

ESCENARIO ENERGÉTICO MUNDIAL

WORLD ENERGY SCENARIO



Recibido: 23/07/07

Aceptado: 24/09/07

Manuel Lara Coira
 Doctor Ingeniero Industrial
 Escuela Politécnica Superior de Ferrol



RESUMEN

Tras una introducción aclaratoria de ciertos conceptos básicos de la política energética y la exposición de la situación actual de la energía en el mundo y su estructura, se comenta la

estructura de la producción de electricidad en el mundo, así como las relaciones entre los sistemas de generación de energía eléctrica y el impacto ambiental a que ello da lugar. Se presentan las actuales pre-

siones de evolución en los usos de la energía y sus impactos ambientales asociados.

Por último, se describe la situación de las reservas mundiales de energía desde la perspectiva económica actual, así como las previsible expectativas de su evolución.

Palabras clave: Energía, medioambiente, generación eléctrica, energías renovables.

ABSTRACT

After the review of some basic concepts of energy policy, the current status and the structure of the energy resources in the world is displayed. Then some comments on the world's power production are discussed, together with the power generation schemes and their environmental impact. Next, the forecasting of the evolution of the energy uses and its associated environmental impacts are considered.

Last, both the situation of the world energy reserves as well as the prospects for its future development are described from an economic point of view.

Key words: Energy, environment, power production, renewable energy.

1. EL CONSUMO DE ENERGÍA

La energía es inseparable de la materia y todo fenómeno material está asociado a la energía. Por ello, la energía es esencial para la vida y su empleo ha llegado a estar tan indisolublemente ligado a la actividad humana que incluso la cantidad de energía consumida *per capita* se utiliza como indicador del nivel de desarrollo de un país.

La mera existencia de recursos energéticos (*energía primaria*), sean del tipo que sean, así como su localización y cuantificación, no garantiza que tales recursos puedan llegar a ser económicamente aprovechados, o dicho de otra forma, que puedan emplearse para obtener energía útil (*energía final*).

Para que esta última circunstancia sea posible, el recurso energético en cuestión ha de ser: técnicamente ex-

plotable, económicamente rentable y energéticamente competitivo. Es decir: deben existir la técnica y los medios técnicos que posibiliten la obtención del recurso, el coste del conjunto de operaciones relacionadas con su puesta en el mercado debe ser tal que haga su precio final competitivo con otros productos energéticos y finalmente (excepto en casos muy específicos y singulares) la energía que se obtiene de un recurso debe ser superior a la que se consume para lograr su puesta en condiciones de empleo.

Si se cumplen estos requisitos, los **recursos energéticos** pasan a denominarse **reservas energéticas**, y pueden transformarse en energía útil en condiciones económicamente rentables. La proporción de recursos que se convierten en reservas aumenta con el abaratamiento de los costes de explotación (extracción y comercialización) y, por supuesto, con el aumento de los precios de mercado de los productos energéticos.

A la vista de las consideraciones presentadas es fácil comprender que existan grandes recursos energéticos (por ejemplo, el calor almacenado en el mar) que, al menos por el momento, no pueden contabilizarse como reservas energéticas. Tampoco resulta complicado entender que la proporción de recursos energéticos que pasan a ser reservas crece a medida que se abaratan los costes de explotación o se encarecen los precios de mercado: por ejemplo, la fuerte elevación de los precios del crudo a partir de las crisis del petróleo de finales de los años 70 del pasado siglo, posibilitó la consideración de los yacimientos de petróleo y de gas del Mar del Norte como reservas explotables [1].

La diferenciación entre recursos y reservas es fundamental en el análisis económico de la energía, y determinante y decisiva para una planificación racional, puesto que mientras que, de acuerdo con los conceptos expuestos, los recursos energéticos son, en general, muy abundantes, las reservas energéticas son bastante más escasas, aunque de cuantía variable en función del desarrollo técnico y de la relación entre sus costes de obtención y los precios del mercado.

| Recurso energético | Mtep | % |
|--------------------------|------------------|---------------|
| Petróleo | 3.954,61 | 35,24 |
| Carbón | 2.775,72 | 24,73 |
| Gas natural | 2.306,95 | 20,56 |
| Nuclear | 714,07 | 6,36 |
| Hidráulica | 241,48 | 2,15 |
| Renovables | 1.230,45 | 10,96 |
| Biomasa <i>et al.</i> | 1.173,02 | 10,45 |
| Geotérmica <i>et al.</i> | 57,43 | 0,51 |
| Total | 11.223,28 | 100,00 |

