ofrecen una mayor eficiencia a un menor coste. Estas tecnologías podrían llegar a competir con la gasolina o el diésel.
Eólica	Turbinas eólicas más grandes y controlables: las demandas de mercado conducen la tendencia hacia máquinas más grandes (economías de escala, menor impacto visual en el paisaje por unidad instalada y mayores expectativas de potencial). La producción de energía eólica varía dependiendo de la velocidad del viento, lo que dificulta su control, sobre todo en turbinas más grandes. Existen nuevas tecnologías que incorporan un sistema de conversión eléctrico según la velocidad. Turbinas eólicas con menos componentes: para reducir los costes y aumentar la fiabilidad y el mantenimiento, los ingenieros buscan tecnologías que incorporen menos componentes. Diseños especiales para turbinas en el mar: la dificultad que supone el reemplazo de componentes en turbinas situadas en el mar ha llevado al desarrollo de tecnologías que permitan incluir nuevos conceptos de instalación, sistemas de transporte y conversión de la electricidad, protección contra la corrosión e integración de condicionantes externos.
Solar Fotovoltaica	Película delgada: el módulo fotovoltaico puede estar colocado encima de un tejado y ser ondulado, o un vidrio de una ventana puede convertirse en un módulo fotovoltaico. Se puede utilizar en principio cualquier tipo de sustrato teniendo en cuenta algunos requerimientos. Hay un razonable consenso en que las tecnologías de película delgada generalmente ofrecen la mejor perspectiva a largo plazo en coste de producción.

77. La nanotecnología es una ciencia multidisciplinar que se refiere a las actividades científicas y tecnológicas llevadas a cabo a escala atómica y molecular, así como a los principios científicos y a las nuevas propiedades que pueden ser comprendidos y controlados cuando se interviene a dicha escala.

78. "Partícula tan pequeña de materia que la adición de un único electrón produce cambios en sus propiedades". Fuente: Nanotecnología: La Revolución Industrial del Siglo XXI. Autor: Fundación de la Innovación Bankinter.

79. Elemento encargado de absorber la luz solar concentrada en la placa solar.

Solar Térmica

Silicio monocristalino: la tecnología de silicio cristalino podría tener también un enorme potencial para la reducción de costes a través de economías de escala y mejoras tecnológicas. La eficiencia de una célula fotovoltaica es de un 30% como mucho; mayores eficiencias pueden ser logradas apilando las células con diferentes propiedades ópticas. No obstante, esta tecnología se enfrenta al gran problema de la escasez del silicio y al hecho de que se utilicen grandes cantidades de energía para conseguir el silicio monocristalino.

Puntos cuánticos: la nanotecnología⁷⁷ está desarrollando células solares compuestas por superficies de puntos cuánticos⁷⁸ que muestran una eficiencia superior. La nanotecnología permite la fabricación de células solares con materiales baratos que no dañan el medio ambiente. Ejemplo de esto son las primeras células solares ultrafinas enteramente de nanocristales que se han desarrollado. Tan baratas como fáciles de fabricar y mil veces más delgadas que un cabello humano, estas células ofrecen la ventaja añadida de ser estables en el aire. La posibilidad de laminar los techos de viviendas residenciales y edificios comerciales con estas células podría permitir algún día la conversión de suficiente luz solar en energía eléctrica para proporcionar virtualmente toda la electricidad necesaria.

Recibidor central⁷⁹: se están desarrollando recibidores de energía avanzados que permiten temperaturas de más de mil grados para alimentar las turbinas de gas de ciclos combinados.

Sistemas avanzados en desarrollo: reflectores individuales que tienen la opción de dirigir la radiación solar reflejada a al menos dos recibidores representan una de las nuevas tecnologías en la energía solar térmica. Con esto se consigue un menor coste y una mayor eficiencia.

Combustibles: la investigación con vistas a largo plazo está puesta en producir combustibles solares para diferentes usos, incluyendo pilas de combustible para la producción de electricidad. El objetivo es conseguir la conversión termoquímica de la energía solar en transportadores de energía química (hidrógeno, gas de síntesis, metales, etc.).

