

# Escenarios Energéticos en España

Implicaciones Sociales y Ambientales



# Escenarios Energéticos en España

Implicaciones Sociales y Ambientales

Este documento ha sido realizado por  
La Unión General de Trabajadores,  
UGT, con la colaboración de:

Cámara, Angel. Universidad Politécnica de Madrid  
Feijoo, Andrés. Universidad de Vigo  
Menéndez, Emilio. Universidad Autónoma de Madrid  
Muñoz, Dolores. Universidad Autónoma de Madrid.

Depósito Legal:

## INDICE

- 5 ● **Presentación y Objetivos.**
- 13 ● **Situación actual de la Energía en la Unión Europea y en España. Aspectos críticos. Condicionantes futuros.**
- 55 ● **Evolución Tecnológica en el Sistema Energético.**
- 113 ● **Escenarios Energéticos en 2030. Revisión de las propuestas energéticas. Alternativas posibles.**
- 177 ● **Incidencia social, económica y ambiental. Estudio de percepción social: problema energético, binomio energía y medio ambiente, análisis de nuevos comportamientos.**
- 197 ● **Conclusiones.**
- 203 ● **Bibliografía.**

# Presentación y Objetivos



Escenarios Energéticos en España  
Implicaciones Sociales y Ambientales

## **PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS**

### **Planteamientos iniciales**

Los sistemas energéticos, tanto el global, como el europeo o el español, tienen ante sí factores de crisis potencial, que merecen ser analizados con un cierto detalle. Fundamentalmente debieran considerarse dos aspectos relevantes:

● **Incidencia ambiental.**- Aparecen varios temas relacionados con la energía, que preocupan a la sociedad: contaminación atmosférica urbana, deterioro de los mares y otros; pero en este informe se va a prestar especial atención al cambio climático, que por un lado puede alterar significativamente los entornos de vida de cientos de millones de personas, y por otro ha de incidir necesariamente en el cambio de modelo energético global. Sobre ambos temas ya se están haciendo llamadas de atención, y se insiste de manera progresiva desde ámbitos científicos; también se informa al respecto desde los medios de comunicación.

#### **CAMBIO CLIMÁTICO:**

- **Es uno de los problemas más críticos a los que se enfrenta la Humanidad. Afectará a miles de millones de personas.**
- **Para enfrentarse a él es preciso frenar el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero.**
- **Pero también hay que estructurar y aplicar medidas de ayuda a los afectados, que insistimos van a ser muchos.**
- **En este estudio se va a mostrar cual puede ser el devenir en el consumo energético español, encajado en el global.**
- **Nos mostrará que a nivel español y en el global no se camina hacia frenar el crecimiento de emisiones a medio plazo.**
- **No nos basta pues con declaraciones de intenciones como ésta. Es preciso pues reflexionar profundamente, e imaginar otras soluciones que no serán fáciles de aplicar.**

El problema del cambio climático nos debiera llevar ya a pensar en un esquema de amplia colaboración internacional con los afectados, bien sea por huracanes como el del año 2005 en Guatemala, o las pérdidas de cultivos en deltas o en otras zonas costeras.

● **Riesgos de suministro.-** Las dos terceras partes del abastecimiento de energía primaria en los países desarrollados, y en buena parte de la Humanidad, provienen de los hidrocarburos. Las extracciones mundiales de petróleo y gas natural, previsiblemente alcanzarán su valor máximo a lo largo de este siglo XXI, en su primera mitad el petróleo y en la segunda el gas natural. Las tensiones en el mercado internacional ya son patentes.

Pero aquí no se puede dejar de señalar que el siglo XX ha estado plagado de conflictos internacionales, incluso llevados a su más cruda realidad en forma de guerras, por el control del petróleo. Leemos en la prensa, en septiembre de 2006, cómo el ex director de la CIA, J. Woolsey asegura: “Nuestra seguridad nacional depende de la política energética”.

Hoy a la sociedad le preocupa también este aspecto de la energía, lo que pueda ocurrir en este siglo XXI, en relación con el abastecimiento de petróleo o con el del gas natural; pero también preocupa el riesgo de la diseminación amplia de la energía nuclear, en particular algunos eslabones de su cadena, y las acciones que algunos países puedan desarrollar al respecto.

La seguridad en el suministro es importante, pero no se puede pagar cualquier precio, el de la guerra desde luego no. Pero también es preciso saber que en un contexto de pérdidas en los servicios, aquí nos referimos al energético, las reacciones contrarias a las propuestas relacionadas con las necesidades de colaboración y solidaridad internacional pueden ser muy fuertes.

Desde el comienzo de este año 2006 aparecen en los medios de comunicación muchas referencias sobre la necesidad de una política energética común europea, que deber estar acompañada por los instrumentos necesarios para llevarla a cabo. Los llamamientos a ello se unen a esa situación crítica de la Unión, cual es su fuerte dependencia del exterior en el suministro energético, un 50% del total de la demanda de energía primaria, cifra que en el caso de España asciende a más de un 75%.

Aquí se va a tener presente este aspecto, pero sólo de forma teórica; no parece que estemos maduros para que esa política común, y la cooperación interregional en Europa, sea una realidad antes de una o dos décadas. Pero debiéramos trabajar en firme para que algún día sea posible; los resultados de este estudio apuntan a ello.

El mundo ya se ha globalizado en muchos aspectos. Entre ellos, el libre flujo de capitales y el crecimiento de las grandes empresas dota a éstas de un nivel elevado de poder, que a veces sobrepasan en capacidad o en volumen económico a los países medios o pequeños; esto hace además que ciertas decisiones trascendentes para todos no sean conocidas en profundidad por la sociedad civil.

Frente a ello aparece también una creciente regionalización en el mundo de su sociedad global, lo que es significativo en el campo de la energía. No olvidemos que los países del mundo islámico, que controlan las dos terceras partes de las reservas de petróleo y un tercio de las de gas, o los de América Latina, miran por sus recursos energéticos y tratan de tomar sus propias decisiones al respecto.

Es necesario pensar en una nueva dimensión del ámbito de decisiones, en concordancia con la situación actual y futura, y con las relaciones internacionales; será preciso caminar hacia un diálogo social mundial, algo que desde los sindicatos se entiende muy cercano. En relación con esa visión amplia e interrelacionada del mundo conviene dejar unas reflexiones previas:

- España es un país medio o pequeño en el contexto europeo o mundial, somos menos del 10% de la población de la Unión Europea, y poco más del 0,5% de la del planeta. En energía nuestra dimensión casi no tiene masa crítica para plantearse determinadas actuaciones. Es un aspecto al que se hará referencia directa o indirectamente en este texto. El avance hacia una política energética común europea parece que puede ser un camino positivo para todos, evidentemente depende de cómo se haga.
- El binomio formado por energía y pobreza está muy presente en el mundo. Una cuarta parte de la Humanidad. En este documento no se trata específicamente el tema, pero no podemos olvidarlo. Aparecerá a menudo entre líneas, en particular al mirar al Sur, hacia África, que es o debiera ser el primer punto de reflexión política española. En esa cuarta parte de la Humanidad se encuentran tres cuartas partes del África Subsahariana.
- Las reflexiones sobre esa política energética común europea debieran extenderse también a la cuestión de la lucha contra el cambio climático, un esfuerzo común, que en cierta medida ya se estructuró en la adopción del Compromiso de Kioto, promovido en gran medida desde la Unión Europea, pero que obliga tal como se verá en este informe a plantearse objetivos más ambiciosos y muy coordinados en el conjunto europeo.

Aquí se quiere reflexionar sobre energía, y esto se ha de hacer necesariamente desde un marco europeo, nuestra región natural por ser el entorno geográfico en el que nos encontramos. Evidentemente no existen todavía políticas energéticas comunes en Europa, pero parece que habría que buscarlas. Desde este documento lo que se intenta es analizar la situación española para dar datos en esa aproximación a la Europa que queremos, la de los ciudadanos.

Los datos que se van a mostrar se refieren a un horizonte a medio plazo, para el cual es posible pensar en preparar cambios. Diferentes instituciones dibujan un esquema energético para los próximos años, de esos datos parece deducirse que el esquema global de evolución ya está definido hasta el año 2030.

Aquí se va a realizar un dibujo de la posible situación española en ese horizonte. Entendemos que nos permitirá mirar los hechos con perspectiva e introducir reflexiones en profundidad. Evitamos intencionadamente dar datos concretos a corto plazo, donde es fácil entrar en discusiones de cifras en detalle, que nos quitarían horizontes para esa mirada a medio y largo plazo.



## **Propuestas de reflexión**

Este informe tiene por objeto presentar unas reflexiones, desde la Unión General de Trabajadores, UGT, y algunos de sus colaboradores, sobre cuáles pueden ser los escenarios energéticos en España en las dos próximas décadas, y su relación con los dos aspectos críticos antes citados.

Estamos en la Unión Europea y se quiere que ésta sea un punto de referencia para todos sus ciudadanos, y para el resto del mundo. En ese sentido se inicia el documento que aquí se presenta con un primer capítulo que incluye unas reflexiones genéricas sobre la energía, en sus diferentes componentes de suministro, económico y empresarial, así como el cambio climático, todo ello en este entorno social y político europeo, haciendo comparaciones o correlaciones con el caso español.

A los trabajadores y al conjunto de los ciudadanos nos preocupan cada vez más la evolución de las cuestiones ambientales críticas, el cambio climático en particular, del que se pueden derivar situaciones preocupantes, como la pérdida de condiciones de habitabilidad en ciertas partes del mundo o más concretamente de nuestro país. Esto incidirá en el futuro del empleo, y en las migraciones, en el efecto de expulsión de personas, que además ya es amplio en muchos lugares del mundo. Pero en el mundo de hoy esto ha de verse cada vez más en contextos amplios, de regiones del mundo, y Europa es una de ellas.

Hemos de saber cómo incidimos en la emisión global de gases de efecto invernadero, y cuál será la evolución futura; por lo tanto intuir cómo afectaremos nosotros al cambio climático. Pero también lo hemos de ver en relación con esa realidad ya de hoy, cual es la aceptación de que es irremediable una cierta evolución climática negativa. En ese sentido se ha de pensar cuál debe ser el planteamiento de la sociedad hacia el futuro, la española en primer lugar, pero también la europea, en particular con relación a los más afectados por el cambio climático, los países menos favorecidos, y cuál pudiera ser la posición de los sindicatos al respecto.

La energía es un factor determinante de la evolución económica, y por lo tanto tiene ligazón con el empleo. Se intenta saber en qué formas se relaciona nuestro esquema social y de empleo con el consumo de energía, y en qué medida las potenciales crisis energéticas pueden afectarlo. Hay motivos para estar preocupados por el futuro de la energía en general y por las decisiones que se tomen al respecto.

En este contexto nos preocupa cuál puede ser la evolución de la tecnología energética, tanto para ser más eficientes en el uso de la energía, como para disponer de fuentes más limpias, entre estas se ha de dar una especial atención a las energías renovables. Sobre todo ello se hacen una serie de comentarios en el capítulo segundo. Pero ya se adelanta aquí que la evolución de la tecnología ayudará a hacer frente al problema, pero no parece que vaya a ser la solución mágica, que quizás nunca existe como no se encontró el “Bálsamo de Fierabrás”.

### **EMPLEO Y ENERGÍA:**

- El modelo económico en nuestro entorno está ligado a una amplia disponibilidad energética, en cantidad y en precios.
- Las restricciones energéticas, sea cual sea su origen, afectarán en mayor o menor medida al empleo.
- Parece que caminamos hacia un mundo donde pueden aparecer esas restricciones o un encarecimiento energético.
- En este informe se va reflexionar en como es nuestro esquema de empleo y su relación con el consumo energético.
- Previsiblemente en el futuro se tomarán, o nos llegarán, decisiones respecto al modelo energético.
- Aquí se trata de dar informaciones que puedan ser de utilidad para intuir como puede evolucionar nuestra sociedad y el empleo.

Un cambio de modelo energético incidirá sobre el empleo. Se perderán o disminuirán actividades, y aparecerán otras. El balance es difícil de hacer a priori, pero es posible y necesario empezar a pensar en él. Hay que reflexionar sobre las actividades tradicionales y aquellas que son nuevas, y que pueden ser menos intensivas en energía

Somos un país en el cual hay gran peso de los servicios de mercado, muchos de ellos demandan indirectamente un alto consumo energético, en especial en la movilidad que inducen. Pero nos falta dedicación a los servicios de la ciudadanía, sanidad o educación por ejemplo, que son menos intensivos en energía; por ejemplo debiéramos disponer de más profesores de secundaria para luchar contra el fracaso escolar.

Las energías renovables son una solución de futuro, aunque a veces se cuestionen, adicionalmente pueden ser una vía de creación de empleo. Pero en su momento habrá que valorarla en cantidad y calidad.

En la actualidad hay opciones de mejor uso de la energía que no se aplican de manera amplia, sin ir más lejos los paneles solares para calentamiento de agua en la edificación; recientemente se han establecido normativas para la extensión de su uso. Otra cuestión más compleja es en qué medida, cuándo y a qué costes podremos disponer de otras alternativas energéticas, en parte para sustituir combustibles fósiles, en primer lugar los hidrocarburos cuyas reservas son escasas, y en parte para evitar su incidencia ambiental negativa. Por ejemplo, captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

Se va a incluir una reflexión sobre las energías renovables, sus posibilidades de evolución, tanto para la extensión de las mismas en nuestro país, como para su aplicación amplia en el mundo, pues es quizás esta la forma de lucha más práctica contra la evolución del cambio climático; enseguida se verá que nos trae de la mano el tema de la cooperación internacional, de la ayuda del Norte hacia el Sur. Vuelve a aparecer el binomio formado por energía y pobreza.

El núcleo de este documento es el capítulo tercero, que se apoya en los dos anteriores. Pero sobre todo en las reflexiones que en él se incluyen sobre la estructura social y económica, y la situación de consumo de energía en España; las asimetrías que hay en el Estado Español incitan a las regiones de menor nivel económico a buscar líneas de desarrollo que pueden tener una fuerte incidencia en la evolución del consumo final de energía.

Se trata de intuir cuál puede ser la evolución de la demanda y el abastecimiento energético en nuestro país en el horizonte del año 2030. De alguna manera se trata de imaginar el futuro, que hoy por hoy, con las incertidumbres que tenemos delante de nosotros, es quizás una de las cuestiones críticas en nuestra sociedad, se ha de mirar preferentemente hacia delante.

Se prescinde de utilizar modelos econométricos que relacionen la evolución del producto interior bruto con la demanda de energía. En los últimos años ha habido un crecimiento parejo de la economía y del consumo energético, mientras que en otros países europeos aparecen tendencias hacia la moderación en la demanda.

Aquí se va a reflexionar sobre cuáles son los condicionantes estructurales del caso español y cómo pueden evolucionar a medio plazo. Se trata de ver cómo se puede desacoplar ambos parámetros, de qué manera es factible un cierto crecimiento económico con moderación en la demanda de energía. Se trata de buscar escenarios que pudieran ser sostenibles, en el contexto español y mundial.

Ya se establecen políticas que buscan el ahorro y uso eficiente de la energía, pero las respuestas son lentas. Todo parece indicar que se puede avanzar en esa línea de desacoplamiento entre economía y demanda energética, pero que sus efectos sólo se verán en la próxima década o más adelante.

Por otro lado hay que señalar que en España hoy vamos hacia un esquema de alta participación de los hidrocarburos, en el cual al petróleo se le suma el gas natural; entre ambos se llega hoy al 70% de participación, nivel que puede sobrepasarse; no olvidemos que en la década de los setenta del siglo pasado, en la crisis de los precios del petróleo, hubo una fuerte preocupación porque la dependencia del petróleo era del 70%, entonces con consumo de gas muy bajo.

Es conveniente conocer el contexto geográfico y político en el cual nos situamos para intuir en qué medidas estamos asumiendo riesgos en el suministro energético, y cómo se relaciona éste con el modelo económico y el empleo. No se pueden exponer conclusiones, pues este informe no lo pretende, y además ello obligaría a reflexiones desde muchas fuentes de conocimiento y de decisión; pero sí se quiere hacer llamadas de atención al respecto, evidentemente más unidas al caso español.

En ese sentido se analizarán aspectos relacionados con el carbón como elemento de seguridad en el suministro de energía, que no cubre en el esquema actual de transformación los diferentes usos energéticos, pero que puede ser significativo a la hora de dar estabilidad al sistema energético, aunque no olvidaremos que también tiene un coste medioambiental.

En este informe no se va a tomar partido por la evolución de la energía nuclear. Se entiende que es una opción sobre la cual se deben pronunciar los ciudadanos en diversas líneas de decisión, entre las cuales se citan sólo dos:

- Vida de las actuales centrales instaladas en España. Se discute si debe ser la inicial de 25 años, su alargamiento a 40 o incluso llevarla a 60 años de vida. En el documento se va a contar con ellas en la medida en que los escenarios de demanda de electricidad lo sugieran, prescindiendo de ellas en función de que se consideren razonables las opciones de sustitución.

Hay una propuesta y petición política de fijar una fecha para el cierre de las centrales nucleares. Aquí no se va a dar, solo se van a aportar datos que puedan servir para plantearse la cuestión con números; sabiendo que es una opción política y que siempre se le puede encontrar una alternativa, aunque es preciso valorar sus costes, no sólo los económicos.

- Instalación de nuevos grupos, siguiendo esa línea de pensamiento que sugiere que es la opción de lucha contra el cambio climático, que no está explícita en todas sus dimensiones; tanto en el número de centrales que habría que construir, como en su ubicación, y en cuál sería la política de residuos.

Por ejemplo, que se llegue a un 50% de la electricidad demandada en el entorno del año 2030. Esto en el caso español supondría disponer de más de veinte grupos, es decir, casi uno por cada dos provincias. No se va a considerar una opción como ésta para el documento que aquí se propone, pero sí se indica que si es la opción de fondo, entonces deberá explicársele claramente a la ciudadanía.