Tabla 1: Demanda mundial de energía primaria, 2004 [International Energy Agency (IEA), 2006]

De las numerosas fuentes de recursos energéticos conocidas, designadas como fuentes de **energía primaria**, tan sólo el carbón, el petróleo, el gas natural, la energía hidráulica y la energía nuclear tienen importancia económica, siendo insignificante la incidencia actual de las restantes fuentes energéticas, con la salvedad de los recursos designados como "biomasa tradicional", que cuentan todavía con un peso notable en los países en vías de desarrollo. En la tabla 1 se presentan las cifras de la demanda mundial actual de energía primaria, cuantificadas en millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), en la que "biomasa" incluye combustibles renovables y residuos, mientras que "geotérmica" incluye solar, electricidad y calor, eólica, etc. [2].

El petróleo, el carbón y el gas natural aportan actualmente algo más del 80% de la demanda total para la satisfacción de nuestras necesidades energéticas. Si se añaden las aportaciones de la energía nuclear y de los

aprovechamientos hidroeléctricos, la cifra se eleva al 89,04%.

Es evidente que, con la excepción del aprovechamiento de la energía hidráulica, que representó un 2,15% del total en el año de referencia, y del enorme consumo de combustibles renovables (leñas y residuos agrícolas) en los países en vías de desarrollo, con un 10,45% en dicho año, la aportación de los llamados recursos energéticos renovables (geotermia, eólica, solar, marina) al balance energético mundial no pasa de ser testimonial, con un modestísimo 0,51% de participación en el total.

Esta aportación del 0,51% imputable a todos los recursos energético renovables excepto la energía hidráulica, la biomasa y los residuos empleados como combustibles, se debe principalmente al aprovechamiento de los recursos geotérmicos, con unos 46,7 Mtep y un 0,42% de participación, seguidos a notable distancia por el aprovechamiento de los recursos eólicos, cuyos 8,3 Mtep tan sólo

| Recurso energético | Mtep | % |
|---------------------------------|-----------------|---------------|
| Biomasa y residuos combustibles | 1.173,02 | 79,69 |
| Hidráulica | 241,48 | 16,41 |
| Geotermia | 46,70 | 3,17 |
| Eólica | 8,30 | 0,56 |
| Otros (solar, etc.) | 2,43 | 0,17 |
| Total | 1.471,93 | 100,00 |

Tabla 2: Demanda mundial de energía renovable, 2004 [International Energy Agency (IEA), 2006]

Especial consideración merece la estructura de la generación de energía eléctrica, tanto por la importancia que el consumo de electricidad tiene en los países desarrollados

añaden un 0,074% al balance energético mundial de energía primaria. En la tabla 2 se muestran en valores absolutos y en porcentajes las aportaciones de los diferentes recursos energéticos renovables.

Por lo que respecta a las **energías finales**, cuyas aportaciones se recogen en la tabla 3, las de mayor importancia en el contexto económico actual son los derivados del petróleo (gasolinas, gasóleos, gases licuados, etc.), el gas natural y la electricidad, que llegan a representar conjuntamente más del 70% del total de la energía consumida en el mundo. En esta tabla, "calor" incluye geotérmica y solar, mientras que "renovables" incluye combustibles y residuos. Por otra parte, no se han contabilizado 679 Mtep (derivados del petróleo, 80%; gas natural, 16%; carbón, 4%) consumidos en usos no energéticos [2].

También en la estructura de la demanda final de energía se hace notar

el importante peso del consumo de recursos renovables combustibles, centrado en la llamada biomasa tradicional: leñas para el fuego doméstico y para la industria ligera. África es la

sahariana a un 5% en África del Norte. En Asia, la biomasa también continúa siendo el mayor componente de la demanda final de energía, con un valor medio del 35% del total, y los

| Recurso energético | Mtep | % |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Derivados del petróleo | 2.689,93 | 38,62 |
| Electricidad | 1.214,43 | 17,44 |
| Gas natural | 1.112,67 | 15,97 |
| Carbón | 615,21 | 8,83 |
| Calor | 286,33 | 4,11 |
| Renovables | 1.046,84 | 15,03 |
| Total | 6.965,41 | 100,00 |