Hidráulica

Tecnologías que reducen los costes de la generación de energía: como se ha comentado, en la energía hidráulica a pequeña escala hay todavía mucho por desarrollar. Ejemplos de nuevos avances en este sentido son, por ejemplo, el uso de turbinas de velocidad variable, generadores de inducción, control electrónico y telemetría⁸⁰, turbogeneradores sumergibles, nuevos materiales y un mayor desarrollo de turbinas innovadoras.

Construcción de presas: en la construcción de presas ha habido también importantes progresos, especialmente con el hormigón compactado a rodillo (HCR). Gracias a la rápida colocación de hormigón con la técnica del HCR, las presas pueden crecer a un ritmo de 60 centímetros por día, posibilitando que se construyan presas de 200 metros de altura en menos de un año. Con presas de HCR, el desvío del río durante la construcción es con frecuencia en el río mismo en lugar de por túneles de desvío, con lo que se ahorran tiempo y dinero. La tecnología del HCR ha hecho que muchas presas sean viables cuando antes aparecían poco atractivas económicamente.

Tecnologías para reducir los impactos sociales y ecológicos: considerando las críticas a la producción hidroeléctrica, especialmente cuando se construyen grandes presas, la construcción moderna intenta incluir en el diseño del sistema varias tecnologías que minimicen los impactos sociales y ecológicos (cambios en la cantidad y biodiversidad de peces, sedimentación, perturbación de la biodiversidad, calidad del agua, deterioro de la salud humana e impactos en el río).

80. Tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema. Fuente: Wikipedia.

Alternativas tecnológicas para el transporte

En un mundo en el que la economía depende del petróleo, los biocombustibles prometen llevar el combustible líquido a un grupo más amplio de países, diversificar la oferta y reducir el riesgo de ruptura del suministro. Además, como pueden ser fabricados por la mayoría de las regiones del globo, los riesgos inherentes a su transporte serán reducidos. Esta posibilidad de fabricarlos en muchos países contribuirá también a que en el mercado internacional de biocombustibles los países reduzcan o eliminen aranceles y barreras existentes. Todo esto ayudará a estabilizar los precios de los combustibles a largo plazo.

Esta expansión de la producción de biocombustibles incrementaría la demanda global de productos agrícolas, crearía empleo y lograría beneficios para las economías rurales tanto de países desarrollados como de países en desarrollo. Eso sí, los procesadores y distribuidores agrícolas a gran escala serían los que más se beneficiarían, puesto que son los que poseen el capital necesario para invertir. El papel del Estado radicaría en lograr que los pequeños agricultores también lo hicieran. Para ello se podrían tomar medidas como incentivar la creación de cooperativas agrícolas, comprar a los pequeños productores, conseguir fondos de ayuda internacional, proporcionar asistencia técnica y material o conceder ventajas fiscales.

La producción de biocombustibles es todavía relativamente cara en los países de la OCDE, en torno a dos o tres veces el coste de la gasolina. La producción en algunos de los países en desarrollo (por ejemplo, Brasil) es mucho más barata, llegando incluso a niveles de coste no muy superiores al de la gasolina⁸¹. Esto abre una ventana a la esperanza en los países en desarrollo, que, como hemos visto, van a optar por los combustibles fósiles. Si logran llegar a los niveles de coste de la gasolina y optan por el biocombustible como sustituto de la gasolina, su vertiginoso crecimiento hará menos daño al medio ambiente. Sin embargo, los datos no dan señales de que vayan a seguir este camino, excepto en el caso de la India.

El consumo mundial de biocombustibles fue de 8 millones de toneladas en el año 2002, de las cuales Brasil copaba el 70% y Estados Unidos, el 23%. A pesar de ello, su cuota con relación al consumo de energía en el transporte sólo alcanzó el 0,4%.

Se estima que el consumo mundial de biocombustibles se cuadruplique hasta 2030, llegando a 36 millones de toneladas. Se espera que se apliquen políticas gubernamentales en numerosos países a favor de estos combustibles, especialmente en Estados Unidos, la Unión Europea, la India y Brasil.