Interesa mucho conocer cuál es la percepción que el ciudadano tiene del binomio formado por energía y medio ambiente, y sus planteamientos sobre determinados componentes del mismo. Sobre ello se reflexionará e el capítulo cuarto. Se busca conocer dos aspectos de la cuestión. El primero se refiere a cuál es nuestra propensión al ahorro de energía, y el segundo a cuál es nuestra percepción del cambio climático, de cómo afectará a los menos favorecidos del mundo y cómo estamos dispuestos a ayudarlos.

En este informe se parte de la premisa de que el cambio climático es uno de los problemas graves a los que se enfrenta la Humanidad y España en particular. No sabemos cómo será su incidencia en las migraciones, pero nos tememos que estamos empezando a verlo con la llegada de inmigrantes día tras día a las costas canarias y andaluzas. Algunos de estos problemas no se analizan aquí, pero deberán ser tratados en otros documentos o estudios.

Pero las soluciones que se adopten no deben introducir riesgos o problemas mayores, y en cualquier caso deben salir de un consenso amplio, es decir, con participación ciudadana, para lo cual es preciso que se disponga de una información concreta y clara al respecto, no dada poco a poco, según interese para conseguir determinadas respuestas. Esto afecta claramente, por ejemplo, a las decisiones sobre el futuro de la energía nuclear, o a las propuestas que se puedan estructurar sobre la lucha contra el cambio climático.

Nos encontramos ante la necesidad de conseguir conductas de ahorro y uso eficiente de la energía. Sobre ello se reflexionará, tanto sobre la aplicación de medidas económicas, como el potencial incremento de los precios mediante medidas fiscales, o sobre la respuesta positiva de la ciudadanía sin ellas, pero con un arrastre social desde el ejemplo de los líderes institucionales del país.

# 1

## Situación actual de la Energía en la Unión Europea y en España

ASPECTOS CRÍTICOS. CONDICIONANTES FUTUROS



## I.1.- USOS Y CONSUMOS ENERGÉTICOS

### Datos básicos

Europa ha sido motor de diversos cambios que han afectado de forma significativa a la evolución de la Humanidad, a los efectos de este informe hay que reseñar la Revolución Industrial, de los siglos XVIII y XIX, basada en el carbón como fuente energética y el ferrocarril como medio de transporte.

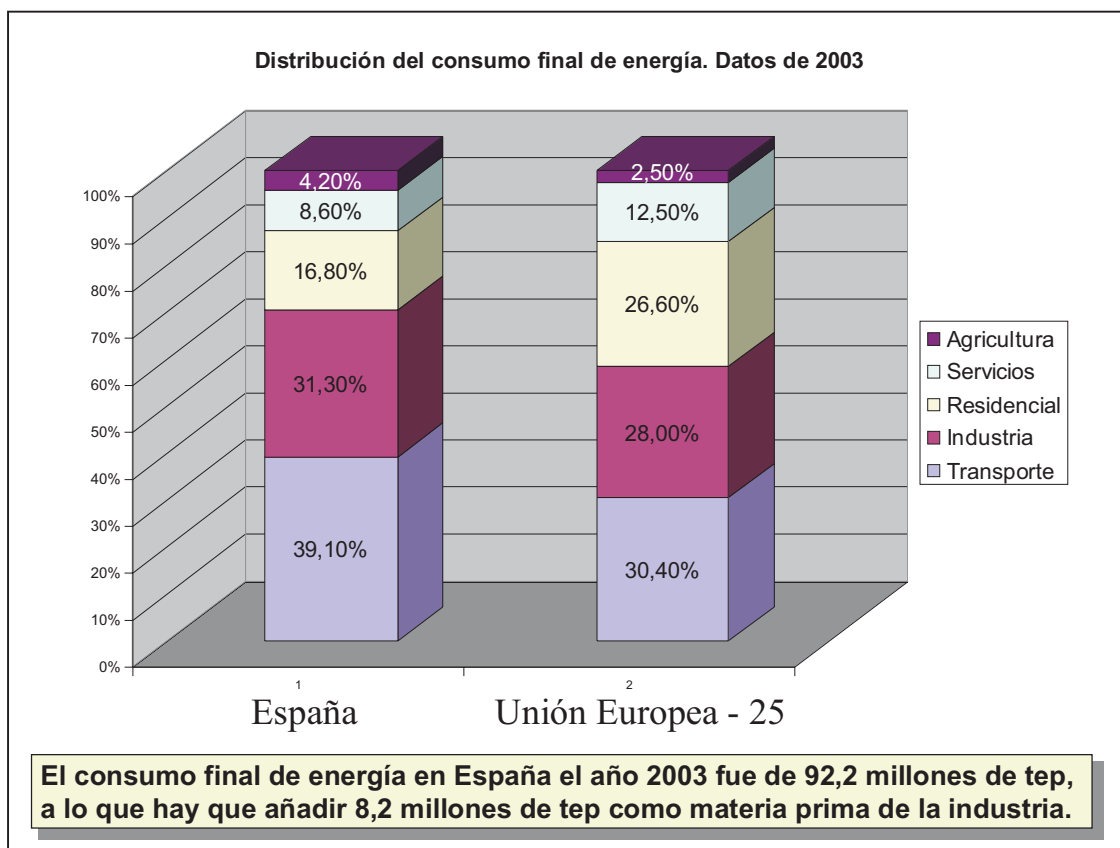


Figura I – 1.- Desglose de los consumos energéticos en la Unión Europea y España

A mediados del siglo XX se inicia en nuestro continente, y en otras pocas zonas del mundo, lo que se ha dado en llamar la “época post industrial”, sobre lo que nos convendrá reflexionar con cuidado, ya que ha dado lugar a excesivos consumos energéticos y a problemas ambientales significativos.

La introducción de los vehículos automóviles en la primera mitad del siglo XX, y su extensión rápida en la segunda mitad de este siglo, más el incremento del uso y consumo de bienes, muchos de usar y tirar, ha aumentado el consumo de energía significativamente. En la figura I – 1 se refleja el desglose para la Unión Europea y para España, como consumo final directo de energía.

En el año 2003 el consumo final de energía en la Unión Europea de 25 países ha sido de algo más de mil millones de toneladas equivalentes de petróleo, 1.129 millones de tep; de ellas España consumió 90 millones de tep, es decir el 8% del total, mientras que somos el 9,3% de la población de la Unión. Esto significa que como consumo final de energía nos situamos por debajo de la media europea.

La energía de consumo final, combustibles de uso directo y electricidad, proviene de la transformación de fuentes primarias: petróleo, gas natural, carbón, energía nuclear y energías renovables. En la Unión Europea al año 2003 la demanda de energía primaria fue de 1.725 millones de tep, esto significaba el 18% de la demanda mundial.

En nuestro caso, en el año 2003 la demanda de energía primaria fue de 134 millones de tep, es decir el 7,8%, un ratio parecido al de consumo final directo, aunque corregido positivamente por una mayor participación de las energías renovables en nuestro esquema. Hoy ya nos acercamos a los 150 millones de tep como demanda de energía primaria, lo cual nos hace sobrepasar el 8% de la demanda total europea; nuestra demanda está creciendo muy rápidamente a mayor ritmo que la europea.

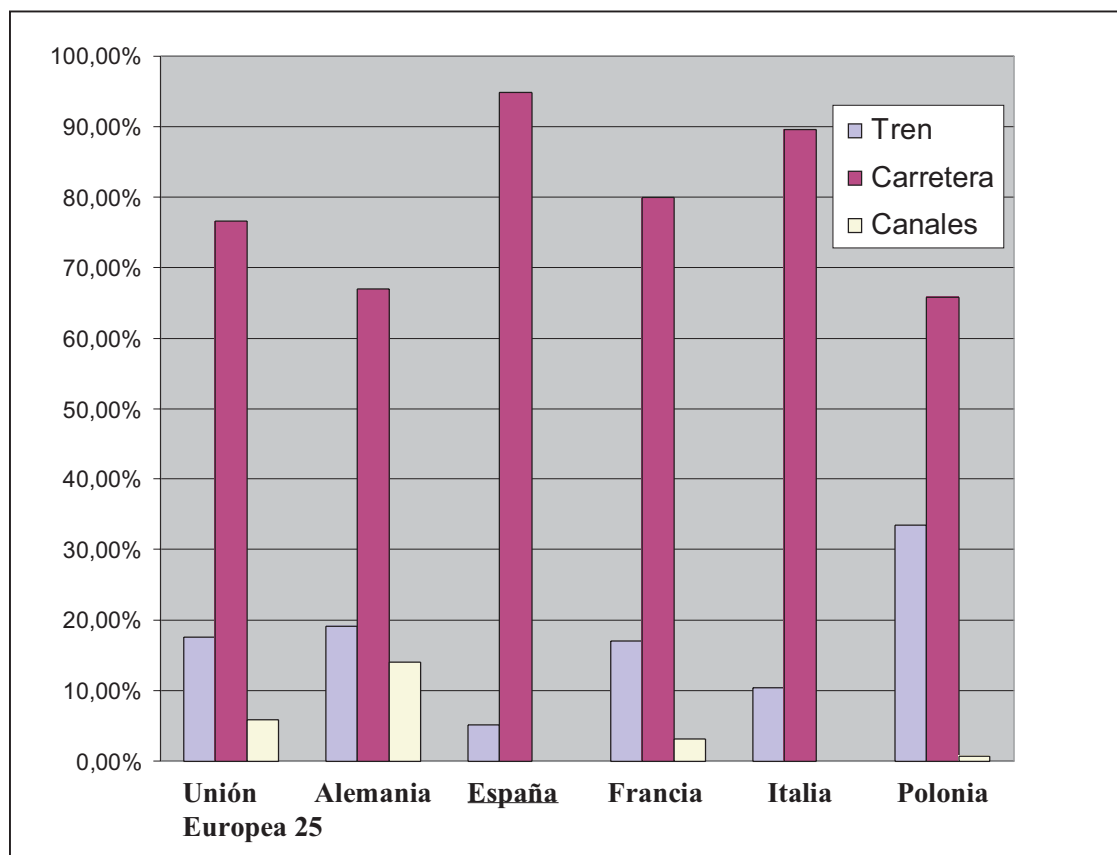
## **Transporte**

Desde un principio se ha de resaltar el peso del transporte, que tanto en la Unión Europea, como en España, es el primer concepto de demanda, pero que en nuestro país sobrepasa de forma significativa el ratio de participación de este concepto en relación al conjunto de la Unión Europea. Hay una serie de aspectos, que se verán más adelante, que explican esa situación, pero que además nos llevan a establecer una prioridad de análisis y preocupación en su consumo energético.

En toda Europa se ha perdido el ferrocarril para el transporte de mercancías y pasajeros. En la figura I – 2, se da el desglose de participación del transporte de mercancías en los tres medios terrestres para los países continentales de mayor superficie. La unidad de medida es una tonelada por kilómetro recorrido, t-km. Se observa que salvo los países del este, la participación del ferrocarril es minoritaria.

Pero hay que resaltar que España es el país que hace mayor uso de la carretera, y este es nuestro gran problema, sobre el que insistiremos de forma continuada. No disponemos de canales, ese medio de transporte pensado por los “ilustrados”, primero para llegar a Lisboa desde el interior de la península por el Tajo, y luego con algo mejor resultado en el Canal de Castilla, en el siglo XVIII, pero olvidado pronto.

Si lleváramos esa misma figura al caso de los pasajeros veríamos que la participación del ferrocarril es menos del 10% en todos los países salvo Hungría que llega al 13%. El autobús se mantiene entre el 10 y el 15%, aunque hay casos singulares, por ejemplo, en Alemania sólo participa en el 7,5% del movimiento de personas, y en Francia en el 5%. En España es ligeramente superior al 12%, cifra similar a la italiana. Por otro lado en algunos países del este, como Hungría o Eslovaquia supone más del 20% del movimiento de pasajeros.



**Figura I – 2.- Desglose de la participación de las distintas modalidades de transporte de mercancías en Europa. Valoradas en conjunto con la unidad t-km**

El automóvil es el medio más utilizado por los europeos para moverse, en casi todos los países sobrepasa o se acerca al 80% de los movimientos de personas, medidos como pasajero – km.

En la Unión Europea de los 25 se estimaba que en el año 1995 había 394 automóviles por cada 1.000 habitantes, en el año 2002, ese ratio ya había subido a 463 de media, es decir un crecimiento de un 17,5% en siete años, que ya debieran haber tenido la moderación de la lucha contra el cambio climático.

En España en ese año de 2002, el parque de automóviles daba un ratio de 460 automóviles por cada 1.000 habitantes, es decir, en la media europea, aunque con valores algo menores que los de Alemania, 541, de Francia, 490, o de Italia, 529 automóviles por cada 1.000 habitantes. Se sigue incrementando el parque automovilístico en España, aunque en el verano de 2006 apunta a un menor ritmo de ventas de automóviles.

Hay que considerar otros medios de transporte, en particular el aéreo, cuya evolución está siendo muy rápida, y hay una competitividad en el sector tanto por valorar los aeropuertos, como por conseguir mayor número de pasajeros o introducir las llamadas líneas de bajo coste; sin olvidar el crecimiento del transporte de mercancías por vía aérea, no sólo en el continente europeo, sino también para vuelos internacionales, incluyendo en ellos bienes de consumo como frutas o pescados.



En el año 2004, el aeropuerto de Heathrow, en Londres, se acercaba a 70 millones de pasajeros anuales, en 50 millones estaban los de Frankfurt am Main, y Charles de Gaulle de París; Madrid, Barajas, es el cuarto de Europa con casi 40 millones de pasajeros, Barcelona el octavo con 25 millones de viajeros, y Palma de Mallorca el duodécimo con más de 20 millones de pasajeros.

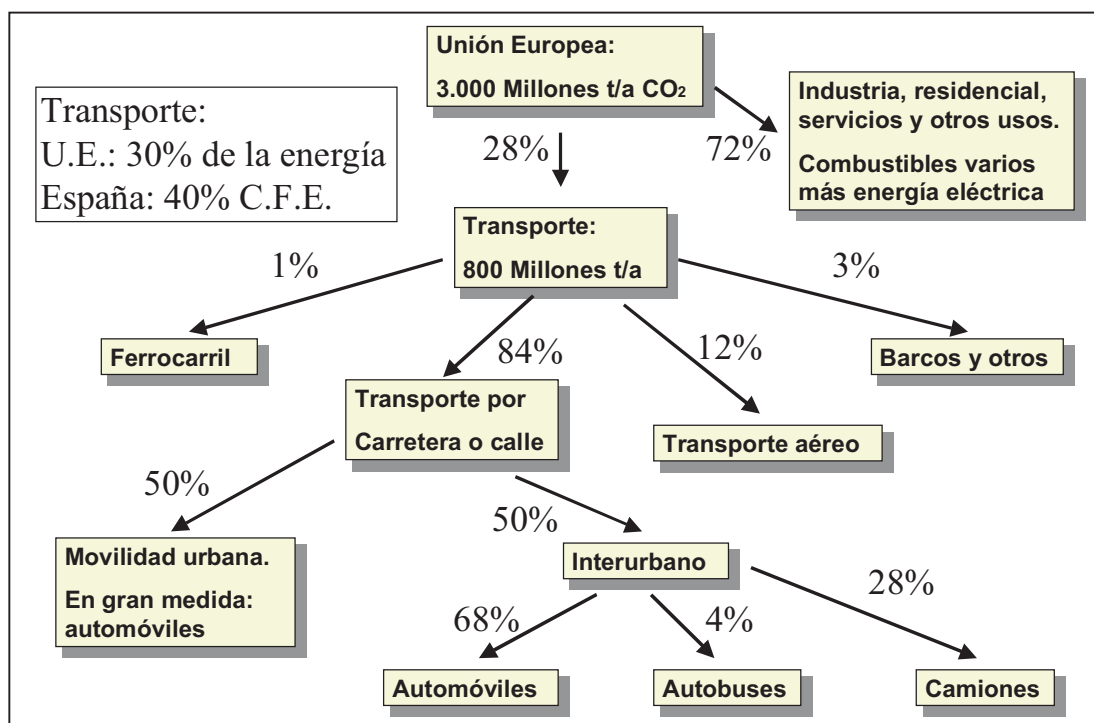


Figura I - 3.- Desglose de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la Unión Europea 25 en transporte, a principios de esta década

El transporte en general se une al consumo de derivados del petróleo, lo que introduce incertidumbres de abastecimiento futuro de estos carburantes, pero también a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Ya en un estudio de la Unión Europea de principios de esta década se mostraba el desglose de las emisiones por este concepto. Los movimientos por carretera son con mucho el primer componente de esta emisión, pero no es nada despreciable la correspondiente al transporte por carretera.

Pero también hay que señalar que el transporte depende hoy mayoritariamente del suministro de petróleo, y no parece que seamos conscientes de que este pudiera reducir sensiblemente su oferta en dos o tres décadas, tal como se comenta más adelante.

Se debiera hacer un esfuerzo para mejorar el ferrocarril, en algunos casos llevarlo a tracción eléctrica, y en cualquier caso conseguir un mayor grado de utilización. Dada la creciente concentración de la población en ciudades y sus entornos parece oportuno el desarrollo del ferrocarril de cercanías o similares; y también las líneas de alta velocidad para comunicar ciudades, rompiendo esa situación de casi monopolio del automóvil, y el creciente peso del avión.

El ferrocarril de alta velocidad tiene un consumo importante de energía, pero esta es electricidad, rompe la dependencia del petróleo, a la vez que ha mostrado que tiene una buena aceptación del viajero. Francia y Alemania han avanzado bastante en esa línea. Para España sería muy importante la conexión a efectos turísticos por las fronteras de ambos lados de los Pirineos, y que esas líneas tuvieran continuidad una por la costa cantábrica y otra por la mediterránea.

