



# Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales

**Título**

**INTRODUCCIÓN AL CONTEXTO ENERGÉTICO**

**Área**

**ENERGÍA Y ATMÓSFERA**

**Autor**

**RAFAEL BEN PENDONES**

**Institución**





**RAFAEL BEN PENDONES** : benpr@inta.es

**MASTER EN ENERGÍAS RENOVABLES Y MERCADO ENERGÉTICO**

Escuela de Organización Industrial

**INGENIERO QUÍMICO.**

Universidad de Oviedo



**EXPERIENCIA PROFESIONAL:**

Actualmente: **INTA** - Hidrógeno y Pilas de Combustible

**EHN** - Bioetanol

**CO<sub>2</sub> Solutions** – Consultoría Cambio Climático

**SINAE** - Combustión y Gasificación de Biomasa

Socio colaborador de **ADABE** (Asociación para la Difusión de las Aplicaciones de la Biomasa en España)



## 1. DEMANDA MUNDIAL DE ENERGÍA PRIMARIA

El consumo de energía, incluyendo el transporte, es en la actualidad la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes acidificantes.

En el año 2001 la demanda mundial de energía primaria alcanzó los 10.000 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep, teniendo 1 tep el contenido energético de  $10^7$  kilocalorías). Este consumo sigue apoyándose fundamentalmente en los combustibles fósiles.

Por otra parte, la responsabilidad del consumo no está nada equilibrada, siendo el 25% más rico de la población mundial el que se disfruta del 75% de la energía.

Petróleo, carbón y gas natural representan actualmente el 70% del consumo total mundial de energía y se espera que esta participación mayoritaria en la cesta energética se mantenga al menos durante los próximos 30 años. Mientras no disminuya su protagonismo, los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático parece que están abocados a aumentar. En este sentido cada vez cobrarán más importancia las técnicas de secuestro o captura de CO<sub>2</sub>. El problema es que se hará luego con este gas, para el que de momento se considera fundamentalmente su almacenamiento geológico.

Respecto a la energía nuclear, las previsiones apuntan hacia un ligero descenso de su porcentaje de participación.

Es necesario por tanto un mayor ahorro y eficiencia energética y un incremento del uso de las energías renovables.

A pesar de que energías como la eólica y la solar están experimentando un crecimiento muy importante, sobre todo en los países desarrollados, su porcentaje de consumo respecto al total apenas se deja notar, ya que la demanda total de energía aumenta de manera desenfrenada, esperándose un crecimiento en ésta del 60% para dentro de 30 años. En este período dos países que representan la tercera parte de la población mundial, China e India, crecerán en su consumo energético a una velocidad muy superior al resto.

La hidroelectricidad tiene y seguirá teniendo una contribución limpia e importante respecto al consumo total de energía. Algunos países como Canadá o Noruega cubren toda su demanda eléctrica con este recurso.

Por otra parte, el consumo tradicional de biomasa como leña sigue siendo básica en los países en vías de desarrollo, cubriendo de media un 38% de sus necesidades energéticas. En algunos países de África, por ejemplo, este porcentaje se eleva al 90%. La biomasa seguirá teniendo en el futuro una aportación energética esencial, pero su utilización se llevará a cabo mediante tecnologías eficientes para su transformación en calor, electricidad o en combustibles como el hidrógeno o los biocarburantes.

**Tabla 1. DEMANDA MUNDIAL DE ENERGÍA PRIMARIA**

Fuente: Key World Energy Statistics 2003 (Agencia Internacional de la Energía)  
(1 Mtep =  $10^{10}$  kcal)

Fuente / Año	2001 (10.000 Mtep)	2010 (12.000 Mtep)	2030 (16.000 Mtep)
<b>Petróleo</b>	35%	35%	35%
<b>Carbón</b>	23%	22%	22%
<b>Gas</b>	21%	23%	26%
<b>Combustibles y desechos renovables (Biomasa)</b>	11%	11% (incluidas otras)	10% (incluidas otras)
<b>Nuclear</b>	7%	6%	4%
<b>Hidroeléctrica</b>	2%	2%	2%
<b>Otras (eólica, solar, geotérmica, etc.)</b>	0,5%	-	-



## 1. DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA

España tiene un consumo de energía per capita dos veces superior a la media mundial, y así todo está lejos en este valor de los países más consumistas energéticamente, como Estados Unidos.