En Estados Unidos, el etanol se usa como un aditivo al octano en la gasolina, con un 1,5% del mercado, mientras que la cuota del biodiésel es insignificante. La política energética estadounidense requirió la producción y el uso en

81. World Energy Outlook 2004.

2005 de 3,1 miles de millones de galones de combustible a través de fuentes renovables, que deben incrementarse hasta los 5 miles de millones para 2012. Tanto la producción de etanol como la de biodiésel gozarán de ventajas fiscales.

En el caso de la Unión Europea, en 2003 se fijó un objetivo indicativo para los países miembros. Se trataba de sustituir el 5,75% de la gasolina y del diésel usados en el sector transporte por biocombustibles para 2010. Sin embargo, este objetivo no es una directiva o una obligación y, además, no se indicaron medidas específicas para alcanzarlo.

Los mayores éxitos del biocombustible se han conseguido en Brasil, donde se mezcla el etanol basado en caña de azúcar con gasolina en proporciones que varían entre el 20% y el 25%. En 2003 se lanzaron los coches "flex-fuel", que son los que funcionan con gasolina, etanol o una mezcla de ambos y que en 2004 representaban ya el 18% de los coches nuevos vendidos. Además del etanol, el Gobierno de Brasil está intentando potenciar la mezcla de un 5% de biodiésel con el diésel tradicional para 2010.

En la India se ha propuesto un programa para producir etanol mezclado con gasolina y biodiésel mezclado con diésel tradicional. Para sustituir el 5% del petróleo consumido por coches y camiones por biocombustibles se necesitan 2,3 millones de hectáreas de tierra de cultivo dedicadas exclusivamente a plantaciones de cultivo. Un proyecto de 0,4 millones de hectáreas será el primer paso para comprobar la viabilidad del objetivo.

La otra vía que parece más probable a corto-medio plazo es la de los vehículos híbridos⁸², que pueden funcionar con electricidad y con combustibles tradicionales.

Aunque en estos momentos los híbridos representan una minúscula fracción del mercado, tanto los fabricantes japoneses como los estadounidenses están trabajando en su desarrollo para reproducir el rendimiento de los vehículos convencionales y, al mismo tiempo, reducir el consumo de combustible y las emisiones⁸³.

Todos los fabricantes reconocen que la venta masiva de híbridos dependerá de su capacidad para hacer que se parezcan, sientan y comporten de igual modo que los coches con motores a gasoil o gasolina. Las ventas entre los conductores que toman su decisión de compra en función de las emisiones, ahorro de combustible o seguridad energética nunca generarán un mercado masivo, afirman los analistas.

82. Combinan un motor a combustible con la energía eléctrica.

83. Universia
Knowledge@Wharton
(<http://wharton.universia.net/>).

Varias compañías como Honda o Toyota han tomado la iniciativa en la producción de vehículos híbridos y han puesto varios modelos en el mercado en torno a los 20.000 dólares. Son capaces de consumir casi la mitad de combustible que

un vehículo normal (recorren 21 kilómetros por litro frente a la media de 14 kilómetros por litro que recorren sus respectivos modelos convencionales).

Posiblemente todos los modelos más populares de Toyota tengan su versión híbrida en los próximos diez años, señalaba Dave Hermance, ingeniero ejecutivo para ingeniería medioambiental en el centro técnico de la empresa. Los "tres grandes" estadounidenses (Ford, General Motors y Chrysler) están pensando en lanzar diez modelos híbridos en los próximos cinco años y afirman que cada vez hay un mayor interés por parte de los potenciales compradores.

Sin embargo, "los costes del desarrollo de híbridos son extraordinariamente altos", decía Rex Parker, vicepresidente de Autopacific, una consultora del sector. "Es perfectamente factible que las primeras unidades cuesten medio millón de dólares cada una. Mucho de esto se hace como inversión en tecnologías del futuro". Este alto coste del desarrollo de los híbridos puede ser el motivo que subyace detrás de la decisión de Toyota de ofrecer tan sólo 36.000 unidades del nuevo modelo Prius, una cifra que con toda probabilidad no satisfará la demanda. Han alcanzado su posición política y tecnológica; ir más allá de esos costes no es económicamente viable.