### **Otros consumos energéticos**

La industria es un consumidor importante de energía, en diferentes países de Europa se está reduciendo poco a poco la participación de las industrias básicas en el conjunto, se importan cemento o acero como materias estructurales. Las motivaciones ambientales han tenido peso en esta evolución, de hecho hace años se hablaba de “exportación de contaminación” a países del Tercer Mundo.

Se ha hecho hincapié en el desarrollo propio de la industria manufacturera, y esto en sí ha sido positivo en la medida en que es un área de actividad con menor consumo específico de energía, y como veremos Europa es fuertemente dependiente del suministro exterior de energía. Algunos países europeos tienen una fuerte capacidad tecnológica, Alemania es el primer exportador de productos con valor tecnológico añadido, pero también cuentan otros, como Francia o Italia.

En España el devenir industrial no ha dado todavía esos pasos, más bien al contrario ha incrementado la producción de algunas industrias básicas, como la del cemento, aunque importamos parte de nuestro consumo de productos estructurales, como es el caso del acero.

En varios países europeos, entre ellos de forma destacada en España, la fabricación y exportación de automóviles es un aspecto singular de su industria y economía. Hay que señalar la importancia de liderar la evolución tecnológica para reducir el consumo de energía y la dependencia de los derivados del petróleo.

Los usos domésticos tienen un alto peso en los países del centro y del norte de Europa, la calefacción es un componente importante de este consumo; en esas zonas se ha extendido la cogeneración de electricidad y suministro de calor para conseguir una eficiencia energética más elevada que la correspondiente al suministro separado de estos dos vectores energéticos. Así mismo se toman medidas para conseguir una mayor eficiencia en la edificación, aislamientos y otras prácticas.

En España los usos domésticos suponen diez puntos porcentuales menos que en la Unión Europea, 16% frente al 26%. Pero es un valor significativo en lo que respecta a consumo total de las viviendas, que además sigue creciendo, al menos en valores absolutos. Aquí la calefacción también es una parte importante, el 40% del consumo medio de las viviendas, por ello son necesarias las medidas que se adoptan en relación a la calidad de la edificación, además de otras de tipo comportamiento personal, tal como se vuelve a comentar en los dos próximos capítulos.

## I.2.- DEPENDENCIA ENERGÉTICA EXTERIOR

### Importaciones. Figuras globales

Una de las preocupaciones importantes en la Comisión Europea es la dependencia exterior en el suministro de energía, en su Libro Verde, “Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura”, de marzo de 2006, constata que en la actualidad el 50% de la demanda de energía primaria se atiende con suministros desde fuera de la Unión Europea, y que ese valor se puede ver incrementado a un 70% en el entorno del año 2030.

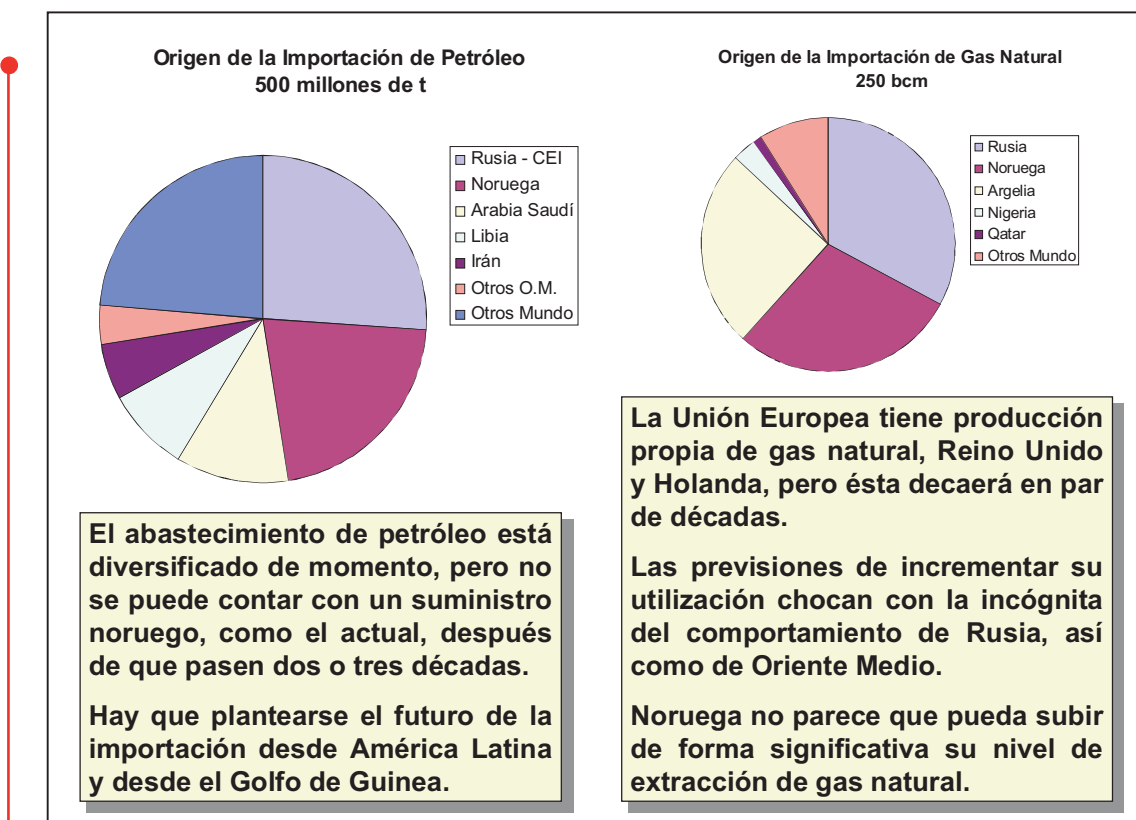


Figura I – 4.- Origen de las importaciones de petróleo y gas natural en Europa

El abastecimiento de petróleo está diversificado y de momento no da lugar a una preocupación fuerte; casi la mitad de las compras exteriores provienen de Noruega y países del mundo fuera del entorno de Rusia y países islámicos, Rusia suministra la cuarta parte de las importaciones, y Arabia Saudita, Irán, Libia y otros del mundo islámico cubren algo más de la cuarta parte de las importaciones. Figura I – 4.

La preocupación se incrementa cuando se pasa a reflexionar sobre el gas natural, aquí nos encontramos que las compras exteriores, en sus cuatro quintas partes proceden de sólo tres orígenes: Rusia, Noruega y Argelia.

En Europa hay una extracción importante de gas natural, básicamente en el Mar del Norte. En el año 2003 se extrajeron en el total de la Unión: 145 millones de tep de petróleo, y 190 millones de tep de gas natural, de estas últimas correspondieron al Reino Unido 93 y a Holanda 52 millones de tep, procedentes de la cuenca del Mar del Norte. El ritmo de extracción no parece que pueda incrementarse, más bien se reducirá y previsiblemente en dos o tres décadas prácticamente se habrá agotado esta cuenca.

Los recursos de hidrocarburos que se encuentran en territorio noruego, en las aguas controladas por este país, son propiedad de Noruega; esto, que está asumido internacionalmente, es una referencia a considerar en relación a lo que puedan plantear otros países del mundo, por ejemplo Bolivia. Recientemente, en este año 2006, varios países europeos, entre ellos España, se han dirigido a Noruega para hablar de su suministro futuro de gas natural.

La empresa Stadoil se encarga de la extracción y comercialización de hidrocarburos. En lo que respecta al gas natural se plantea la posibilidad de extender su fabricación de metanol, producto de fácil transporte y manejo, con el que puede acceder a mercados donde no llega fácilmente el gas licuado; por ejemplo islas, no olvidemos que tanto Baleares como Canarias se plantean cómo ha de llegar el gas natural a ellas. La opción de aplicación de las tecnologías "GtL", para obtener directamente carburantes de automoción a partir del gas no parece que esté ante una consideración industrial próxima.

Noruega es consciente de que la vida de sus hidrocarburos es limitada, los beneficios de su extracción y comercialización se dirigen a fondos de inversión, que puedan suministrar rentas al Estado y los ciudadanos en el futuro. La Unión Europea puede esperar que el suministro noruego de gas y petróleo se mantenga unos treinta años, pero quizás no mucho más y desde luego no a ritmos mayores que los actuales de aprovisionamiento; aunque el deshielo del Océano Ártico le abre nuevas posibilidades de explotación de otros yacimientos, previsiblemente de gas natural.

Europa habrá de gestionar el suministro de gas natural, también de petróleo, de dos grandes puntos de origen: Rusia - Asia Central, y Oriente Medio – Norte de África, sobre los cuales se reflexiona más adelante, en este mismo apartado.

No obstante debiera extender sus conexiones para acceder a otros orígenes, ya lo hace respecto al petróleo, pero debiera plantearse aumentar el suministro de gas licuado desde otras cuencas, por ejemplo:

- **Golfo de Guinea.**- Nigeria ya es un país exportador de gas licuado que suministra a España y otros países europeos. Estados Unidos se ha posicionado en la planta de licuación que se construye en Guinea Ecuatorial. Pero hay que considerar otros países como Angola, que pueden tener buena relación con Europa.
- **Venezuela.**- Ya se trae gas de Trinidad y Tobago, isla independiente próxima a las costas de Venezuela. Este segundo país tiene grandes reservas de gas, construye la planta de licuación de Mariscal Sucre, pero se plantea el gran gasoducto de América del Sur, ambos proyectos son compatibles y Europa podría acceder a gas de allí, pero para ello habrá que entrar en un diálogo inteligente con aquellos países. Incluyendo a Bolivia, cuyo mercado parece más cercano a Chile y Brasil, o a la exportación futura por algún puerto del Pacífico.

## Rusia, suministrador de gas

Rusia se perfila como un gran suministrador de gas a medio plazo, quizás más que de petróleo, al menos en la próxima década, que es cuando pueden aparecer problemas de abastecimiento más serios de gas, que los puntuales de invierno ya vividos el año pasado por las discrepancias entre Ucrania y Rusia.

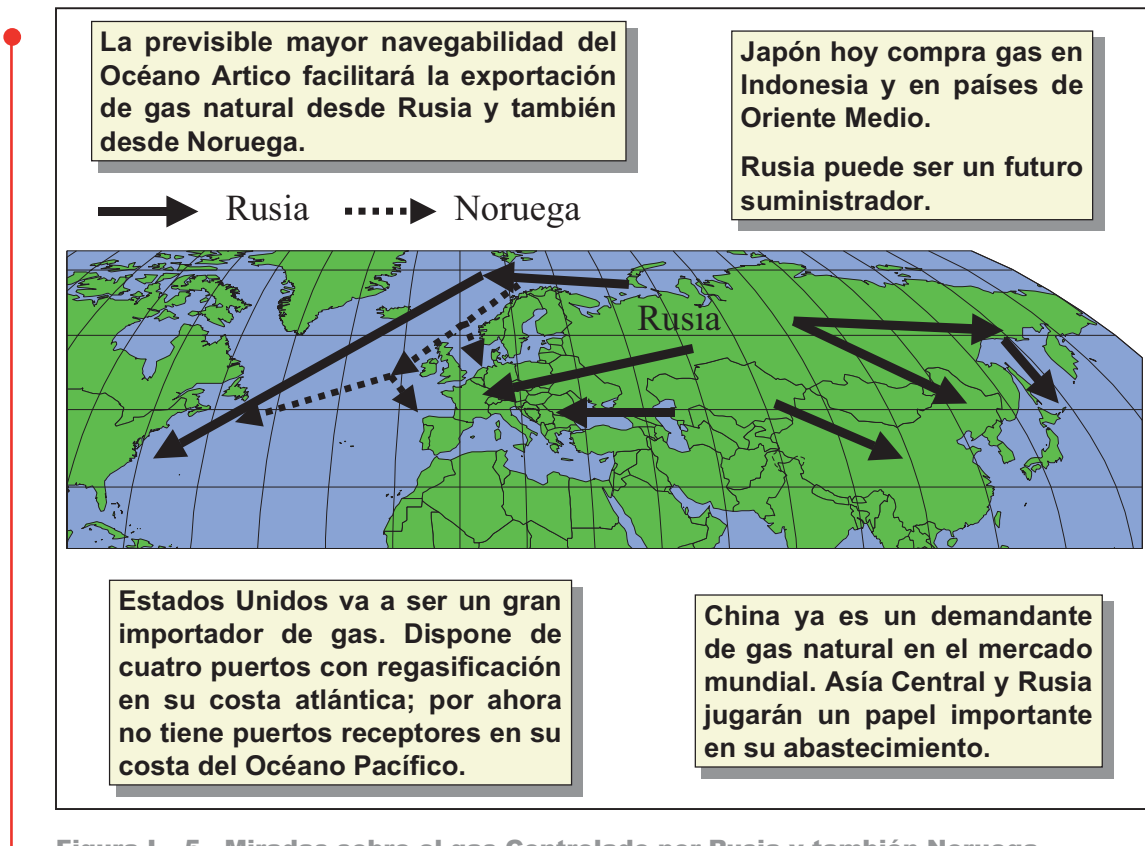


Figura I - 5.- Miradas sobre el gas Controlado por Rusia y también Noruega

El retorno de Rusia hacia niveles de potencia económica se ha de basar en la exportación de hidrocarburos, aunque además estos han de mantener un precio elevado, el equivalente a que el petróleo esté por encima de 60 \$/bbl. No sería de extrañar que hubiera acuerdos entre Rusia y Estados Unidos, sus empresas petroleras, para que esos precios sean altos, todos pueden encontrar beneficio en ello.

En cualquier caso los hidrocarburos que controla Rusia, sus propias cuencas, más los que se extraigan en países de su entorno, de momento Kazajastán y otras repúblicas de ese entorno, son mirados con atención por varios grandes consumidores, aparte de la Unión Europea:

- **Estados Unidos.-** Consume gas natural de sus propios yacimientos, más el proveniente de Canadá y el que importa por cuatro puertos en la costa atlántica. Progresivamente incrementará sus demandas del exterior, previsiblemente en un par de décadas más de la mitad de su consumo procederá de otros países fuera de América del Norte.

Oriente Medio y Norte de África será posiblemente el principal abastecedor, también participará el Golfo de Guinea y quizás América del Sur. Pero la seguridad de suministro se la daría Rusia, que le podría enviar gas por vía marítima a través del Océano Ártico.

● **China.**- En este país tienen un peso significativo el carbón y el petróleo, el gas puede ir ocupando un espacio amplio, tanto por su interés como combustible de fácil uso, como por su menor emisión específica de CO<sub>2</sub>. Puede encontrar puntos de abastecimiento en Oriente Medio, ha establecido contactos con Irán; así mismo parece que mantendrá acuerdos con Venezuela.

Pero en cualquier caso ha de mirar hacia Rusia y hacia Asia Central. Es previsible que haya entendimiento entre las dos potencias, parece la opción más tranquilizadora, y que no se despierten viejos recelos que podrían volvernos a situaciones no deseadas. China previsiblemente recibirá una cantidad significativa de gas natural desde este entorno.

● **Japón.**- En la actualidad recibe gas de Indonesia y de Oriente Medio. Es lógico que desee establecer acuerdos con Rusia para garantizar su abastecimiento, a pesar de que entre ambos países no ha habido tradicionalmente unas relaciones amistosas. La dependencia energética del exterior es quizás el aspecto más crítico de este país, en especial si Estados Unidos no colabora en que este problema no se acreciente de forma incontrolable.

Todo esto nos lleva a pensar que si bien los acuerdos comerciales entre la Unión Europea y Rusia presentan muchos aspectos de interés mutuo, y estamos llamados a entendernos, hay que pensar que el gas natural que se pueda extraer en el futuro de Rusia y su entorno tendrá destinos diversos.

En este sentido ya se observan movimientos para participar de forma significativa en ese suministro, por ejemplo desde la empresa alemana E.ON se establecen acuerdos para que desde Rusia, desde su empresa Gazprom, se le garanticen 400 bcm de gas natural desde hoy hasta el año 2030.

Es una cantidad importante, equivalente como orden de referencia a la importación española actual de gas natural durante diez años. Pero no es ni mucho menos la demanda total de Alemania, que ya recibe gas desde Rusia a través de Ucrania. Por ello aparecerán otros proyectos y acuerdos.

No se puede dejar de citar aquí el caso del proyecto del gasoducto germano ruso, ligado con el acuerdo arriba citado, que discurrirá apoyado en el fondo del Mar Báltico, con una capacidad de 55 bcm anuales y que previsiblemente estará operativo en la próxima década. Hubiera sido un proyecto más fácil de desarrollar si se construyera sobre tierra firme, atravesando Polonia, lo que supondría una inversión total menor y un tiempo de realización más corto.