Tabla 3: Consumo mundial de energía final, 2004 [International Energy Agency (IEA), 2006]

región que cuenta con una mayor participación de la biomasa en el consumo final, con tasas medias del 63%: desde un 73% en el África Sub-

principales consumidores son países de limitado desarrollo: Myanmar (86%), Nepal (83%), Vietnam (66%), Sri Lanka (54%), Bangladesh (50%), India (40%), Pakistán (38%) e Indonesia (38%). En valor absoluto, los mayores consumidores de biomasa tradicional siguen siendo la China, pese a "sólo" un 28% de peso del consumo de biomasa en su balance de energía final, y la India, con un 40% [elaboración propia a partir de referencias y datos de 2, 3, 4 y 5].

Especial consideración merece la estructura de la generación de energía eléctrica, tanto por la importancia que el consumo de electricidad tiene en los países desarrollados (y la que va adquiriendo progresivamente en los países en desarrollo), como por la contaminación asociada a los diferentes sistemas de generación emplea-



dos. El carbón, junto con la energía hidráulica (la *hulla blanca*), han sido los recursos energéticos tradicionalmente empleados en la producción de energía eléctrica, complementados posteriormente por las centrales alimentadas por derivados del petróleo y por energía nuclear, y, más recientemente, por gas natural. Otros sistemas de generación eléctrica, a partir de recursos geotérmicos, eólicos, solares, biomasa y residuos, tienen un peso muy modesto en la estructura productiva del sector eléctrico.

La tabla 4 muestra la estructura actual de la generación de energía eléctrica [2] y en el siguiente capítulo se comentan diferentes aspectos relacionados con el impacto ambiental asociado a la producción de electricidad y a las distintas posibilidades vinculadas al uso de combustibles para tal fin.

| Sistema de generación | TWh | % |
|-----------------------|---------------|--------------|
| Carbón | 6.945 | 39,8 |
| Petróleo | 1.169 | 6,7 |
| Gas | 3.420 | 19,6 |
| Nuclear | 2.740 | 15,7 |
| Hidráulica | 2.809 | 16,1 |
| Geotérmica, etc. | 367 | 2,1 |
| Total | 17.450 | 100,0 |

Tabla 4: Estructura de la generación eléctrica, 2004 [International Energy Agency (IEA), 2006]

En lo que atañe al impacto ambiental de los diferentes sistemas de producción de energía eléctrica, es sumamente ilustrativo el resultado del trabajo que, impulsado por la Asociación de Productores de Energías Renovables y con el apoyo de la Administración Pública española, se llevó a cabo entre los años 1998 y 2000 sobre el impacto ambiental (daños a los ecosistemas y a la salud) de diferentes opciones de generación de energía eléctrica, fundamentado en el detallado **análisis del ciclo de vida** de los diferentes sistemas de generación eléctrica presentes en el parque eléctrico español [6]. Los resultados de este trabajo, por la metodología seguida (basada en trabajos previos

| Sistema de generación | Valor del impacto |
|-----------------------|-------------------|
| Lignito | 1.735 |
| Petróleo | 1.398 |
| Carbón | 1.356 |
| Nuclear | 672 |
| Fotovoltaica | 461 |
| Gas natural | 267 |
| Eólica | 65 |
| Minihidráulica | 5 |

Tabla 5: Impacto ambiental de la generación eléctrica [Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2000]

internacionalmente aceptados) constituyen una valiosa herramienta para cualquier toma de decisiones referente a las diferentes posibilidades de generación de energía eléctrica. En la tabla 5 se presentan, valorados en

“unidades de impacto”, los resultados del trabajo al que se alude.

Conviene destacar que la producción de energía eléctrica continúa siendo la primera fuente de contaminación atmosférica; o dicho de otra forma, que actualmente la electricidad es la forma de energía más *sucia* que existe, por su mayoritario origen en centrales termoeléctricas. En este sentido, anotar que la reducción –o al menos, estabilización– de la contaminación atmosférica, habrá de pasar necesariamente por la racionalización del consumo energético, el fomento de las energías renovables y el retorno de la energía nuclear [7].

Por último, recordemos que, al contrario de la contención mostrada

por la generación de electricidad y las significativas reducciones habidas en los sectores industrial, doméstico y terciario, el transporte (en todas sus modalidades, pero con especial énfasis en lo que respecta al transporte por carretera) se destaca como la principal amenaza para la salubridad de la atmósfera en el mundo y, particularmente, en los países desarrollados [8].