David Friedman, director de investigaciones del programa Clean Vehicle Program en el Union of Concerned Scientists (UCS) en Washington D.C., estima que las ventas de híbridos podrían alcanzar el millón o los dos millones de unidades al año (las ventas de 2003 multiplicadas por 40) en los siguientes diez años. Sin embargo, esta demanda, vistos los extraordinariamente altos costes de producción, parece no ser suficiente para que los fabricantes apuesten decididamente por los vehículos híbridos. Hay, por tanto, aún camino por recorrer.

Bibliografía

Artículos

20 Minutos, "Un tercio de la población mundial vivirá en guetos marginales de las grandes ciudades en 2007", 16 de junio de 2006, <http://www.20minutos.es/noticia/131878/0/ciudades/marginales/guetos/>.

Alonso Arroba, Ángel, "Geopolítica del petróleo: ¿cambios existenciales?", 7 de marzo de 2005, <http://www.cafebabel.com/es/article.asp?T=A&Id=1126>.

Bequette, France, "La energía en la cresta de la Ola", http://www.unesco.org/courier/1998_08/sp/dossier/txt16.htm.

Cobos, José María, asociado de Garrigues Abogados y Asesores Tributarios, "Incentivos fiscales a favor de las energías renovables", Cuadernos de Energía.

Fernández Díez, Pedro, "Energía Mareomotriz", Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, Universidad de Cantabria.

Gleneagles Plan of Action, "Climate change, clean energy and sustainable development", http://www.fco.gov.uk/Files/kfile/PostG8_Gleneagles_CCChangePlanofAction.pdf.

IFP, Panorama 2005, "Energy Consumption in the Transport Sector", www.ifp.fr/IFP/en/files/cinfo/IFP-Panorama05_09-ConsommationVA.pdf.

International Energy Agency, "Global Renewable Energy Politics and Measure Database", <http://www.iea.org/textbase/pamsdb/grindex.aspx>.

Krugman, Paul, "EEUU: todo para los más ricos", El Mundo, "Nueva Economía", 3 de noviembre de 2002, número 147, <http://www.elmundo.es/nuevaeconomia/2002/147/1036227823.html>.

Larson, Alan, "La geopolítica del petróleo y el gas natural", <http://usinfo.state.gov/journals/ites/0504/ijes/larson.htm>.

Mis notas

Mínguez Torres, Emilio, catedrático de Tecnología Nuclear, "Opciones de futuro y tecnologías en desarrollo", UPM.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio e Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), "El sol puede ser tuyo", febrero de 2006.

Missé, Andreu, "Los Veinticinco vinculan la seguridad energética a la política exterior europea", El País.es, 24 de marzo de 2006.

*Mohedano Córdoba, José Eduardo, "Energía e Historia: pocos recursos y muchos residuos",
<http://www.redcientifica.com/doc/doc200210070310.html>.*

*Navarro Vigil, Luis Javier, "La seguridad del suministro energético: experiencias mediterráneas de una empresa global", marzo de 2006,
http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/Cuadernos%20de%20Energ%EDa%20N12_Abril06%281%29.pdf.*

*Pagan, R.J.; Prasad, P.; Diniz Da Costa, J.C. y Van Berkel, R., "Cleaner production applications for coal utilisation",
www.c4cs.curtin.edu.au/resources/publications/2003/cp_application_for_coal.pdf.*

Robotiker, Tecnalía, "Tecnologías emergentes: Energía del mar".

Ross, David, "Oleadas de Energía", <http://www.ourplanet.com/img-versn/123/spanish/ross.html>.

UCE, "La opa de EON sobre Endesa y la concentración del sector energético europeo", http://www.uce.es/DEVERDAD/ARCHIVO_2006/07_06/DV07_06_13OPAendesa.html.

UNISCI Discussion papers, "Reservas y transporte de petróleo en el Mar Caspio: El oleoducto Bakú-Tbilisi-Ceyhan", octubre de 2004.

Vives, Xavier, director del Centro Sector Público-Sector Privado de IESE Business School y profesor de Economía y Finanzas, "Mercado energético y regulación", La Vanguardia.