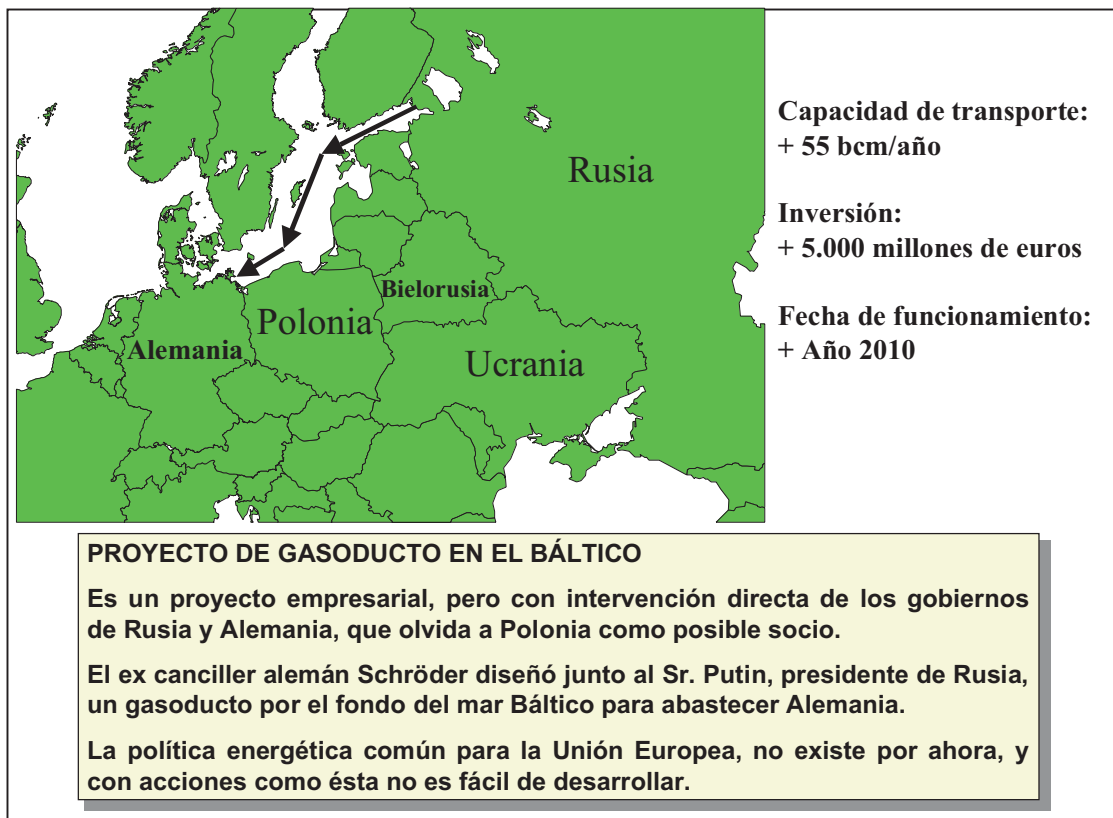


Figura I - 6.- El proyecto de gasoducto ruso germano por el fondo del Báltico

Ahora bien, los intereses alemanes de garantizarse un determinado suministro a largo plazo, junto con la estabilidad de las condiciones económicas del mismo, es decir los posibles miedos a discrepancias con Polonia en el futuro por las cantidades de gas que debieran llegar a Alemania o quedarse en el mercado polaco, y los precios de peaje que pediría este, han llevado a un proyecto que ha dado una mala imagen.

Acciones como esta hieren la propuesta de una política energética común de la que se ha hablado en los primeros meses del año 2006. Hay que señalar que la iniciativa de esa acción común surgió del primer ministro británico, Sr. Blair, desde un país que hoy es autosuficiente en abastecimiento energético, pero que sabe que en unas décadas, quizás sólo dos, pasará a ser importador de hidrocarburos.

### Oriente Medio y Norte de África

De todos es conocido que Oriente Medio es un área clave en el suministro de hidrocarburos a todo el mundo, dos tercios de las reservas de petróleo se encuentran allí, y un tercio de las de gas natural. Ya en los años setenta, el incremento de los precios del petróleo, y una cierta restricción a las exportaciones puso en situación crítica la economía de los países desarrollados.

En aquellos años el conflicto palestino – israelí fue el detonante de la situación de crisis. Hoy esa situación se repite, mejor dicho no ha dejado de estar presente. Europa tiene poca capacidad de actuación, y deja la dirección de la resolución de los conflictos a Estados Unidos;

este país hace interpretaciones de los conflictos con visiones de “bueno y malo”, que muchas veces nos recuerdan a las películas del oeste, aparte de su relación especial con el loby judío en su propia política interior. Así define posiciones que pueden complicar la situación en esta área del mundo:

- Apoyo continuado, y casi incondicional, a las posiciones israelitas. Se pone en situación crítica a la población palestina y de rebote a buena parte de los musulmanes del entorno, a parte de los cuales no duda en considerar terroristas. Pero este es un tema que afecta también a Siria, a Egipto y a otros países del mundo islámico.

Aquí no se quiere olvidar que ese mundo islámico se encuentra en una situación complicada, que se manifiesta en diferentes hechos, algunos de ellos dramáticos, tanto en sus propios países, como en el exterior, en nuestro propio entorno. Añadir más leña al fuego no se ve un acto lógico, más deseable parece la “Alianza de Civilizaciones”

- Enfrentamiento continuado con Irán. Desde la caída del Sha, que no olvidemos, regía un gobierno nada democrático, esa confrontación no ha cesado; se buscó la guerra entre Irak e Irán, y hoy se considera terrorista al gobierno de este país, como en su momento considero a su antiguo aliado de Irak.

Un punto geográfico crítico es el Estrecho de Ormuz, por él circulan una buena parte de las exportaciones de petróleo y de gas natural. Irán controla este paso, desde su lado oriental. No olvidemos que una confrontación directa con este país puede poner en crisis el abastecimiento de hidrocarburos, a todo el mundo y en particular a Europa.

Dejando a la consideración del lector las cuestiones de geopolítica, y de los problemas e incoherencias que hay en las distintas partes del mundo, incluso los aspectos más criticables de esa confrontación de los mundos: islámico y occidental –cristiano; se ha de volver a reflexionar sobre el suministro de energía en valores físicos y económicos.

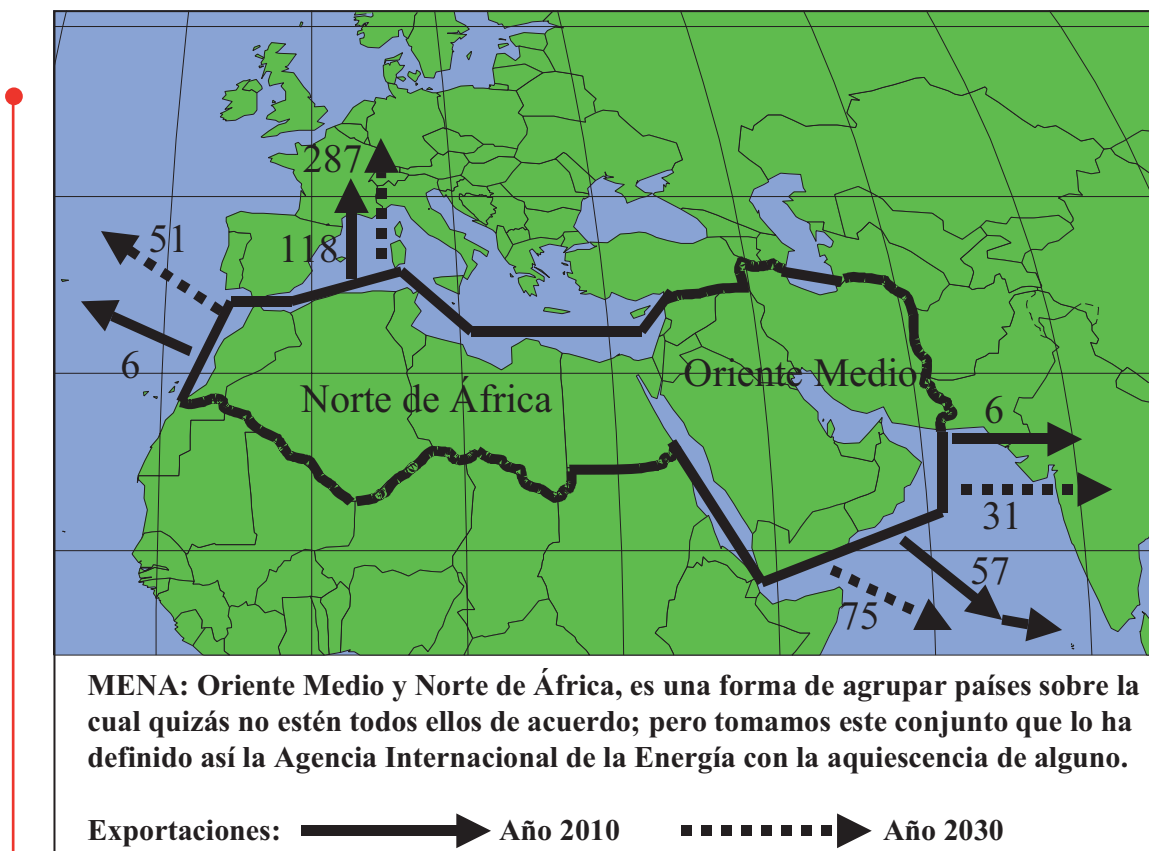
Si se mantienen y mejoran las actuales relaciones con ese entorno, es previsible que el mercado del petróleo, la demanda global del mismo, se pueda atender en buena parte desde este entorno geográfico, en particular si en poco tiempo se llega a una situación de paz en Irak, lo cual es más fácil de decir y desear, que de conseguir.

La cuestión del suministro de gas natural es más complicada. En la figura I – 7, se refleja la deseable evolución de las exportaciones de gas natural desde Oriente Medio y Norte de África, según un estudio de la Agencia Internacional de la Energía, para el periodo que va desde el año 2010, que ya se considera definido, hasta el año 2030, que vuelve a aparecer como el plazo de criticidad en el sistema energético.

Las cifras que se indican en ese mapa, que representan las exportaciones en bcm, en su conjunto se han de doblar como mínimo en veinte años. Para que ello sea factible será preciso invertir anualmente unos 50.000 millones de euros en creación de infraestructuras que faciliten la extracción y comercio de gas natural.

España está involucrada directamente en este esquema, en primer lugar con el gasoducto que conectaría Orán con Almería, cruzando unos 200 km de distancia por el fondo del Mediterráneo, y que debería estar en operación en el entorno del año 2010, a fin de atender el incremento de nuestras demandas de gas natural; pero además ha de participar en las inversiones necesarias para incrementar la extracción de gas.





**Figura I – 7.- Objetivos de incremento de exportaciones de gas natural desde Oriente Medio y Norte de África**

Esta cuestión de la inversión, en su globalidad, aparece como un factor crítico, tanto por disponibilidad de recursos, como por las reticencias que aparecen a la hora de colocar fondos en un área en conflicto. Parece imprescindible conseguir un entorno de paz lo antes posible.

Argelia recientemente ha tomado posiciones restrictivas en lo que respecta a los beneficios que pueden obtener las empresas extranjeras que explotan sus recursos. Es una medida en línea con lo que en América plantea el gobierno de Bolivia. No quitan posibilidades de desarrollo a las empresas foráneas, pero pretenden que los beneficios repercutan en mayor medida en su propio país y sus ciudadanos.

Otro aspecto a considerar es el destino de las exportaciones, sobre todo las que se esperan para el año 2030, que debieran ser en conjunto algo más de 400 millones de bcm; las previsiones de la figura citada presuponen que las dos terceras partes de ese gas se dirigirían a Europa, a primera vista parece una cifra muy elevada, sobre todo si se vuelve a las consideraciones hechas más arriba sobre las demandas de gas natural desde Estados Unidos.

Al ver estos números, se entiende la posición de Alemania de querer garantizarse un mínimo de gas desde Rusia, ante la incertidumbre global. No se entienden los retrasos en el desarrollo de acuerdos entre Francia y España para conseguir el gran gasoducto que conecte Argelia con Europa pasando por España y Francia. Es una cuestión de seguridad de abastecimiento energético, que nos vuelve a acercar a la necesidad de una política energética común, al menos en aspectos mínimos.

El Norte de África está en el conjunto de los países del Mundo Islámico, pero constituyen el Magreb, es decir en lengua árabe el Occidente. De siempre ha habido diferencias entre estos países y el resto del Islam, por tanto aunque aquí se ha considerado un todo uno ese conjunto de países, hay que entender que los acuerdos de futuro tienen dos áreas de realización.

Evidentemente Francia y España, también Italia, están más próximos a este entorno del Norte de África, respecto al cual se debe trabajar en diferentes aspectos de buena relación, no sólo en el abastecimiento energético.

### I.3.- ENERGÍA Y CONFLICTOS INTERNACIONALES

#### Guerras

Las reservas de hidrocarburos en el mundo están muy concentradas, no ocurre así con las de carbón. Esto hace que haya habido guerras por controlar el petróleo y el gas natural, mientras que no las ha habido por el acceso al carbón; sólo quizás los conflictos entre Francia y Alemania del siglo pasado tuvieron una cierta componente de las industrias del carbón y del acero.

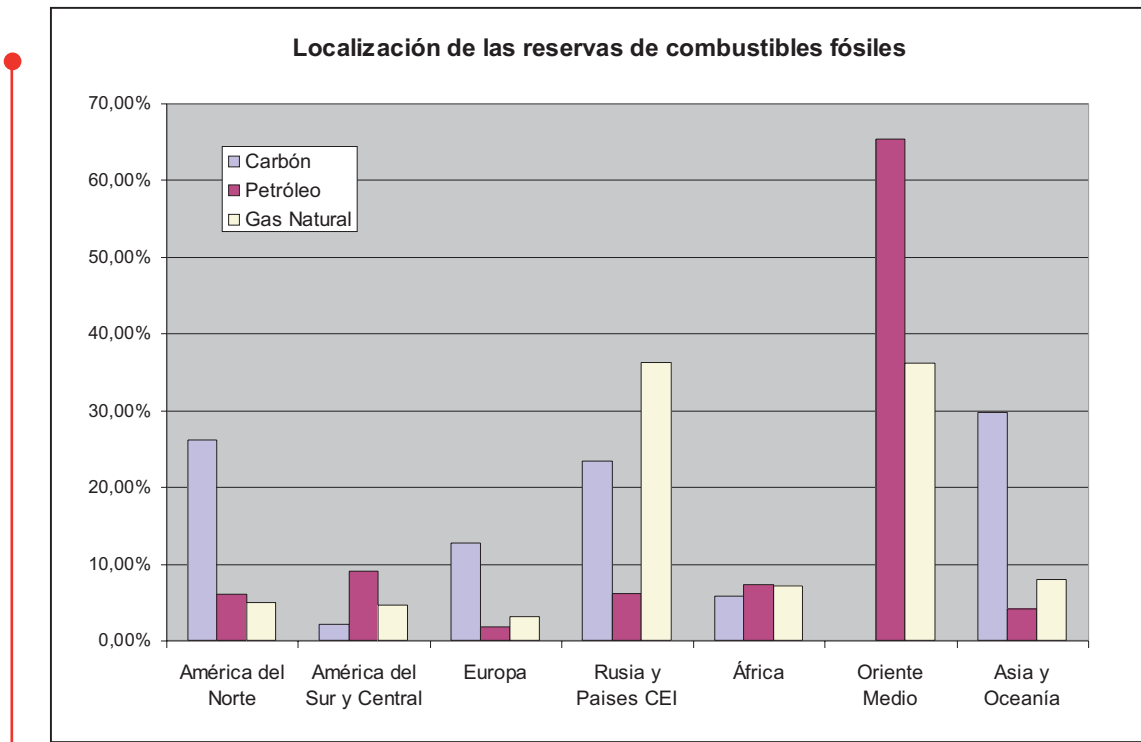


Figura I – 8.- Distribución de las reservas de combustibles fósiles en el

Las dos terceras partes de las reservas de petróleo, y un tercio de las de gas natural, se encuentran localizadas en Oriente Medio, tal como se ve en la figura I – 8. En Arabia Saudita, en Irán e Irak, y otros países más pequeños.

Esta región del mundo, fue ocupada por el Reino Unido al final de la Primera Guerra Mundial, desplazando a Turquía, allí se estableció para controlar el abastecimiento de petróleo, necesario primero sobre todo para atender a una nueva marina de guerra con barcos que cambiaban del carbón al fuelóleo o al gasóleo, luego para atender a la naciente industria del automóvil. De esa toma de posiciones geográficas y políticas derivaron situaciones que hoy seguimos viendo:

- Inicio del posicionamiento de los sionistas en Palestina, con planteamientos de conseguir un Estado de Israel en el territorio ocupado por los palestinos.

- Dibujo de un Estado de Irak, en los valles de los ríos Éufrates y Tigris, sin incluir a Kuwait en él, y dejando a los kurdos y a los chiitas sometidos a los sunitas, que eran población minoritaria en ese territorio.

Aunque el agua pasada ya no mueve molino, no dejamos de constatar que en ambos hechos reside una parte importante de las causas del conflicto con el mundo islámico y de la actual situación en esa parte de Oriente Medio. En la cual hay que citar un problema que nos puede afectar más de cerca, cual es la situación hoy del pueblo kurdo, y sus aspiraciones de independencia, que puede incidir en el futuro de Turquía y dar otro motivo de inestabilidad de la región y el Mediterráneo.

Luego se sucedieron a lo largo del siglo XX, momentos de conflicto que enfrentaron a Egipto, Siria e Irán con Francia, el Reino Unido y Estados Unidos, hasta el momento actual, en el cual podemos considerar que la ocupación de Irak, y las discrepancias con Irán, tienen una clara componente de interés por controlar el petróleo de la región.