2. EVOLUCIÓN DE LOS USOS DE LA ENERGÍA

En el año 2004 el petróleo era todavía el recurso energético principal, con un 35,2% de participación en la demanda mundial de energía primaria; esta cifra de participación permanece razonablemente estable desde 1990 frente al 43% alcanzado en 1980.

El segundo combustible en importancia sigue siendo el carbón (con un 24,7% en el año de referencia) tras un lento declinar desde 1985, en el que alcanzó un 26%, inicia un repunte significativo arrastrado por el fuerte crecimiento de las economías asiáticas, particularmente la china.

El gas natural ocupa el tercer lugar en la satisfacción de la demanda energética mundial con un 20,6% y un crecimiento acelerado desde el 17% con que contribuía en 1980.



Los recursos renovables aportan un 13,1% al balance energético mundial, con un crecimiento sostenido de casi un 2% anual desde 1980. Pese a este importante crecimiento, su tasa de participación se va reduciendo al no poder seguir el crecimiento de la demanda.

consumo de recursos no renovables [8, 9 y 10].

Con estas hipótesis y asumiendo la continuación de las tendencias mundiales actuales, los resultados obtenidos (presentados de forma sumaria en la tabla 6) pueden resumirse como sigue [7]:

| Recurso / Año | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|---------------|------|------|------|------|------|
| Petróleo | 35,5 | 35,7 | 36,6 | 37,1 | 36,7 |
| Carbón | 24,8 | 23,0 | 23,2 | 23,9 | 25,0 |
| Gas natural | 20,0 | 22,3 | 23,5 | 25,5 | 26,6 |
| Nuclear | 5,8 | 6,7 | 6,6 | 5,3 | 4,6 |
| Renovables | 14,0 | 12,3 | 10,0 | 8,3 | 7,1 |
| Hidráulica | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,3 | 2,3 |
| Biomasa | 10,4 | 8,2 | 5,7 | 3,9 | 2,8 |
| Geotérmica | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| Resto | 1,0 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 1,7 |

Tabla 6: Evolución de la estructura energética primaria mundial, en % [POLES* model, IEPE-CNRS, European Commission, 2003]

Finalmente, la energía nuclear contribuye con un 6,4% al total, con una tasa de crecimiento que se ha ido reduciendo por la moratoria *de facto* en muchos de los países de la OCDE en los últimos años, con la consiguiente pérdida de participación en el conjunto [2 y 7].

De acuerdo con la hipótesis de referencia, el sistema energético mundial evolucionará hacia una dependencia todavía mayor de los combustibles fósiles, que acapararán un 88% del balance energético en 2030, frente al 81% del año 2000. Unos precios relativamente moderados de estos recursos fósiles les ayudan a mantener su competitividad con lo que limitan una penetración mayor de los recursos renovables en el sistema energético mundial, a la vez que las prevenciones ante la energía nuclear estimulan el

Consumo de energía

- Dado el crecimiento económico sostenido, especialmente en Asia, la demanda de energía primaria crece a razón de un 1,8% anual. La intensidad energética (relación entre la demanda de energía y el producto interior bruto) decrece a una tasa anual del 1%, siguiendo la tendencia a largo plazo.

- La dependencia de los combustibles fósiles en el sistema energético mundial crece desde un 81% en el año 2000 hasta un 88% en 2030. El petróleo seguirá siendo el combustible principal, con un 37% de participación en la estructura primaria en 2030; a partir de 2010 las reservas de petróleo inician su declive al superar la demanda a las nuevas reservas. El gas natural duplica su demanda y llega a representar cerca del 27% en

2030, concentrándose la producción en la Comunidad de Estados Independientes y Oriente Medio. La demanda de carbones crece significativamente sobre todo en la China y la India, suponiendo un 25% en la estructura prevista en 2030.

- La contribución nuclear crece hasta 2010, estabilizándose en los años siguientes, por lo que su participación estructural en 2030 se reduce a un 4,6%.