Nuestro país consume un 1,25% de la energía mundial y es dependiente en un 75% de recursos energéticos externos. Esta cifra es preocupante para nuestra economía y seguridad de abastecimiento energético, situación similar al resto de la Unión Europea.

**Tabla 2. DEMANDA ESPAÑOLA DE ENERGÍA PRIMARIA**

Fuente: IDAE/Ministerio de Economía-Dirección General de Política Energética y Minas

Fuente / Año	2001 (128 Mtep)	2010
<b>Petróleo</b>	52,2%	50%
<b>Carbón</b>	15,3%	9%
<b>Gas</b>	12,8%	22%
<b>Nuclear</b>	13,0%	9%
<b>Total Renovables</b>	6,5%	12%
<b>Hidráulica</b>	2,8%	12%
<b>Biomasa</b>	2,9%	
<b>Eólica</b>	0,4%	
<b>R.S.U.</b>	0,2%	
<b>Biocarburantes</b>	0,04%	
<b>Biogás</b>	0,1%	
<b>Solar Fotovoltaica</b>	0,002%	
<b>Solar Térmica</b>	0,03%	
<b>Geotermia</b>	0,01%	



### 3. ENERGÍAS CONVENCIONALES NO RENOVABLES

#### 3.1 PETRÓLEO

Las reservas identificadas de petróleo ascienden a 1,1 billones de barriles (1 barril = 158,9 litros; 1 tonelada equivalente de petróleo o tep = 7,4 barriles de crudo en energía primaria). Diariamente se consumen en el mundo 76.000 barriles, de tal manera que al ritmo actual de consumo nos queda petróleo para 38 años (BP Statistical Review of World Energy, 2003).

Sin embargo, se prevé un incremento en el consumo del 2% anual hasta 2020, con lo que ese número de años se reduciría aún más. Como contrapeso a estas cifras, el sector petrolífero confía en que, además de las reservas identificadas, nuestro planeta nos pueda dar aún otro billón más de barriles de crudo. Esta posibilidad nos dejaría un poco más de respiro, pero evidentemente nuestra adicción petrolífera tiene los días contados.

Esta situación crítica ya está ocasionando conflictos sociopolíticos muy graves originados por el control estratégico del oro negro.

#### 3.2 GAS NATURAL

Se ha probado la existencia de 155.000 millones de m<sup>3</sup> de gas natural que al ritmo de consumo actual durarán 60 años (BP Statistical Review of World Energy, 2003).

En este caso el crecimiento en el empleo de gas previsto es aún mayor que el del petróleo y alcanzará un 2,7% anual hasta 2020.

Existen planes de que muchas de las centrales térmicas de carbón sean sustituidas por gas en ciclo combinado (turbina de gas + turbina de vapor). Este combustible tiene una proporción superior H<sub>2</sub>/C que el carbón, con lo cual en su combustión produce menos emisiones de CO<sub>2</sub>. Además los rendimientos alcanzados en los ciclos combinados doblan a los de las centrales de carbón.

El coste esperado de esta tecnología es de 360 € / kW instalado y pueden tardar una media de 2 años en construirse.

#### 3.3 CARBÓN

Debe resaltarse que de carbón quedan muchas más reservas, 1 billón de toneladas, que de petróleo y gas natural, para 200 años como mínimo, al ritmo de consumo actual. Muy probablemente, cuando se hayan agotado las reservas de estos dos últimos combustibles fósiles, habrá que volver a dar más peso al carbón pero con tecnologías más limpias que las actuales.