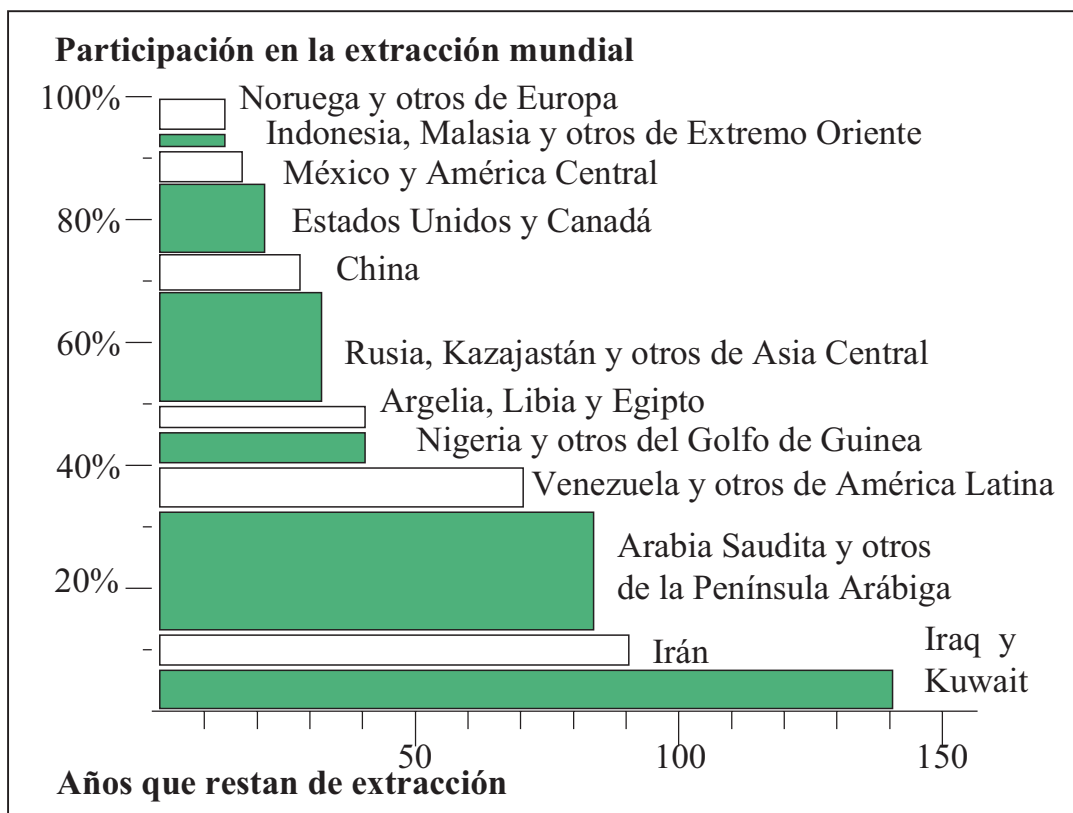


Figura I – 9.- Vida remanente en las cuencas de petróleo del mundo por países

Las reservas mundiales de petróleo suponen cuarenta años de vida al actual ritmo de consumo. El desglose de esto por países se recoge en la figura I – 9, que muestra cómo las de numerosos países presentan unas expectativas de vida de sus yacimientos cortas. Sólo los países de Oriente Medio y Venezuela tienen valores altos, y representan en la actualidad el 40% de la extracción mundial de petróleo.

El paso de recursos a reservas, en la medida que la exploración geológica avance, puede incrementar esa expectativa de vida total, desde los cuarenta años citados a valores mayores, pero se estima que no pasarán de 100 años, y además las mejores expectativas de encontrar yacimientos nuevos se localizan en Oriente Medio, la Cuenca del Amazonas y el Golfo de Guinea.

Pero además de Oriente Medio hemos de pensar en otras regiones ricas en hidrocarburos, en la figura se ve que Rusia controla una parte importante de las reservas de gas y de petróleo, un tercio de las totales de gas y algo menos de las de petróleo. Ya más arriba se ha reflexionado sobre este país como suministrador de gas y de petróleo, aquí se quiere indicar que en su estrategia para ello cuenta con que varios países sigan en su órbita, desde Chechenia a Kazajastán, lo que trae consigo situaciones de conflicto, sobre las cuales Europa y Estados Unidos se plantean pocos requisitos hacia Rusia de respeto a los derechos humanos y a las relaciones internacionales.

El Golfo de Guinea es una región en conflicto desde hace muchos años, en él pesan cada vez más las maniobras para debilitar las estructuras políticas de esos países, y el mayor control de los yacimientos petrolíferos desde fuera. Es una región en la que viven 200 millones de personas, y que puede empujar pronto a sus habitantes hacia fuera, como ocurre ya en Senegal y Mali.

América Latina es la cuarta región a considerar, tiene más petróleo que África y algo menos de gas. Las reservas se localizan mayoritariamente en Venezuela, aunque también en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Argentina. Sus recursos energéticos la pueden hacer autosuficiente, pero además necesita exportar, tener ingresos que le faciliten el crecimiento económico.

Estados Unidos es el principal comprador de petróleo en la región, sus discrepancias con el Gobierno de Venezuela, y otros, son notorias, desgraciadamente no sería extraño que se transformaran en situaciones de conflicto armado, sobre todo si se le cierran otras zonas de suministro a Estados Unidos, y algunos de los países discrepantes hicieran algún movimiento poco inteligente. Esta situación afectaría directamente a España, pero también a la Unión Europea.

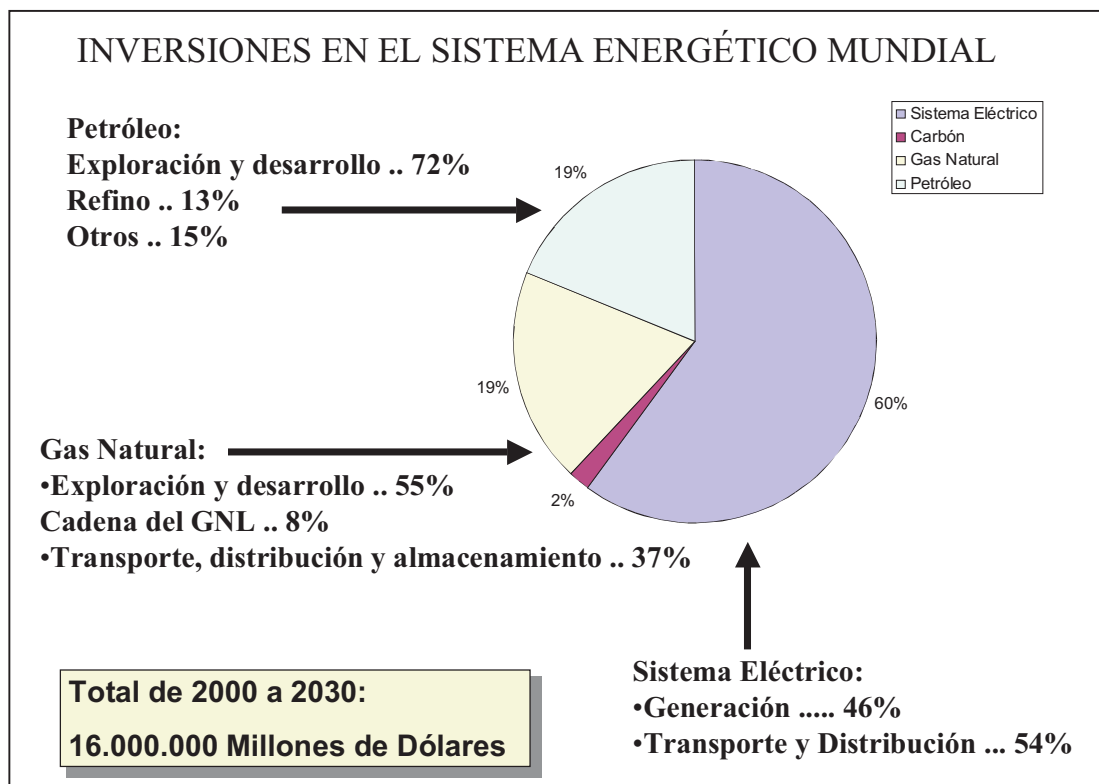
El tema de las guerras por los hidrocarburos da para escribir muchas páginas, aquí no se considera oportuno continuar con él, aunque sí sugerir al lector que revise obras especializadas, alguna de las cuales se citan en la bibliografía, dado que previsiblemente será un aspecto relevante de futuro.

El asunto no es baladí, desde diferentes fuentes de información se sugiere que ya está a la vista el denominado "pico de extracción de petróleo", es decir el momento en el cual se alcance el máximo histórico de obtención y después comience el descenso de extracción; es una figura clásica en la minería, el fenómeno ya se ha dado con diversas especies minerales en algunas regiones o países. Con el petróleo a escala global pudiera llegarse a ese pico en tres o cuatro décadas.

## Desigualdades sociales

El sistema energético es intensivo en inversiones, a nivel mundial requiere anualmente un 3% del Producto Global Bruto, lo cual es una cifra muy elevada, y sitúa a muchos países pobres ante problemas para desarrollar su abastecimiento, en particular lo que afecta al servicio eléctrico. De hecho una cuarta parte de la población mundial no tiene acceso a la electricidad.

El desglose de esas inversiones globales, en las tres primeras décadas de este siglo, se recoge en la figura I – 9, que nos muestra por un lado esa demanda económica para el sistema eléctrico, y unas cifras sensiblemente menores para las infraestructuras de transformación y abastecimiento de petróleo y gas natural. La extracción y transporte de carbón son poco relevantes.



**Figura I – 9.- Demanda de inversiones a nivel mundial en el sistema energético hasta el año 2030**

La situación mundial es de escasez relativa de fondos de inversión; con relación a ello, en un modelo energético liberalizado, donde quien decide son las empresas, con pocos condicionantes de los ciudadanos, casi sólo el de su poder de compra, es decir el de mercado, pudieran ocurrir tres hechos:

I. Dirección preferente de las inversiones hacia las infraestructuras de suministro de petróleo y gas natural, en especial para atender a los buenos demandantes, los que garantizan un continuado nivel de compra, incluso a precios altos.

II. Dedicación de fondos a la inversión que demanda el sistema eléctrico de los países ricos. Aunque premiando las tecnologías e instalaciones de baja inversión específica, en particular las plantas de ciclo combinado con gas natural.

III. Baja disponibilidad de capitales para atender las necesidades de los servicios de electricidad en los países menos desarrollados. Esto puede hacer que la población con falta de suministro eléctrico se incremente en vez de reducirse.

El punto primero se une al interés de las empresas extractoras de hidrocarburos, que encuentran un mercado con demanda creciente donde ampliar sus ventas y mejorar la actual situación de beneficios, que se han incrementado sensiblemente con los actuales precios altos de los hidrocarburos. No hay que olvidar que extraer petróleo en Oriente Medio tiene un coste por debajo de 5 \$/bbl, muy lejano del precio del mercado internacional de más de 60 \$/bbl

El segundo punto introduce un primer aspecto de preocupación, una parte de las empresas eléctricas, en particular las españolas, tienen ratios de endeudamiento elevados. Si el sistema eléctrico tuviera que derivar hacia la energía nuclear o hacia el uso del carbón, la demanda de inversiones para construir nuevas centrales sería elevada, más en el caso de la energía nuclear, lo que podría introducir algunos interrogantes.

Ambos puntos han sido comentados indirectamente por miembros destacados de la Comisión Europea, entre otros los Srs. Durão Barroso y Almunia, llamando la atención sobre la necesidad de asegurar las inversiones en el sistema energético europeo, el de los veinticinco países, incluyendo las a realizar en el exterior para asegurar el abastecimiento de gas natural.

Pero aquí no se quiere dejar de llamar la atención a las inversiones en países en vías de desarrollo que nos afectan de varias formas:

a) Bajas inversiones en infraestructuras energéticas para uso propio en África, con lo que ello implica de falta de medios de desarrollo en los países de este continente, incrementando el “efecto expulsión” de sus ciudadanos, que ya es muy elevado por motivos de todos conocidos.

b) Escasa atención a las necesidades de inversión en América Latina, donde en su día llegaron empresas españolas, quizás sin reflexionar que al comprar un servicio energético se compraba antes una obligación de invertir que un negocio, o al menos se ve así desde consideraciones sociales.

Ambos hechos, por diferentes motivaciones, afectarán directamente a España. Evidentemente no son objeto de análisis en este documento, pero desde las organizaciones sociales, y en particular desde nuestro caso sindical, no se puede dejar de llamar la atención sobre ello, tanto en lo que afecta a la situación de las personas en esos países potencialmente afectados, como en lo que se refiere a las empresas e instituciones financieras españolas.

## I.4.- EMPRESAS ENERGÉTICAS

### Economía. Estados y empresas en Europa

A la hora de mirar desde los puntos de vista de la economía o del medio ambiente, las cuestiones se ven de distinta forma, parafraseando el dicho “las cosas son del color del cristal con que se miran”. No se puede entrar en este informe en una discusión en profundidad, pero sí presentar la preocupación que algunos planteamientos introducen.

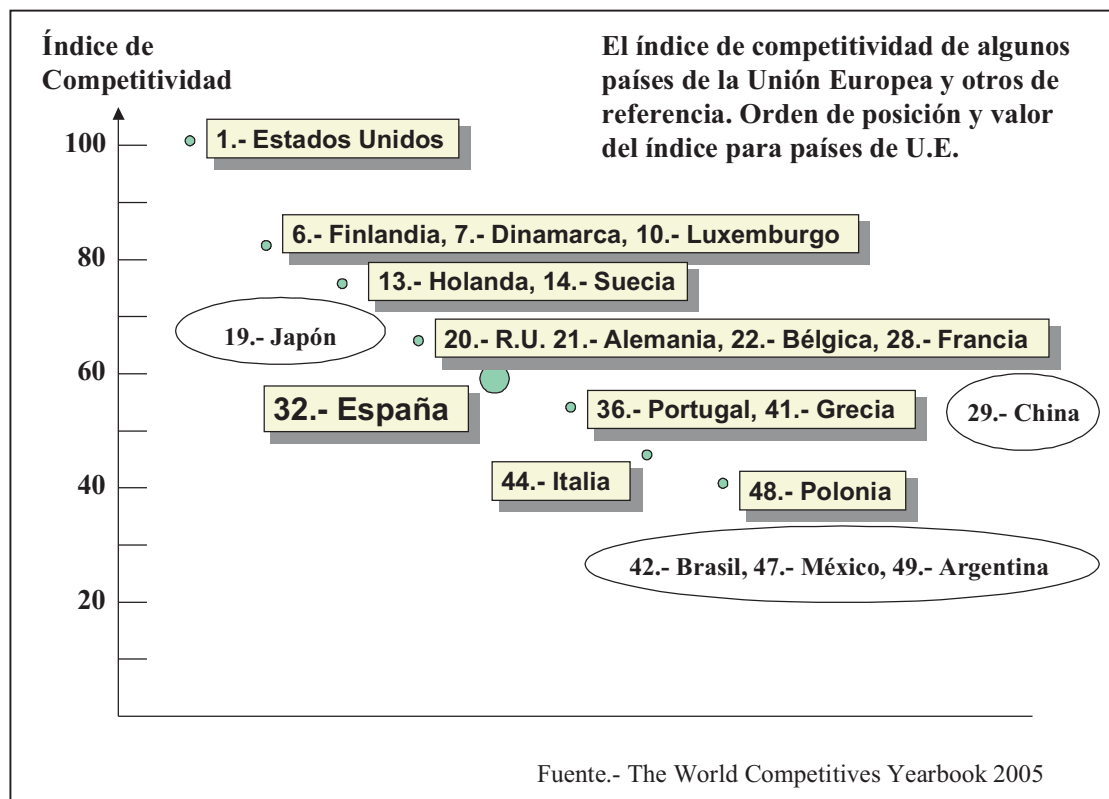


Figura I – 10.- Situación europea en el índice de competitividad

El actual presidente de la Unión Europea, Sr. Durão Barroso, al analizar la situación de la misma, hace una metáfora y dice que es una madre con tres hijos, dos que están bien, el medio ambiente y la atención social, y uno que está mal, que es la competitividad económica; por lo tanto que la madre debe dedicar sus esfuerzos a mejorar a este tercero.



Esto es una llamada clara al crecimiento económico, y eso supone también crecimiento en el consumo de energía, posiblemente en detrimento de lo que nos planteamos de lucha frente al cambio climático; salvo que se cuadrara el círculo de crecimiento económico sin aumento del consumo. Pero también incide previsiblemente en la liberalización económica, que a su vez incide directamente en el modelo energético.

La energía fue una cuestión de estado en Europa a lo largo de los siglos XIX y XX, sólo a finales de este segundo se ha planteado que el mercado resolvería todos los problemas del sistema energético:

- a) Daría respuesta a la demanda energética invirtiendo en nuevas instalaciones tanto de aprovisionamiento como de transformación energética.
- b) Fomentaría el desarrollo tecnológico para atender a las necesidades de uso de fuentes primarias de energía alternativas a los hidrocarburos.
- c) Solventaría los problemas ambientales, por ejemplo con mecanismos de compra y venta de derechos de emisiones de gases de efecto invernadero.

En la Unión Europea se buscaba un mercado único, con libre circulación de la oferta del servicio eléctrico y de capitales, eran los planteamientos de la Comisión. La posición de los diferentes países de la Unión al respecto ha sido heterogénea:

- El Reino Unido, que es una isla, y que tiene buenos recursos de hidrocarburos apostó por la opción liberalizadora. Curiosamente también lo ha hecho España, que es una isla energética, pero que es uno de los países con mayor dependencia exterior.
- Francia tiene la posición más contraria al tema de la liberalización. Mantiene empresas con alta participación pública, y defiende las opciones de desarrollo futuro que se plantean desde el Estado.

Aunque la idea de mercado único vista desde un punto de vista de liberalización sigue en pie, no sería de extrañar que si se quiere avanzar en la construcción de Europa, en un momento de aparición de previsibles factores de crisis energética y ambiental, se vuelva a considerar la cuestión de la regulación estatal o de la propia Unión Europea, si es que se avanza hacia ella.

Esos factores de crisis son de dos tipos: los ambientales, en gran medida el cambio climático, y los derivados de un mercado de hidrocarburos que avanza hacia una situación de oferta menor que la de potencial demanda. El actual modelo económico que rige en los países desarrollados reaccionará más fácilmente frente al segundo tipo de factores; en el caso europeo están agravados por ser ya un área fuertemente importadora de energía, tal como se ha visto anteriormente.

En relación a los tres problemas que se citan al principio de este apartado hay que señalar que en el mundo y la Unión Europea hay dudas, incertidumbres o incluso respuestas poco favorables:

a) La demanda de inversión energética es muy importante. En Europa no se han producido situaciones de falta de respuesta, incluso para aquellas que se han de hacer en el exterior para abastecimiento de fuentes de energía primaria, aunque de esto segundo no se está plenamente seguros. Sí que hay carencia de inversión para dar servicio energético a los ciudadanos de los países más pobres.

b) El desarrollo tecnológico sí parece que avanza lentamente. Las inversiones mundiales en I+D energético a principios de los años setenta se estiman en unos 10.000 millones de dólares anuales, la crisis de los precios del petróleo las elevaron a unos 20.000 millones de dólares anuales, y en la actualidad, con la liberalización, han vuelto a decaer. En el siguiente capítulo se reflexiona al respecto.

c) El crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero no se ha frenado, y aunque los responsables europeos de medio ambiente insisten en la necesidad de ello, los organismos energéticos dan cifras de consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> que se incrementarán sensiblemente en los próximos años, se pasará del nivel de 25.000 millones de t actuales a más de 35.000 millones en el año 2030.