- La participación de los recursos renovables declina hasta el 7%, pues mientras la energía hidráulica eleva su aportación en unas dos terceras partes y otros recursos como los eólicos o los solares la ven duplicada, los usos tradicionales de la biomasa, por otra parte insostenibles en las tasas actuales, se ven reemplazados por combustibles convencionales. El incremento del nivel de vida en los países en desarrollo y la concentración de la población en áreas urbanas, en las que predomina la utilización de recursos energéticos comercializados, conduce a un significativo descenso en los usos tradicionales de la biomasa.

Emisiones de anhídrido carbónico

- Las emisiones mundiales de anhídrido carbónico crecen notablemente (un 87% entre 2000 y 2030). Con respecto al año 1990, referencia del *Protocolo de Kioto*, se habrán incrementado en un 41% en 2010 y en el año 2030 se habrán duplicado.

- La previsiones son que las emisiones de anhídrido carbónico crezcan menos que el producto interior bruto, pero algo más que la demanda de energía. El sistema energético mundial abandonará así su actual tendencia a la descarbonización al basarse en mayor medida en los combustibles fósiles, especialmente el carbón, y dar la espalda a la energía nuclear.

* El modelo POLES es un modelo sectorial global del sistema energético mundial. El desarrollo de este modelo ha sido parcialmente subvencionado por la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea. Desde 1997, el modelo está totalmente operativo y puede generar previsiones detalladas a largo plazo de la energía y de las emisiones de anhídrido carbónico mundiales, con proyecciones de la demanda, el suministro y el precio para las principales regiones. Para más detalles, puede consultarse el manual "POLES 2.2. European Comisión, DG XII, December 1996".



- El esfuerzo realizado en incrementar el aprovechamiento de los recursos renovables es clara y lógicamente incapaz de mantener su nivel de participación en la estructura, tanto por el fuerte crecimiento de la demanda como por sus propias limitaciones básicas (fiabilidad, estabilidad, almacenabilidad) en la satisfacción de la misma.

La evolución en la estructura de la demanda de energía primaria lleva lógicamente asociadas ciertas modificaciones en la estructura de generación eléctrica, cuya evolución se recoge en la tabla 7 siguiente y cuyos aspectos principales son:

Generación de electricidad

- El gas natural se convierte en el recurso más importante para la producción de energía eléctrica, especialmente en los países desarrollados.
- El carbón, pese a su progresivo abandono para la generación de electricidad en los países desarrollados, gana en participación por su mayor utilización en países en desarrollo densamente poblados, como la China e India.
- El petróleo y la energía nuclear reducen sensiblemente su participación en la generación eléctrica.
- Aunque las energías renovables aumentan fuertemente su participación en generación en valores absolutos, su aportación relativa decrece por el notable crecimiento de la demanda de electricidad.

| Recurso / Año | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Carbón | 40,3 | 38,5 | 39,2 | 42,1 | 44,6 |
| Petróleo | 9,0 | 6,5 | 6,3 | 6,3 | 5,8 |
| Gas natural | 12,8 | 16,1 | 16,8 | 19,8 | 22,4 |
| Nuclear | 16,9 | 17,7 | 16,7 | 12,1 | 9,6 |
| Renovables | 21,0 | 21,2 | 21,0 | 19,7 | 17,6 |
| Hidráulica | 16,93 | 16,61 | 15,64 | 13,53 | 11,36 |
| Minihidráulica | 1,01 | 1,00 | 1,06 | 0,95 | 0,75 |
| Geotérmica | 1,92 | 2,09 | 2,13 | 2,34 | 2,57 |
| Biomasa | 1,10 | 1,33 | 1,42 | 1,35 | 1,19 |
| Eólica | 0,03 | 0,16 | 0,62 | 1,34 | 1,57 |
| Solar | 0,01 | 0,01 | 0,13 | 0,19 | 0,16 |

Tabla 7: Evolución de la estructura de generación eléctrica mundial, en % [POLES model, IEPE-CNRS, European Commission, 2003]

El resultado de las modificaciones estructurales en la generación eléctrica es el ya apuntado del notable crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono, duplicando en el año 2030 a los niveles de referencia del año 1990, fecha del *Protocolo de Kioto*.

3. LAS RESERVAS DE ENERGÍA

La consideración de la cuantía de las reservas energéticas (recursos energéticos técnica y económicamente aprovechables) de que dispone el planeta debería ser prioritaria a cualquier toma de decisiones para mejor orientar los esfuerzos que

buscan la optimización de su aprovechamiento.