De todas maneras, se espera un crecimiento en su consumo del 1,7 % anual hasta el 2020.

Como comparativa energética 1 tonelada de carbón equivale 0,7 toneladas equivalentes de petróleo y a 5,2 barriles de petróleo.

#### 3.4 ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN

Este tipo de energía nuclear, basada en la ruptura o fisión de núcleos de uranio, produce residuos radiactivos de alta intensidad, con un problema de gestión a largo plazo aún no resuelto.

A pesar de que los accidentes nucleares ocurridos hasta la época han sido muy escasos, las tremendas consecuencias que ha ocasionado sobre todo uno de ellos, el de Chernobyl en 1986, han puesto a la opinión pública en contra.

Frente a estos riesgos, lo positivo de la generación energética nuclear es que no produce emisiones de CO<sub>2</sub>.

Actualmente, esta energía aporta el 16% de la energía eléctrica mundial (25% en los países de la OCDE).

Sus costes de operación son bajos, pero la construcción de nuevas centrales implican 1500 € / kW instalado y una duración media de las obras de 10 años.



Por otra parte, la eterna promesa de la fusión nuclear de átomos de hidrógeno para dar energía y átomos de helio más grandes, está considerada como una fuente de energía limpia (sólo da ciertos productos de activación manejables), consiguiéndose una altísima densidad energética.

El proyecto internacional ITER puede dar la respuesta definitiva a los complejos problemas técnicos que hasta ahora han evitado su implantación a gran escala. Sin embargo, si todo va bien, las primeras centrales de demostración de fusión pueden estar listas como pronto en 40 años.

#### **4. POLÍTICA ENERGÉTICA Y MEDIOAMBIENTAL**

El Protocolo de Kioto firmado en 1997 marca que los países industrializados (Anexo I del protocolo) deben reducir globalmente en un 5,2% las emisiones Gases de Efecto Invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) respecto a 1990 para el período 2008-2012. La Unión Europea ha adquirido un compromiso conjunto de reducción del 8%.

Aunque a España se le permite incrementar estas emisiones en un 15%, ya está por encima del 38% (Datos de Comisiones Obreras y la revista World Watch en su versión en catalán). Una de las razones es que ningún país industrializado ha crecido tanto como España en los últimos años.

La dependencia energética europea del exterior es del 50% (75% en el caso de España). Estas cifras han sido motivo para la publicación del "Libro Verde: Hacia una estrategia europea de seguridad en el abastecimiento energético". De tal manera que las energías renovables no son necesarias sólo por su benignidad para el medio ambiente sino también porque pueden ayudar a Europa a ser algo más independiente energéticamente.

El objetivo de la UE es que la energía primaria de origen renovable alcance en 2010 un 12% y esta meta la ha trasladado España al Plan de Fomento de las Energías Renovables (1999-2010).

Europa también se ha marcado aumentar un 18% la eficiencia energética entre 1995 y 2010, así como aumentar un 12% la cogeneración, es decir, la generación de calor y electricidad de manera distribuida y en el lugar de consumo, eliminándose los costes económicos y las pérdidas energéticas del transporte de electricidad.

Para un sector tan importante como el transporte, dependiente del petróleo en un 98%, se plantea para el 2020 una participación de un 20% de combustibles alternativos. El Alternative Fuels Contact Group ha recomendado que este porcentaje se reparta entre el gas natural (10%), el bioetanol y el biodiesel (8%) y el hidrógeno (5%)

#### **5. ENERGÍA – TENDENCIAS TECNOLÓGICAS A MEDIO Y LARGO PLAZO ( Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial OPTI 2002)**

##### **5.1 Diversificación energética mediante uso de las energías renovables**

Si se desean llevar a la práctica todas las políticas medioambientales planteadas, las energías renovables deben ser apoyadas económicamente hasta que una reducción de costes suficiente, por el aumento en la escala de producción, las haga competitivas por sí mismas.