Si se mira hacia los posicionamientos de los estados europeos hacia el mundo empresarial energético se observa un intento de control nacional, con discrepancias con la Comisión Europea, y una petición de mayores actividades en I+D. Quizás es necesario reflexionar sobre cómo son esas empresas.

### **Las empresas europeas**

En este contexto liberalizado, incluso de “adelgazamiento del estado”, que es una expresión acuñada por algunos políticos y seguida por otros muchos, las empresas pasan a controlar el mundo, lo cual es un motivo de preocupación para otros, entre otras cosas porque sus poderes no son elegidos democráticamente por los ciudadanos del mundo, ni incluso por los de los países desarrollados.

En la figura I – 11 se recogen las doce empresas mayores del mundo, clasificadas por volumen de ingresos en el año 2004. En primer lugar hay que señalar que sólo las tres primeras suman unos ingresos similares al producto interior bruto de España, y en conjunto no llegan a 2 millones de trabajadores.

Otro aspecto a señalar es que salvo la primera, que es una cadena comercial, con 1,7 millones de trabajadores, todas las demás son empresas relacionadas directa o indirectamente con la energía, y más directamente con el petróleo, su extracción o su utilización, empresas de automóviles. Hay una de bienes de equipo energéticos, General Electric.

Es otra muestra de que el mundo lo controla o lo condiciona la energía, quizás como a principios del siglo XX, cuando en España, año 1927, se funda CAMPSA, Compañía Arrendataria del Monopolio del Petróleo, para conseguir que el Estado tenga algo que decir frente a las empresas petroleras. Algo parecido se hizo en otros países europeos

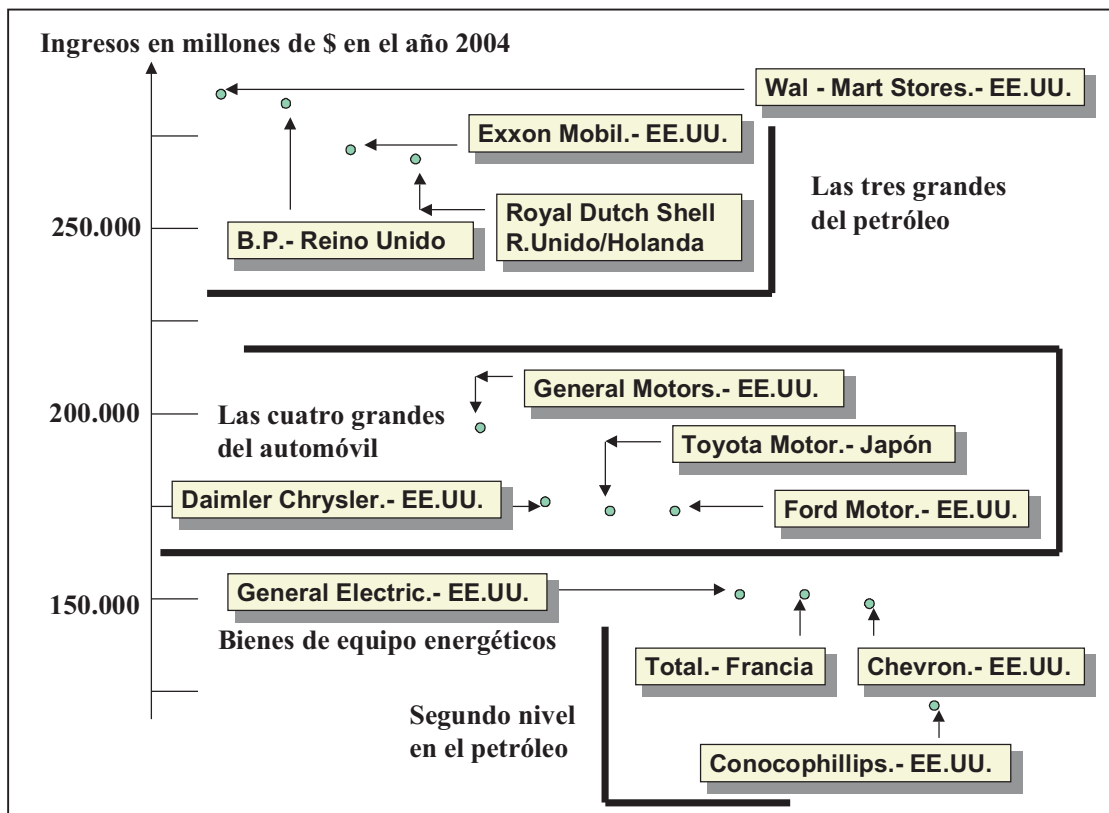


Figura I - 11.- Las doce empresas con mayores ingresos en el mundo

Entre estas empresas hay ocho cuya sede está en Estados Unidos, tres en países de la Unión Europea y una en Japón. Se pueden hacer reflexiones sobre quiénes gobiernan el mundo, países y empresas, pero también sobre quiénes están en muy segundo plano.

Hay que señalar que las empresas españolas aparecen muy lejos de la cabeza, entre las quinientas primeras por ingresos en ventas está REPSOL YPF, pero en el puesto número 97. La segunda es Telefónica en el puesto 114, le sigue el Banco Santander Central Hispano en el 155, ENDESA en el 256, el banco BBVA en el 268, la petrolera CEPSA en el 386, y finalmente la constructora ACS en el 435.

En este contexto de fusiones y compras más o menos amistosas u hostiles hay que reflexionar sobre los tamaños de las empresas y su situación económica. Un área donde pueden aparecer cuestiones en el futuro, sobre todo si sigue mostrándose complejo el mercado del petróleo, con precios altos y a la búsqueda de nuevos yacimientos fuera de las zonas complicadas políticamente, así por ejemplo se encuentran expectativas de aumentar la extracción en el Océano Ártico o en el Golfo del Caribe.

En la figura I – 12 se sitúan algunas empresas petroleras del mundo. Las seis de la parte superior del dibujo se pueden plantear absorber a algunas de las otras tres de abajo, como en su día REPSOL hizo con la argentina Yacimientos Petrolíferos Fiscales. No parece que sea fácil hacerlo con la noruega Statoil, que como dijimos antes defiende y controla el gobierno de este país europeo.

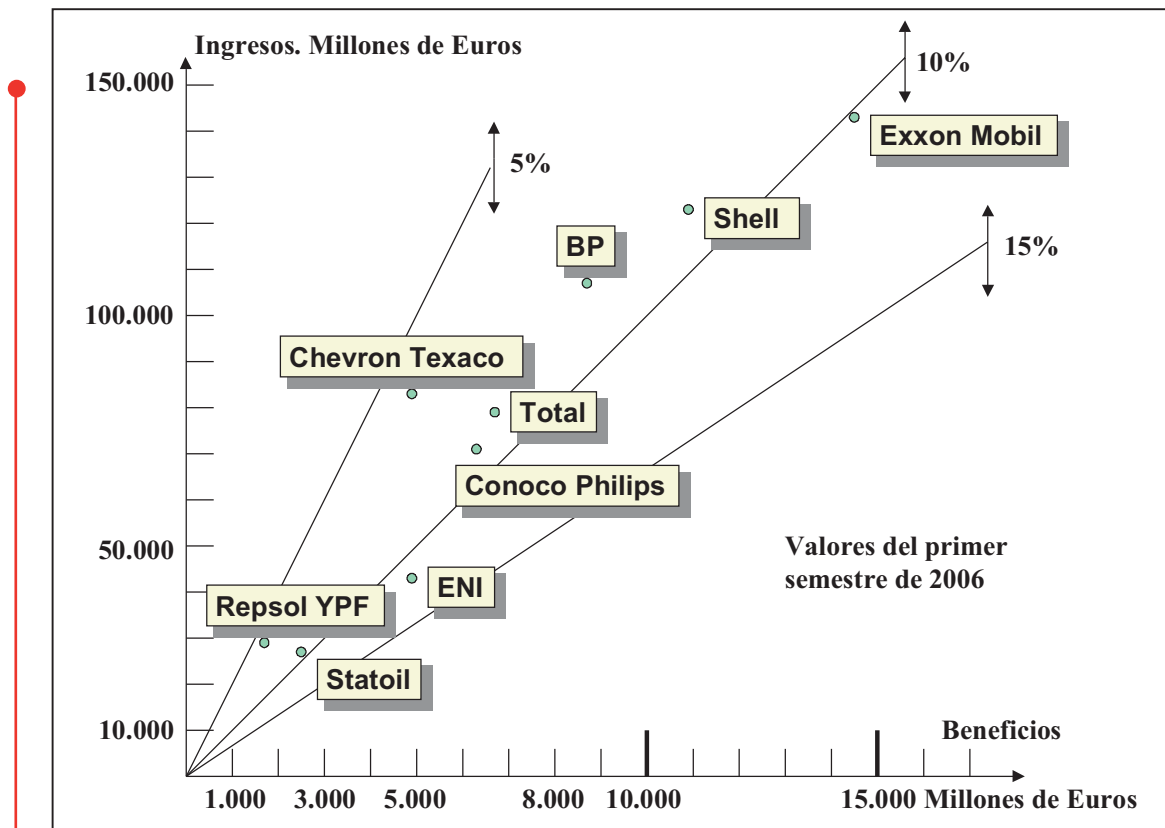


Figura I – 12.- Parámetros de algunas empresas petrolíferas

Incluso empresas petroleras de América Latina están por delante de ese puesto 97 de REPSOL YPF de la lista arriba citada, como por ejemplo la mexicana PEMEX en el 51, que desde luego tiene planteamientos muy distintos a los que en su día tenía YPF.

En el sector eléctrico en la Unión Europea hay empresas grandes, aunque no todas coticen en bolsa, es el caso de Electricité de France, que ocupa el puesto 64 de la lista antes citada. En ella las alemanas E.ON y RWE se sitúan en los puestos 69 y 78 respectivamente, muy por encima de la primera eléctrica española, ENDESA, en el 256.

Parece lógico pensar en el diálogo con ellas a la hora de establecer un mapa europeo, si es que se va hacia una línea de integración en los planteamientos eléctricos europeos. Lo mismo ha de ocurrir en el caso de las de gas natural, sobre todo pensando que necesitamos incrementar nuestra interconexión con Europa a través de Francia. Todo ello sin olvidar el papel de Rhurgas, filial de la citada E.ON.

En el otoño de 2006, Francia está tratando de llegar a un acuerdo para unir dos empresas del sector gas, Gaz de France y Suez. Es un tema a seguir en la medida que parece que el gobierno francés conservará la llamada “acción de oro”, es decir mantiene una posición de presencia estatal, de todo el Estado Francés.

### Empresas españolas

Somos de los pequeños de Europa en el ámbito empresarial, aunque algunas de las empresas españolas vayan adquiriendo activos por el mundo, y a pesar de que como país representamos casi la décima parte de la población europea. Sin entrar en más disquisiciones sí se ha de sugerir que se vean números y seamos conscientes de los que somos, no vaya a ser que algún día tengamos que recordar aquel grafítí: “Ya no seremos lo que nunca fuimos”.

En el área del petróleo hubo en su día una iniciativa pública amplia, de la cual es heredera la actual REPSOL YPF, antes Empresa Nacional del Petróleo, EMPETROL, que atiende una gran parte del sistema de suministro de derivados, a partir de sus propias refinerías distribuidas por el conjunto del Estado, y de sus actividades de exploración y extracción en el exterior.

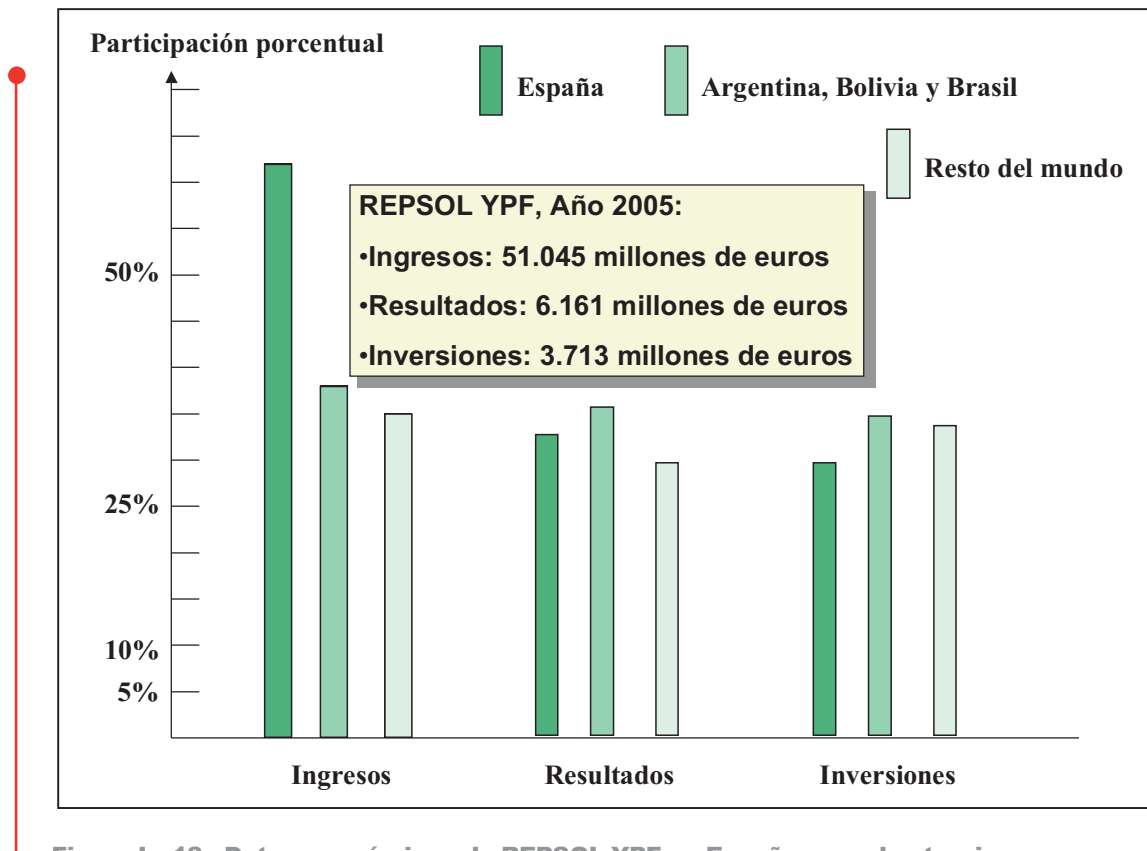


Figura I – 13.- Datos económicos de REPSOL YPF en España y en el extranjero

Ya es una empresa, que aunque pequeña en el ámbito mundial, tiene unos ingresos importantes en el exterior, pero sobre todo allí es donde consigue sus mayores beneficios, en concreto en América del Sur: Argentina, Bolivia y Brasil; en este sentido preocupan sus discrepancias con el gobierno de Bolivia.

Se está especializando en suministrar hidrocarburos a Estados Unidos, extiende sus acuerdos al respecto hacia la salida al Océano Ártico de Rusia, campo de Yamal, aparte de sus actividades en Argelia y las citadas de América Latina.

Las empresas petroleras con origen en otros países europeos ya están presentes en España. BP cuenta con una refinería, y Total participa en buena medida en el capital de CEPSA, que ha sido siempre una clásica en nuestro sistema de refinación y distribución de carburantes.

El sistema eléctrico español se encuentra desde el año 1997 en una situación de incertidumbres, coincidente con la consolidación de la extensión del proceso de liberalización. Aunque se pueda hacer un análisis amplio, hay que recordar por ejemplo el intento de fusión entre IBERDROLA y ENDESA, que buscaba consolidar su presencia en el mercado mediterráneo y en el centro de España, frenada por el Gobierno en su día.

#### **ALGUNAS FECHAS Y DATOS DEL SECTOR ELÉCTRICO ESPAÑOL:**

**•1947.- Se crea la Empresa Nacional de Electricidad S.A. a fin de que suministrara, a partir de generación con carbón, la electricidad que las privadas no eran capaces de aportar. Esta empresa crece produciendo carbón y electricidad, se le niega la participación en la generación de origen nuclear a mediados de los setenta, ya que esta área se reserva para las empresas privadas. Así se clausura el proyecto de la central nuclear de Escatrón.**

**•1985.- Quiebra de la empresa Fuerzas Eléctricas de Cataluña, en parte por las fuertes inversiones en el sector nuclear. El gobierno de España y el sector eléctrico demandan la ayuda de ENDESA para salvar esa crisis. La antigua Empresa Nacional de Electricidad aporta 600.000 millones de pesetas e incorpora a FECSA y su participación en el área nuclear.**

**Esos fondos provienen básicamente de los excedentes generados en la minería de carbón y centrales de: As Pontes, Galicia, Compostilla, Castilla Y León, y Andorra - Teruel, Aragón.**

**•1997.- Se avanza en la liberalización del sector eléctrico y se privatiza lo que quedaba de capital público en ENDESA. Empiezan las "OPAS"**

Ahora se vive una situación confusa, que parte de un planteamiento que es mejor no analizar en este informe, pero que da la impresión de no haber reflexionado en la historia del sector eléctrico, al menos como la pueden percibir los españoles de diferentes Comunidades Autónomas, y sobre la cual se han recuperado algunas fechas y datos en el cuadro que se acompaña a este párrafo.

Sería deseable que España tuviera una empresa eléctrica fuerte en todo su territorio, aunque quizás, tal y como han derivado las cosas la salida vaya por intentar una solución de integración europea, sabiendo que nos hemos de conectar en gas y electricidad a través de Francia, aunque el fuerte hoy parezca que es Alemania.