Con las diferencias y ajustes que imponen las evaluaciones llevadas a cabo periódicamente, se reseña en la tabla precedente la última evaluación de la cuantía de las reservas frente al consumo anual, indicando la dura-

| Fuente energética | Reservas Mtep | Consumo Mtep/año | Duración Años |
|-------------------|------------------|------------------|---------------|
| Carbón | 636.300 | 3.360 | 189 |
| Petróleo | 148.000 | 3.500 | 41 |
| Gas natural | 171.000 | 2.600 | 65 |
| Uranio | 74.998 | 694 | 107 |
| Total | 1.030.298 | 10.154 | 101 |

Tabla 8: Reservas, consumo y duración de recursos energéticos, 2002 [World Energy Council, Sydney, 2004]



ción prevista para cada recurso energético, determinada por la relación entre la cuantía de sus reservas y la tasa de su consumo anual, admitiendo que se mantuviese estable con respecto al año de referencia.

parte, y, por la otra, las “nuevas tecnologías nucleares” en estudio (*European Pressurised Water Reactor* y *Westinghouse AP600*) que pretenden lograr una mayor aceptación de este tipo de centrales eléctricas.

deforestación y el incremento de la contaminación asociado a la mejora del nivel de vida.

El control de la contaminación derivada de los usos de la energía no debe hacerse a costa de limitar el de-

Desde el punto de vista de la seguridad de suministro, la excesiva dependencia de las energías renovables resulta absolutamente perjudicial mientras no sea posible el almacenamiento en grandes cantidades de la energía obtenida casi gratuitamente de los recursos naturales.

Resulta oportuno hacer notar que, pese al continuado aumento de la demanda de energía, las sucesivas adiciones de recursos a las reservas existentes retrasan su hipotética fecha de agotamiento, por lo que debe admitirse que el problema de la escasez energética es frecuente e interesadamente desorbitado, tanto por la manipulación del fuerte crecimiento de la demanda (con previsiones de un futuro apocalíptico), como por las propias maniobras del sector petrolero (interesado en restringir la oferta para elevar los precios) y del sector nuclear (deseoso de aumentar su cuota de participación en el balance energético).

Ciertamente, las reservas energéticas de carbón y uranio son las que presentan mejores perspectivas a largo plazo pese a sus evidentes problemas ambientales, a cuya resolución parece obvio que deberían encaminarse los mayores esfuerzos. Cabe a este respecto mencionar los trabajos que se desarrollan en “tecnologías limpias” de uso de los recursos de carbón para reducir el impacto ambiental de este combustible, por una

4. CONCLUSIONES

Para finalizar, hagamos algunas reflexiones sintéticas sobre la actual situación energética mundial y las previsiones y posibilidades de futuro [10].

Unos 1.600 millones de personas (la cuarta parte de la población mundial) no tiene acceso a la electricidad. El 80% residen en la India y en el África subsahariana. Cuatro de cada cinco personas que carecen de electricidad viven en zonas rurales de países en vías de desarrollo. En el año 2030, mil cuatrocientos millones de personas seguirán sin tener acceso a la electricidad.

Unos 2.400 millones de personas dependen de la biomasa tradicional para la cocina y la calefacción. Esta cifra se elevará a 2.600 millones en 2030 y en los países en desarrollo la utilización de biomasa todavía supondrá entonces la mitad del consumo de energía en el sector residencial.

El abandono de la biomasa tradicional y la transición a los combustibles convencionales debe buscar el equilibrio entre el aumento de sumideros de CO₂ por la reducción de la

sarrollo de los países más desfavorecidos. Son los países más desarrollados los que deben asumir los inconvenientes (incluidos los costes) y riesgos (incluida la tecnología nuclear) asociados al impacto ambiental del sector energético.

Desde el punto de vista de la seguridad de suministro, la excesiva dependencia de las energías renovables resulta absolutamente perjudicial mientras no sea posible el almacenamiento en grandes cantidades de la energía obtenida casi gratuitamente



de los recursos naturales. El desarrollo de técnicas de almacenamiento masivo eficaces debe ser un objetivo prioritario en los países desarrollados puesto que la irregularidad y la dificultad de almacenamiento de los recursos energéticos renovables son la mayor barrera para su implantación.

El acceso a la electricidad en los países en desarrollo mediante el aprovechamiento de recursos renovables (solar, eólica, hidráulica) debe ir seguido de la implantación de estructuras energéticas convencionales cuya fiabilidad permita un desarrollo estable y sostenido, y en la medida de lo posible, sostenible.