Páginas Web

2005 Carbon Dioxide Fact Sheet,
<http://pages.ca.inter.net/~jhwash/wfsesr.html>.

Asociación de productores de energías renovables, <http://www.appa.es>.

ASPO, julio de 2006, <http://www.aspo-usa.com/>.

Astureco-PFS Consultores, <http://www.asturecopfs.com/>.

Atomic Archive, www.atomicarchive.com/.

Banco Mundial, <http://www.worldbank.org>.

Cambio Climático 2001, Informe síntesis, Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://www.climatechange.eu.com/>.

California Energy Comission, <http://www.energy.ca.gov/>.

Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética (Argentina), <http://www.ceare.org/>.

Comisión de las Comunidades Europeas, "Libro Verde sobre la eficiencia energética o como hacer más con menos", 22 de junio de 2006, http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/normativa_cc/pdf/com2005_0265es01.pdf.

Comisión Europea, "Energía para el futuro: Fuentes de energía renovables", http://ec.europa.eu/energy/library/599fi_es.pdf.

Consumo responsable,
<http://www.consumoresponsable.com/elconsumo.htm>.

Empresa Municipal de Transportes de Madrid,
<http://www.emtmadrid.es/about/history/2000.html>.

Energía nuclear, <http://www.arrakis.es/~lallave/nuclear/fusion.htm>.

Energía y desarrollo sostenible,
http://www.barcelona2004.org/esp/banco_del_conocimiento/documentos/ficha.cfm?idDoc=335.

Energías renovables: los Biocarburantes, <http://www.publispain.com/revis-ta/energias-renovables-los-biocarburantes.htm>.

Energy Information Administration (EIA), <http://www.eia.doe.gov/>.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,
http://www.eis.uva.es/emisiones_gei/efecto_invernadero/queesi.htm.

ExxonMobil, <http://www.exxonmobil.com/corporate/>.

Foro de la Industria Nuclear Española, <http://www.foronuclear.org/>.

Geofísica (Chile), <http://www.dgf.uchile.cl/>.

Geothermal Education Office, <http://geothermal.marin.org/>.

Greenpeace, <http://www.greenpeace.org/international/>.

IEA Fact Sheet: Renewable in global energy supply,
www.iea.org/textbase/papers/2006/renewable_factsheet.pdf.

Índice MCIS (\$/t) – 30 de junio de 2006, Federación Nacional de Empresarios de Minas de Carbón, <http://www.carbunion.com/precios.php>.

Instituto Nacional de Ecología de México, <http://www.ine.gob.mx/>.

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, <http://www.inta.es/>.

International Atomic Energy Agency, <http://www.iaea.org/>.

International Energy Agency, <http://www.iea.org/>.

International Energy Agency, "Key World Energy Statistics, 2005",
www.iea.org/textbase/nppdf/free/2005/key2005.pdf.

International Energy Agency, Oil Market Report, 13 June 2006,
www.oilmarketreport.org.

International Energy Agency, World Energy Outlook,
<http://www.worldenergyoutlook.org/>.

Junta de Andalucía, Biocarburantes,
<http://www.andaluciajunta.es/aj-not-.html?idNot=98801&idCanal=214411>.

Medio Ambiente, Energía y Ciencia, Energía del Mar,
http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_cien-cia/2005/02/23/140205.php.

Methanol Research Institute, <http://www.methanol.org/>.

MSN Encarta, <http://es.encarta.msn.com/>.

Panorama Energético, "Curso De Energía Solar Fotovoltaica, Energía Geotérmica", http://www.panoramaenergetico.com/energia_geotermica.htm.

Perspectivas del dólar como divisa de contratos petroleros, <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=33805/>.

Petroleum Intelligence Weekly, http://www.energyintel.com/PublicationHomePage.asp?publication_id=4.

Referencia y mecanismos de formación de precios del gas natural, <http://r0.unctad.org/infocomm/espagnol/gas/precio.htm>.

Retos energéticos globales identificados por el G8 en su reunión de San Petersburgo (16 de julio de 2006), <http://en.g8russia.ru/docs/11.html>.

"Se aproxima una nueva crisis del petróleo", <http://www.creces.cl/new/index.asp?tc=1&nc=5&tit=&art=185&pr=>.