En la segunda mitad de la década de los ochenta, en aquella visión integradora del territorio español y sus infraestructuras, se creó la empresa Red Eléctrica de España, REE, que ha sido modelo para otros países en la estructuración de su sistema de regulación y transporte de electricidad.

En una idea parecida surge la empresa ENAGAS, aunque el proceso evolutivo empresarial es muy diferente, como responsable de las infraestructuras de llegada y transporte de gas natural. De este sistema se ha de hablar con más detalle en el capítulo cuarto, donde se encuadra la empresa Gas Natural, que aunque de tamaño medio tiene especial relevancia en el aprovisionamiento y distribución de gas natural, junto con su reciente incorporación a la generación de electricidad.

## I.5.- EL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

### Planteamiento básico

En los años ochenta del pasado siglo aparecieron informaciones que ya daban ideas claras de que nuestro incremento de emisiones de gases de efecto invernadero, que se traduce en una mayor concentración de estos gases en la alta atmósfera, da lugar a un fenómeno de calentamiento global.

Dos gases: CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, son los principales causantes de este fenómeno, y sobre ellos hay que hacer unas reflexiones:

- **Dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>.**- Contribuye a la mitad del fenómeno que interrelaciona gases de efecto invernadero y cambio climático. Proviene mayoritariamente del uso de combustibles fósiles, las emisiones específicas por unidad de energía consumida son mayores en el uso del carbón, luego le siguen las de la utilización del petróleo y las correspondientes al gas natural son las menores de las tres.

Las alternativas energéticas para hacer frente al crecimiento de emisiones de CO<sub>2</sub> son: utilizar la energía de forma más eficiente, introducir medidas de ahorro, sustituir carbón y también petróleo primero por gas natural, y progresivamente por energías renovables. Con un punto de reflexión sobre si es conveniente o no extender la energía nuclear, en relación a esto cada vez se está más de acuerdo en que la proliferación nuclear es un gran peligro, y que no se debe extender indiscriminadamente en el mundo.

- **Metano, CH<sub>4</sub>.**- Contribuye en una cuarta parte al fenómeno de cambio climático, pero este compuesto tiene una vida en la atmósfera mucho más larga que el CO<sub>2</sub>, por ello incrementa progresivamente su participación en la valoración global del problema. Proviene de diferentes fuentes: descomposición de materia orgánica en zonas húmedas del planeta, bosques y campos de arroz por ejemplo, descomposición de residuos orgánicos en vertederos, defecaciones de los animales, principalmente del ganado vacuno, pérdidas en la extracción y transporte de gas natural, evacuación de gases de minas de carbón, etc.

Parece muy difícil el control de las emisiones de ambos tipos de gases, a lo que hay que añadir un hecho potencialmente muy problemático, cual es la posible reducción de fijación de CO<sub>2</sub> en la propia Tierra, en crecimiento de vegetación, pero también en los océanos, cuya interfase agua – tierra es un entorno de crecimiento de organismos que fijan CO<sub>2</sub> como carbonato cálcico y en otras formas, y que está muy degradada para que hoy pueda cumplir su función de ser intensiva en desarrollo de vida.



## Propuestas formales

La preocupación por la evolución del cambio climático ha llevado a que desde diversos ámbitos se hagan propuestas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. La más conocida es el Compromiso de Kioto, que trataba de que:

- Los países desarrollados reducirían en dos décadas, de 1990 a 2010, sus emisiones de gases de efecto invernadero un 5,2%.
- El mundo en general abriría una línea de camino hacia formas más eficientes en el uso de la energía, incluyendo el desarrollo de las energías renovables.

Sobre el tema de Compromiso de Kioto se ha escrito mucho, es un tema conocido, tanto en lo que respecta a los países que se han adherido al mismo, como la escasa repercusión en los cambios energéticos en los países menos desarrollados, o en las críticas de unos a otros, incluidos los internos en España, por su incumplimiento.

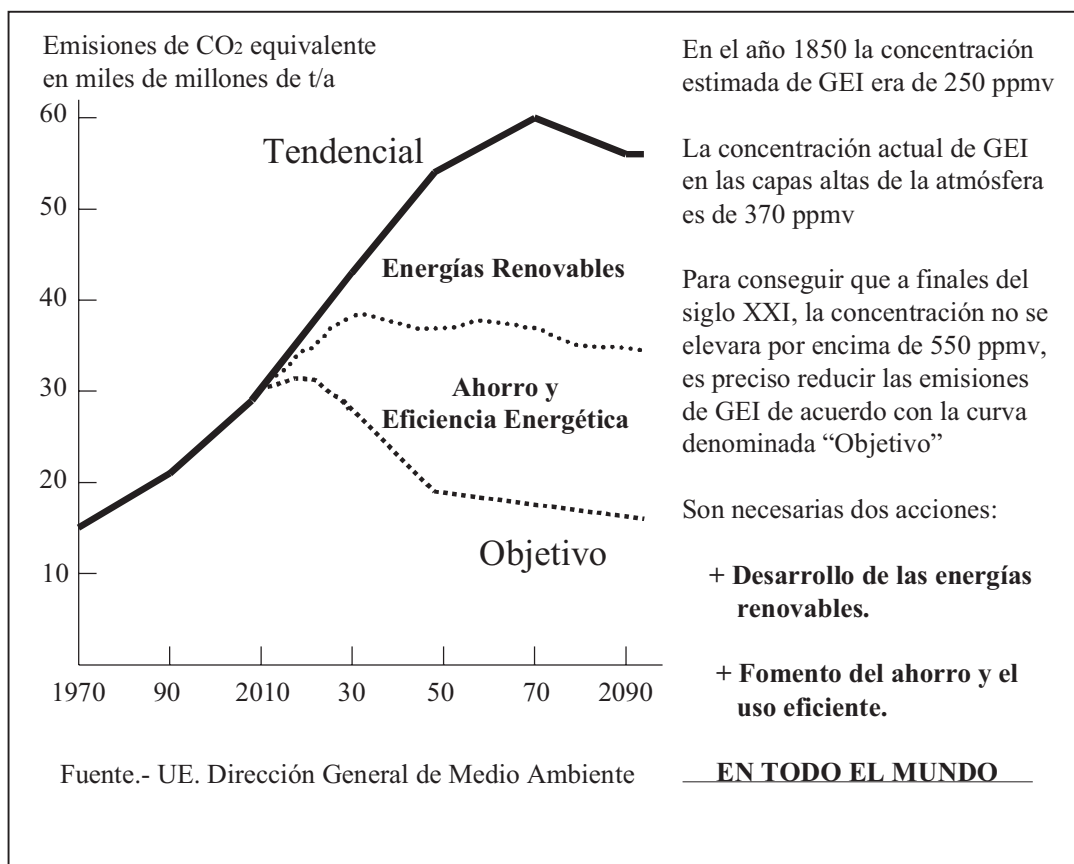


Figura I – 14.- Estimación de la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Soluciones

Por ello en este informe se hace una reflexión sobre cuáles debieran ser los objetivos para actuar frenando el cambio climático y sus efectos. Figura I – 14.

La curva tendencial de emisiones de gases de efecto invernadero nos lleva a pensar que hacia el año 2070 se pueden alcanzar unas emisiones globales del orden de 60.000 millones de t/a de CO<sub>2</sub> equivalente; esto supondría una evolución climática difícil de predecir en los modelos, pero que se presupone dramática.

Hoy se asume que en la evolución de la concentración de CO<sub>2</sub> en las capas altas de la atmósfera se ha pasado de 250 ppmv a mediados del siglo XIX a 370 ppmv en la actualidad, y que avanzamos a situarnos como mínimo en unos 500 ppmv a finales de siglo. Esto supondría un incremento medio de la temperatura en la Tierra de unos 2°C a finales de este siglo.

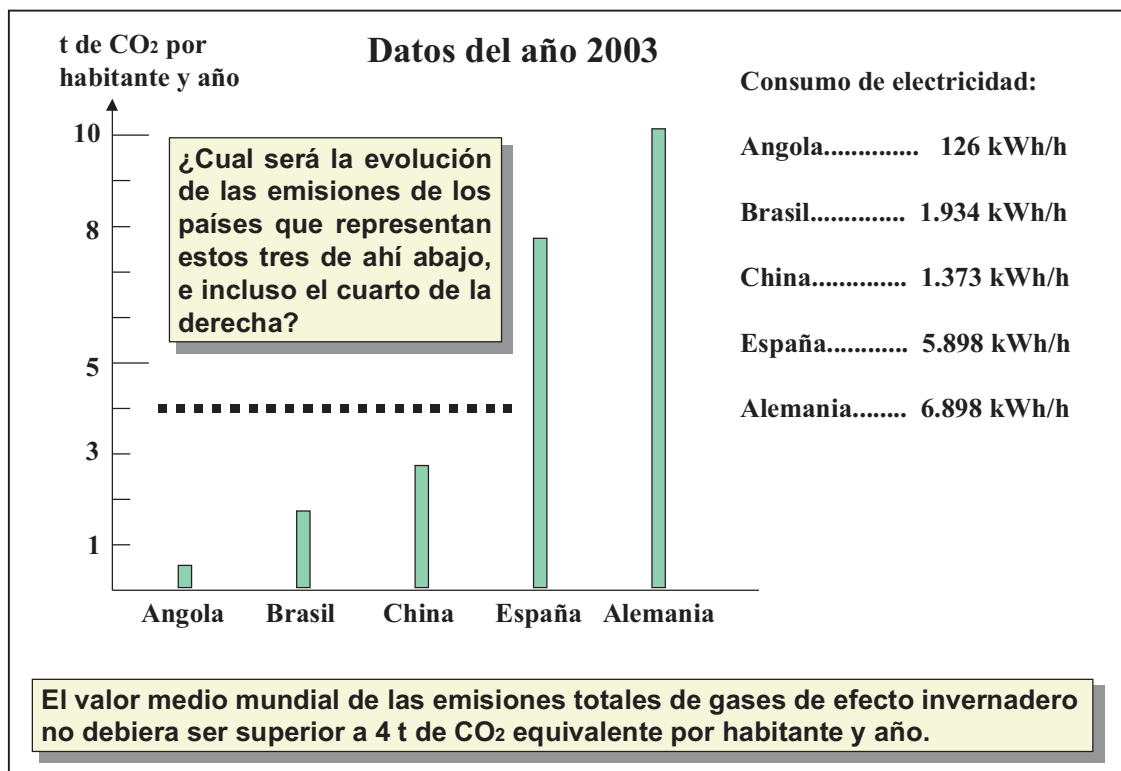


Figura I – 15.- Emisiones per cápita en algunos países del mundo

Pero para que esto sea así, que no olvidemos ya significa un cambio significativo en el clima, es preciso que las emisiones se mantengan por debajo de las actuales en buena parte del siglo, siguiendo la línea que se marca como objetivo en la figura I – 14. Esto significa un cambio drástico en el modelo energético mundial, como sugiere la figura, en el que aparece un fuerte ahorro energético y una significativa penetración de las energías renovables en todo el mundo, no sólo en los países desarrollados.

Pero se ha de reflexionar sobre cuál es la actual situación del mundo, un grupo muy grande de países, aquellos donde viven unos 5.000 millones de personas, tienen bajos consumos de energía, que se unen a situaciones de subdesarrollo, lo que significa que han de consumir más energía para atender sus necesidades, y hoy por hoy la energía más fácil de obtener es la que proviene de los combustibles fósiles.

Esto nos lleva a pensar que va a ser muy difícil que avancemos de forma significativa en reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero, que son las que provocan el cambio climático, en esto sí que estamos globalizados. El ahorro y uso eficiente de la energía, más el desarrollo de las energías renovables que se propone como solución en la figura I – 14, ha de ser para todo el mundo, y esto implica fuertes ayudas económicas al llamado Tercer Mundo, para que tengan energía eficiente y limpia.

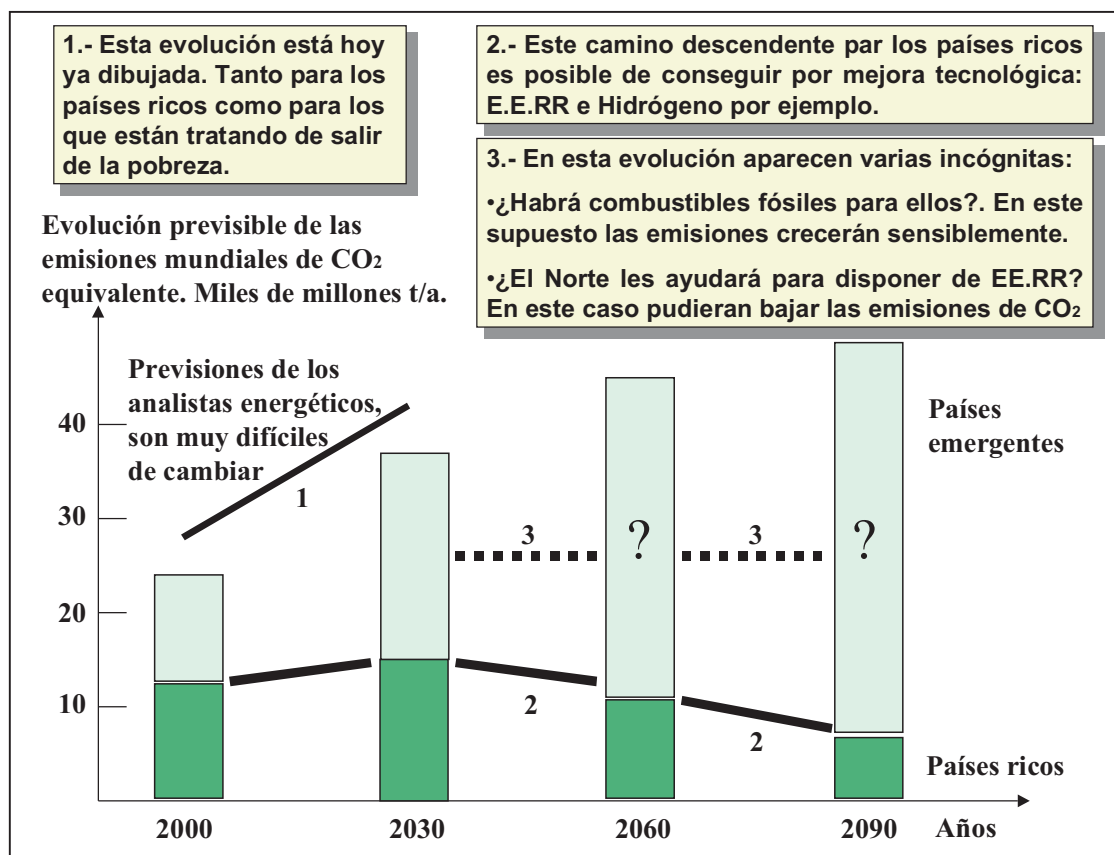


Figura I – 16.- Consideraciones sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente

En la figura I – 16 se esquematiza esa gran duda, que pasará con los países pobres, mientras que los desarrollados, una sexta parte de la Humanidad podríamos reducir nuestras emisiones significativamente a partir del año 2030, en los menos afortunados aparecen interrogantes:

- **Desarrollo sin ayuda.-** Consumirán fundamentalmente combustibles fósiles, petróleo en la medida en que esté disponible, algunos países accederán al gas natural; y a medio plazo crecerá su demanda de carbón, quizás en algunos casos se instalen centrales nucleares.
- **Desarrollo con ayuda.-** Dependiendo del nivel de esta entrarán con mayor o menor presencia las energías renovables para generación de electricidad y posteriormente para obtener hidrógeno. Pero para que esto sea factible hay que pensar en aportaciones

económicas importantes, es decir mucho más que la actual “ayuda al desarrollo”, que nos debería llevar a reflexionar ya sobre la necesidad de introducir impuestos energéticos para ayudar la Tercer Mundo.

## Una reflexión social

Desde una organización sindical, y además teniendo en cuenta cuál es la situación del mundo, es preciso incidir en consideraciones sociales con potencial conexión con las variaciones climáticas. Las personas emigran buscando situaciones de vida más favorables, ya las condiciones en África son dramáticas, la situación está así por diversas razones económicas y políticas; pero todo ello se agravará previsiblemente con el incremento en los desastres naturales que nos traerá la evolución climática.

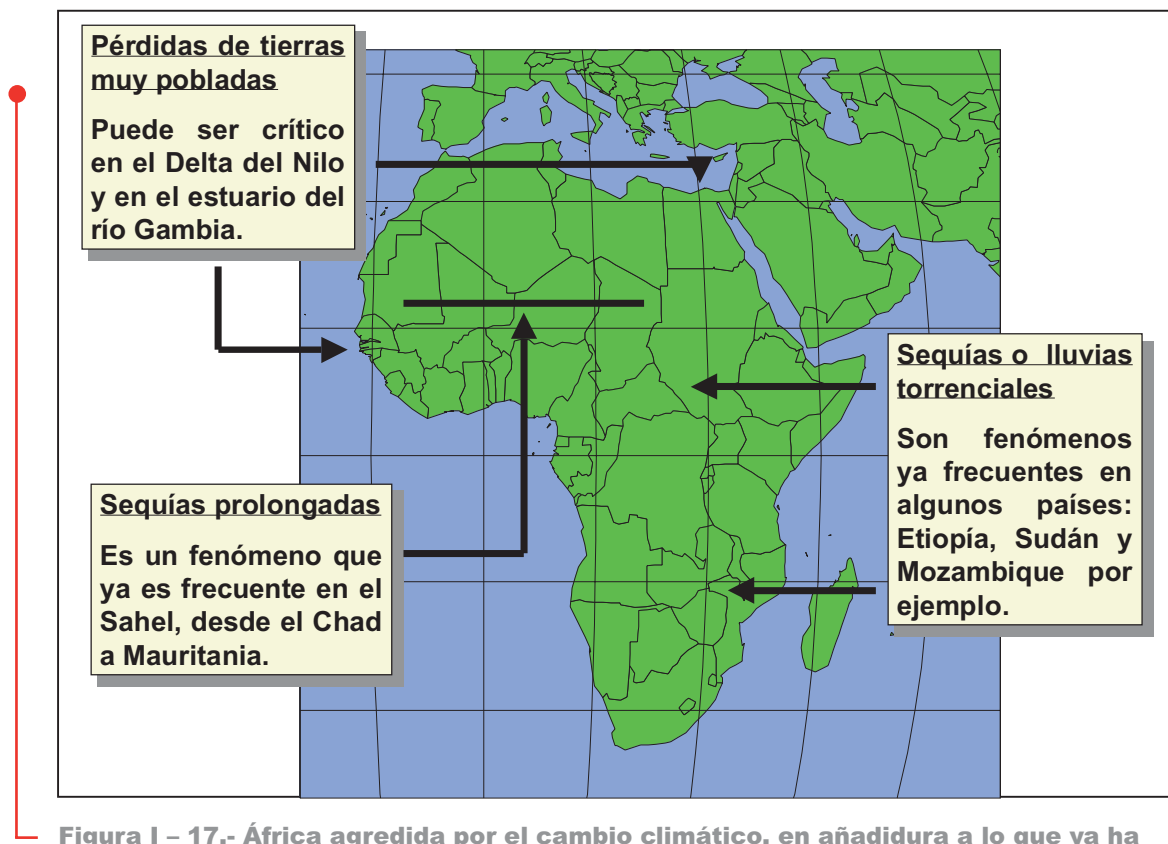


Figura I – 17.- África agredida por el cambio climático, en añadidura a lo que ya ha soportado.