Por otra parte, debe mejorarse la integración de sistemas renovables en la red eléctrica, así como en el sector de la edificación, tal como están empezando a hacer la energía solar fotovoltaica y la energía solar térmica.

##### **5.2 Descentralización. Sistemas distribuidos de energía eléctrica**

Los grandes centros de producción de energía centralizada a gran escala, predominantes hoy, irán cediendo protagonismo a una manera más descentralizada de producir la energía, más cercana al punto de consumo, reduciéndose así las pérdidas en el transporte.

En este sentido se consideran la cogeneración y el aprovechamiento de energías residuales en procesos térmicos, así como las pilas de combustible.

En estos últimos dispositivos el hidrógeno y el oxígeno del aire se transforman eficientemente en electricidad, calor y agua, en un proceso inverso al que ocurre en la electrolisis de esta última. La



contaminación de este sistema de producción energética es cero y sus aplicaciones tan diversas como la propulsión de coches y autobuses o la producción de energía para nuestras casas, hospitales o centros comerciales.

### **5.3 Tecnologías de almacenamiento y transporte de energía**

El hidrógeno tiene el potencial de ser, junto a la electricidad, el vector energético del futuro. Idealmente producido a partir biomasa, solar o eólica, tiene entre otras ventajas la posibilidad de almacenar la energía eléctrica renovable que no interese o que no pueda ser entregada a la red, y en el momento que sea necesaria esa electricidad, producirla en una pila de combustible.

Por otra parte se persigue la reducción de los costes actuales en el transporte de electricidad, mediante sistemas superconductores.

### **5.4 Uso limpio de combustibles fósiles para generación de electricidad:**

La generación de energía eléctrica a partir de carbón cambiará del sistema actual de combustión a una tecnología más limpia como es la gasificación. Por otra parte, el gas natural se aprovechará energéticamente en centrales de ciclo combinado (conduciendo los gases de escape de la turbina de gas a una turbina de vapor, la eficiencia energética aumenta considerablemente, reduciéndose además las emisiones de CO<sub>2</sub> por kWh generado), en un proceso similar al que seguiría el carbón o la biomasa ya gasificada.

### **5.5 Diversificación energética en el sector transporte**

Como se comentaba anteriormente, se plantea para el 2020 una participación de un 20% de combustibles alternativos. El Alternative Fuels Contact Group ha recomendado que este porcentaje se reparta entre el gas natural (10%), el bioetanol y el biodiesel (8%) y el hidrógeno (5%)

### **5.6 Eficiencia energética en todos los sectores**

Como último punto, pero no por ello menos importante, se deberá realizar un gran esfuerzo en el ahorro y la eficiencia energética en todos los sectores, ya que como muy bien se dice, el kilovatio hora que no se produce es el que menos contamina.

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y LEGISLATIVAS**

**Real Decreto 2818/1998** de 23/12/2098, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.

**Ley 54/1997** de 27/11/2097, del sector eléctrico. BOE 285/1997 del 28/11/1997

**Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo** de 27/10/01, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad. DOCE 283/2001 del 27/10/2001

[www.idae.es](http://www.idae.es)  
[www.ciemat.es](http://www.ciemat.es)  
[www.cne.es](http://www.cne.es)  
[www.agores.org](http://www.agores.org)  
[www.eufores.org](http://www.eufores.org)  
[www.appa.es](http://www.appa.es)  
[www.cleanenergy.de](http://www.cleanenergy.de)  
[www.eren.doe.gov](http://www.eren.doe.gov)  
[www.iea.org](http://www.iea.org)  
[www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)  
[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)  
[www.worldwatch.org](http://www.worldwatch.org)  
[www.europa.eu.int/comm/energy](http://www.europa.eu.int/comm/energy)  
[www.omel.es](http://www.omel.es)  
[www.ree.es](http://www.ree.es)  
[www.unesa.es](http://www.unesa.es)