Secretaría de Energía de la República de Argentina, <http://energia3.mecon.gov.ar/home/>.

Soliclima, <http://www.soliclima.com/>.

Tecnalia energía, www.tecnalia.info.

Tecnociencia, www.tecnociencia.com.

Tecnologías limpias del carbón, http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2005/10/13/146114.php.

The Association for the Study of Peak Oil and Gas, www.peakoil.net.

The European Greenlight Programme, www.eu-greenlight.org.

The role of energy in economic growth, http://www.worldenergy.org/wecgeis/publications/default/tech_papers/17th_congress/1_1_17.asp#Heading10/.

UNESA, <http://www.unesa.es/>.

UNFPA, Fondo de Población de las Naciones Unidas, <http://www.unfpa.org/>.

Universia Knowledge@Wharton, <http://wharton.universia.net/>.

Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/>:

- *Industria petrolera*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Petr%C3%B3leo>.
- *Gas natural*, http://es.wikipedia.org/wiki/Gas_natural.
- *Energía hidráulica*,
http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_hidr%C3%A1ulica.
- *Central hidráulica*, http://es.wikipedia.org/wiki/Central_hidroel%C3%A9ctrica.

World Energy Assessment: Overview 2004 update, http://www.poverty-environment.net/pep/?q=world_energy_assessment_overview_2004_update.

Publicaciones o informes

Biofuels for Transportation, Prepared by the Worldwatch Institute for the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV), in cooperation with the Agency for Technical Cooperation (GTZ) and the Agency of Renewable Resources (FNR), junio de 2006.

BP Statistical Review of World Energy June 2005.

BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Cambio climático 2001: Informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas, Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Comunicación de la Comisión Europea, Iniciativa Europea de Crecimiento: Invertir en redes y conocimiento para estimular el crecimiento y el empleo, Noviembre de 2003, Bruselas.

EOI Escuela de Negocios, Convergencia NBIC 2005: El desafío de la Convergencia de las Nuevas Tecnologías, [s.l.], Colección EOI, 2006, 126 pp. Hydrogen & Fuel Cells, Review of National R&D Programs, International Energy Agency.

Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático COP 6, 13-24 de noviembre de 2000, La Haya.

Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre los asentamientos humanos (Habitat II), 7 de agosto de 1996.

International Energy Outlook 2006, Energy Information Administration.

Key World Energy Statistics 2005, International Energy Agency.

La energía y la pobreza: un marco de trabajo, R. Lamech, K. O'Sullivan y L. Lovei.

Libro Verde: Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura, Comisión de las Comunidades Europeas.

Libro Verde sobre la eficiencia energética o cómo hacer más con menos, Comisión Europea

Memoria 2005, Club Español de la Energía, Instituto Español de la Energía.

Promoción de Energías Renovables en la Unión Europea, Buenos Aires, 21-22 de febrero de 2005.

Renewable energy technologies, Wim C. Turkenburg (Netherlands).

Renewables in Global Energy Supply, International Energy Agency.

"Strategies and influence of emerging NOC on world energy markets", Petroleum energy center of Japan and the James A. Baker III Institute for public policy energy forum.

"The role of NOC in international energy markets", Nalcosa energy consulting services, UNDP, 1997a, p. 12.

World Carbon Dioxide Emissions from the Consumption and Flaring of Fossil Fuels, 1980-2004, Energy Information Administration.

World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability, "Energy and Social Issues" Amulya K.N. Reddy (India), <http://stone.undp.org/undpweb/seed/wea/pdfs/chapter2.pdf>.

World Energy Outlook 2002, International Energy Agency.

World Energy Outlook 2004, International Energy Agency.

World Energy Outlook 2005, International Energy Agency.

World Energy Outlook 2006, International Energy Agency.

Presentaciones

"Reducing Our Environmental Footprint by Reducing Energy Use: Efficiency Lessons from California", Future Trends Forum, Fundación de la Innovación, Madrid, 1 de junio de 2006, John Wilson, California Energy Comission.

WWW.FTFORUM.ORG



FTF

FUTURE TRENDS FORUM

Colaboradores

Colaborador Principal



Diseño y Maquetación



arroba
network