La reducción o al menos estabilización de las emisiones contaminantes a la atmósfera sin coartar el derecho al desarrollo de los países menos favorecidos exige la urgente adopción de una nueva política energética nuclear en los países más desarrollados.

El entusiasmo por el aprovechamiento de los recursos renovables en los países más desarrollados no puede convertirse en una extorsión a los ciudadanos por el amparo tarifario que se presta a ciertos negocios particulares enmascarados de venta de energía eléctrica obtenida de recursos renovables.

Por último, resulta sumamente oportuno recordar entre las conclusiones del *Congreso Mundial de la Energía* celebrado en Sydney en septiembre de 2004 [5], que "SE DEBEN MANTENER ABIERTAS TODAS LAS OPCIONES ENERGÉTICAS, CONVENCIONALES Y RENOVABLES, SIN IDOLATRAR NI RECHAZAR NINGUNA DE ELLAS, PUESTO QUE LA DIVERSIDAD DE FUENTES ENERGÉTICAS ES LA BASE DE UNA ESTRUCTURA FUERTE, AL ESTAR TODAS ELLAS IGUALMENTE SOMETIDAS A INCERTIDUMBRES".

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GARCÍA ALONSO, J. M. e IRANZO MARTÍN, J. E. *La energía en la economía mundial y en España*, 2ª ed. rev. y ampliada. Madrid. Editorial AC, 1989. ISBN 84-7288-034-6.
- International Energy Agency (IEA), *Key World Energy Statistics*

2006, Paris: International Energy Agency (IEA), 2006.

- KLEINPETER, M., *Energy Planning and Policy*, UNESCO Energy Engineering Series, Chichester: Wiley, 1995. ISBN 0-471-95536-1.

- European Commission, *2001 – Annual Energy Review*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2002. ISBN 92-894-3110-5.

- CLARKE, A.W. and TRINNAMAN, J.A. (eds.). *World Energy Council (WEC), 20th Survey of Energy Resources 2004*, London: World Energy Council (WEC).

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), *Impactos Ambientales de la Producción Eléctrica. Análisis de Ciclo de Vida de ocho tecnologías de generación eléctrica*, Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2000. D.L.: M-28407-2000.

- European Commission, *European Energy and Transport – Trends to 2030*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. ISBN 92-894-4444-4.

- European Commission, *European Energy and Transport – Scenarios on key drivers*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004. ISBN 92-894-6684-7.

- Institut d'Economie et de Politique de l'Energie (IEPE), *World Energy Scenarios and International Energy Prices*, Grenoble: CNRS-UPMF Grenoble, 2002.

- International Energy Agency (IEA), *30 Key Energy Trends in the IEA and Worldwide*, Paris: International Energy Agency (IEA), 2004.

6. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Energy Information Administration (EIA), <http://www.eia.doe.gov>

- European Commission, *Energy and Transport in Figures: Statistical Pocket Book 2003*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. ISSN 1725-1095.

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), <http://www.idae.es>

- International Association for Energy Economics (IAEE), <http://www.iaee.org>

- International Energy Agency (IEA), <http://www.iea.org>

- International Energy Agency (IEA), *World Energy Outlook 2006*, Paris: International Energy Agency (IEA), 2006.

- International Energy Agency (IEA), *Renewables in Global Energy Supply*, Paris: International Energy Agency (IEA), 2007.

- World Energy Council (WEC), <http://www.worldenergy.org>

- LARA COIRA, M., *Evolución de las alternativas energéticas y su entorno industrial*, en *Evolución de la Industria y Alternativas Energéticas*, La Coruña: Universidad de La Coruña, 1996, pp. 11 a 77. ISBN 84-89694-14-1.

- MARTÍNEZ-VAL, J. M. (ed.), *La energía en sus claves*, Madrid. Fundación Iberdrola, 2004. ISBN 84-609-1337-6.

- MENÉNDEZ PÉREZ, E., *Energías renovables, sostenimiento y creación de empleo*. Madrid: Los Libros de la Catarata, 2001. ISBN 84-8319-115-6.

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Energy: The Next Fifty Years*, Paris: OECD Publications, 1999. ISBN 92-64-17016-2.

- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), *Toward a Sustainable Energy Future*, Paris: OECD Publications, 2001. ■