Como se sugiere en la figura I – 17, África presenta nuevos potenciales problemas que se relacionarían con la evolución del clima. Como todos los continentes, ha tenido un desplazamiento de la población hacia la costa, y esta sufrirá los incrementos del nivel del mar, pero habrá más zonas del interior con sequías o lluvias torrenciales, como las recientes de Etiopía, o las de hace unos años de Mozambique.

Reflexionando sobre la situación de actual inmigración en cayucos, hay que recordar que provienen de un área geográfica en la cual viven unos veinticinco millones de personas, donde hay la previsión de pérdidas de áreas habitables en la desembocadura del río Gambia, lo cual incrementaría el efecto expulsión.

Pero adicionalmente hay que pensar en espacios más al sur, en concreto en el Golfo de Guinea, desde Nigeria a Angola, donde viven doscientos millones de personas, y de donde los europeos obtenemos una parte de los hidrocarburos que consumimos. La situación social es muy mala, por todos conocida; por tanto, no sería de extrañar que la ola de salida de personas sea a medio plazo mucho mayor que la que hoy vemos.

Europa ha de pensar en dar respuestas a África, no es desde luego un problema sólo español, ni mucho menos; en realidad es de todos aquellos que hemos tenido relación con ese continente, desde el mundo islámico a Estados Unidos. Todos los que participamos en la actual lujuria energética debiéramos pensar en impuestos para ayudar a África. Se han citado esos impuestos unas páginas antes, ahora se vuelve a ellos.

En el mundo hay otras áreas que potencialmente pueden ser afectadas por el cambio climático, desde luego los países del Caribe y América Central, donde los huracanes ya son una tragedia muchos años. También Asia Meridional, donde los monzones son la regla anual para cultivos y otras labores, pero que si incrementan su intensidad pueden traer consecuencias dramáticas, por ejemplo en Bangladesh.

### **Algunas cuestiones españolas**

El Compromiso de Kioto en su aplicación española permite que las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente se incrementen en un 15% desde las del año de referencia, 1990, hasta el año 2010, o el promedio de ellas de 2008 a 2012. La realidad es que ya en el año 2005 ese incremento es de más de un 50%, y las expectativas de mejora no son buenas; el objetivo oficial es llevarlas a sólo un aumento del 37% en el año 2010.

El objeto de este documento es ver cómo pueden evolucionar los escenarios energéticos en España y su relación con las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético. Pero también es conveniente reflejar cuales son las potenciales incidencias del cambio climático, que como se ha sugerido anteriormente no va a ser frenado, al menos de manera drástica. Progresivamente aparecen más documentos que nos preparan para aceptar y defendernos de esas incidencias.

Un aumento de la temperatura media puede significar que guardemos menos nieves en las montañas, lo que distorsiona nuestro sistema hidrológico. Pero además incrementa la evaporación de agua en embalses, lo que es una mala señal para el almacenamiento de agua, aparte de que haga poco práctico plantearse nuevos trasvases, como ya en su día expuso documentalmente el compañero de UGT ya fallecido Francisco Ayala Carcedo.

La evolución del nivel del mar preocupa a los más conscientes del problema del cambio climático, pues además las costas se están ocupando con viviendas e infraestructuras

diversas y esto dificulta el mantenimiento de las playas; ya se destinan cifras importantes para regeneración de estas, por ejemplo en Málaga el presupuesto es de siete millones de euros.

#### **HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN CLIMÁTICA EN ESPAÑA A FINAL DE SIGLO**

##### **Aumento de la temperatura**

- **Invierno:** En la mitad noroeste unos 2°C, en la sureste unos 4°C
- **Verano:** En el interior de la Península unos 6°C, en la costa 4°C

##### **Ciclo del agua**

- **Previsible aumento de la evaporación en los mares y en tierra**
- **Quizás lluvias más irregulares. Pérdidas de agua en los pantanos**
- **Previsible incidencia negativa en la agricultura. A estudiar más**

##### **Alteración de costas**

- **Subida del nivel del mar:** En el Mediterráneo 20 cm, el Cantábrico y Atlántico 35 cm; Golfo de Cádiz 10 cm
- **Pérdida de arena en las playas, agravada por la construcción en el litoral y el menor aporte de sólidos por los ríos.**

Elaboración propia con datos tomados de "El País 10 de septiembre de 2006" y de:  
"Impactos en la costa española por el efecto del cambio climático". - U. de Cantabria

No hay que olvidar que la economía española se está basando en buena medida en el turismo y las actividades complementarias en las costas, en especial la construcción de segundas viviendas. Y aunque el problema se ve crítico para la segunda mitad del siglo actual, es preciso ya plantearse soluciones preventivas y correctoras.

## I.6.- ASIMETRÍAS ENERGÉTICAS EN EUROPA

Los países que constituyen la Unión Europea son muy distintos entre sí por geografía y geología, y han tenido una historia y evolución industrial condicionadas por situaciones muy diferentes. Esto hace que en sus esquemas energéticos, cuando se entra en el análisis en profundidad, aparecen diferencias importantes, que se pueden ver más claramente en lo que al objeto de este estudio interesa en tres conceptos:

a) **Dependencia en el suministro energético.**- Esa media europea, del 50% de la energía primaria que viene de terceros países, presenta diferencias significativas cuando se hace el análisis país por país. Figura I – 18.

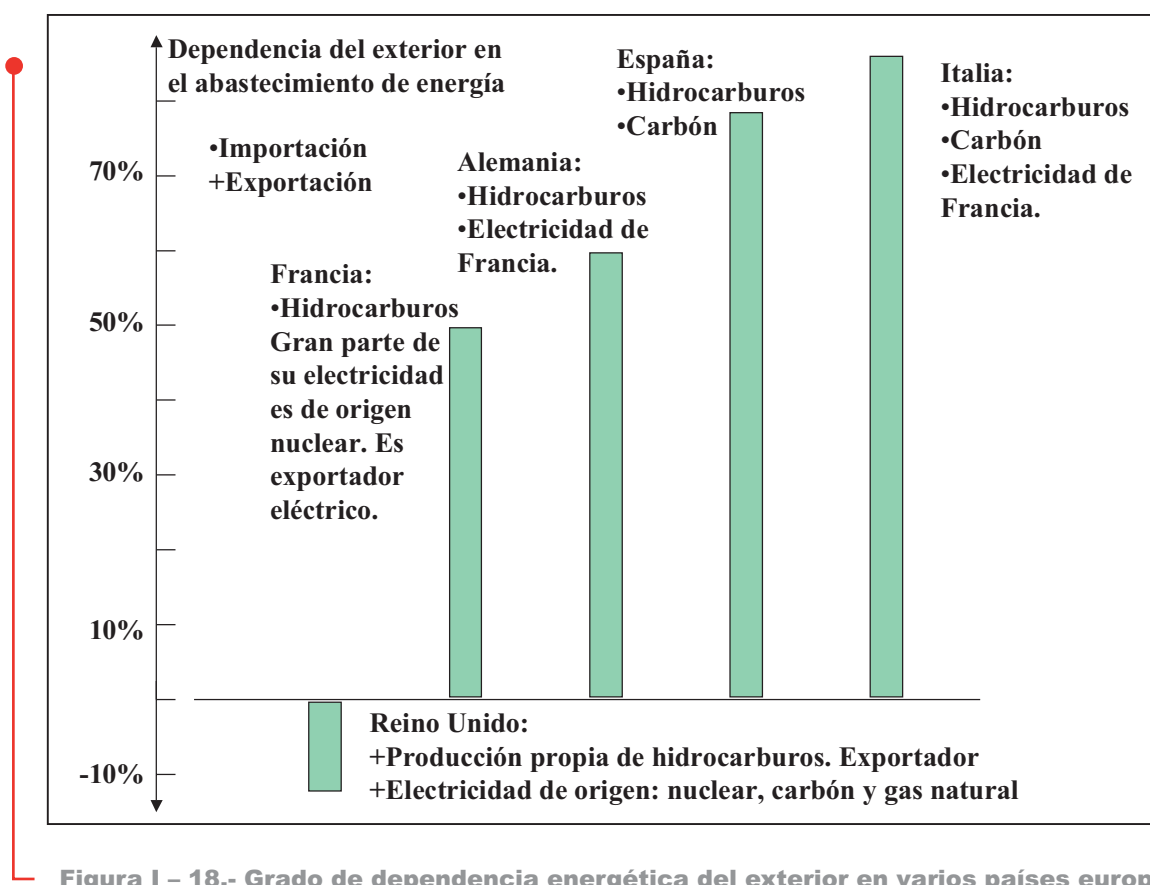


Figura I – 18.- Grado de dependencia energética del exterior en varios países europeos

Italia y España dentro de los países mayores son los que presentan una dependencia más acusada, por encima del 80% en ambos casos. Por el contrario quizás son los que viven de una manera más tranquila la actual situación energética, en nuestro caso al menos no parece que se haya conseguido transmitir a la sociedad una preocupación clara al respecto, que por ejemplo incite al ahorro y uso eficiente.

En el otro extremo de la figura aparece el Reino Unido, que se autoabastece en energía, e incluso exporta. La puesta en operación de los pozos de extracción de petróleo y gas natural en el Mar del Norte rompió la clásica visión británica de mantenimiento de la minería del carbón como fuente segura e imprescindible de suministro energético.

La decisión de cierre progresivo de la minería del carbón, por esa disponibilidad propia de hidrocarburos, se unió a un movimiento ultra liberal en economía, que ha tenido sus consecuencias sociales, mostradas por diferentes películas, algunas muy buenas. La liberalización del sistema eléctrico le llevó a la construcción de centrales de gas de ciclo combinado, que es la opción de menor inversión específica.

En la actualidad desde el Reino Unido se muestra una preocupación oficial por el futuro energético, ellos conocen mejor que nadie cuáles son las expectativas de recuperación de gas natural y petróleo en el Mar del Norte, quizás confirmen la hipótesis de los menos cercanos a esa realidad de que su vida útil puede ser de tres décadas más, y que por lo tanto hay que caminar hacia esquemas seguros de suministro otra vez.

**b) Esquema de generación eléctrica.-** El suministro eléctrico se desarrolló, en los diferentes países, a lo largo de la primera mitad del siglo XX con empresas medianas o de pequeño tamaño, en muchos casos sin una interconexión eléctrica organizada del propio territorio; esto último se observa todavía en España si se recorre su territorio y se observa la estructura de las líneas eléctricas de transporte.

Después de la Segunda Guerra Mundial los Estados intervinieron para estructurar el sistema y garantizar el suministro a todos los ciudadanos, aparecieron así empresas públicas que convivieron con otras privadas, pero en general en marcos regulados, que en casos como el español proponían una planificación energética de nuevas instalaciones, y garantizaban la recuperación de las inversiones realizadas; esto hizo que a efectos empresariales no fuera gravoso invertir en instalaciones caras pero con alta seguridad de suministro.

Francia se planteó la búsqueda de una fuente no dependiente de los combustibles fósiles, ella no disponía de petróleo o gas, y su carbón no presentaba muy buenas condiciones para pensar en una minería amplia a largo plazo. Disponía de un buen sistema hidráulico, pero se veía insuficiente para atender el crecimiento de la demanda.

En los años cincuenta hubo un intento de conseguir un desarrollo de la energía eólica en este país, como complemento a la hidráulica, pero la tecnología no estaba madura. Se optó poco después por la solución nuclear, tomando una sola tecnología de generación para esta energía de los Estados Unidos, para sobre la base de ello desarrollar una potente industria nuclear ya con tecnología francesa.

El resultado ha sido una capacidad de exportación industrial muy alta, compite claramente con Estados Unidos, y Alemania ha trasladado a Francia su centro industrial en energía nuclear. Además aparece así una vocación hacia el mantenimiento de la energía nuclear como fuente segura de suministro eléctrico, hoy genera casi la mitad de toda la electricidad de origen nuclear en Europa.

Alemania y otros países apostaron por el carbón como primera fuente de suministro eléctrico, el Reino Unido durante muchos años lo tuvo como primer origen de generación, y España hoy lo sigue manteniendo en ese lugar. Alemania supone hoy la tercera parte de la electricidad producida con carbón en la Unión Europea a 25.



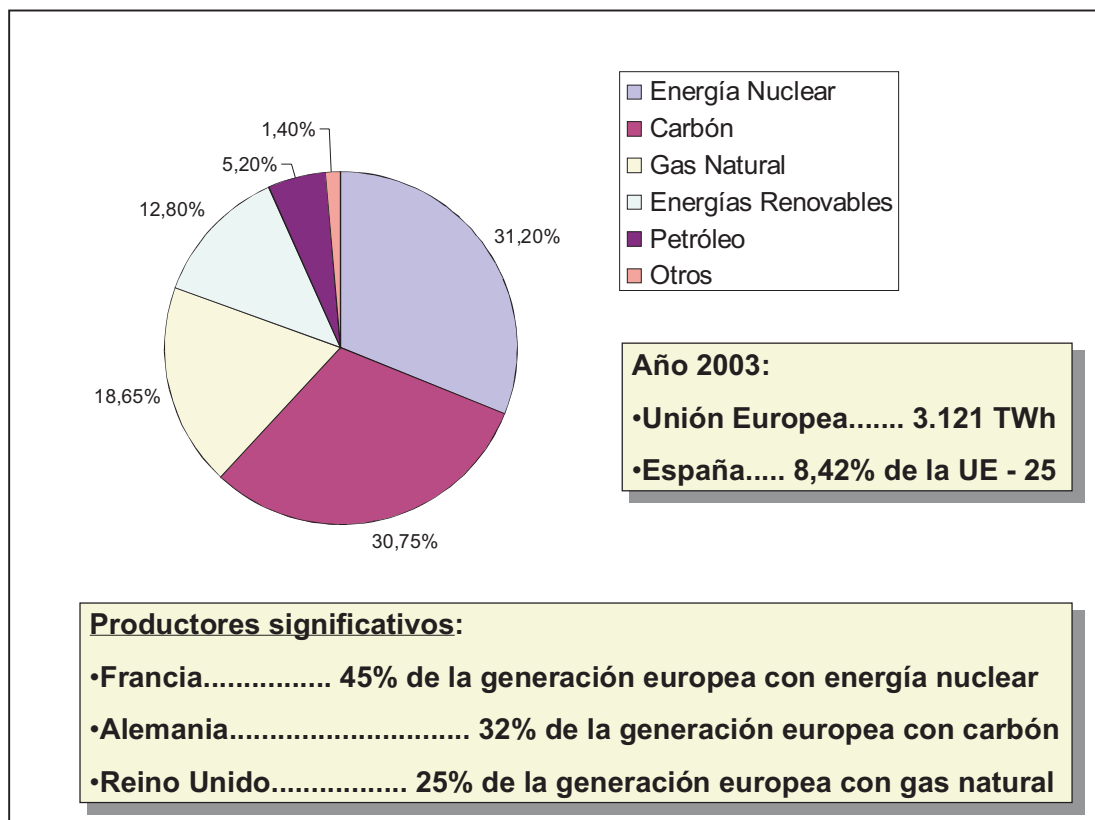


Figura I – 19.- Generación de electricidad en la Unión Europea

El gas natural aparece como fuente de generación de electricidad en la década de los noventa. Antes, en la Unión Europea había una norma que no permitía la construcción de centrales de potencia con este combustible, por considerarlo escaso y limpio, esto último lo debería dirigir hacia los usos domésticos y otros donde hubiera una importante concentración de trabajadores.

El Reino Unido fue el líder en la construcción de este tipo de centrales, su inversión es de unos 600 euros por kW instalado, frente a los 1.500 de las centrales de carbón y los más de 2.000 euros por kW de las centrales nucleares. Hoy este país supone una cuarta parte de la generación de electricidad en Europa con este combustible.

La revisión de la figura I – 19, nos muestra que la energía nuclear y el carbón son las dos fuentes mayoritarias de generación en Europa. Esto nos debería llevar a un debate claro sobre el futuro de ambas, pues no es conveniente que se hagan propuestas al respecto sin ese posicionamiento social y con números de soluciones alternativas.

c) **Desarrollo de las energías renovables.**- Han avanzado poco en general, la media europea está en el 6%, pero ello gracias a la hidráulica en todas sus acepciones, que supone las dos terceras partes del conjunto de las renovables, figura I – 20. Sólo cuatro países, con una pequeña participación en la población europea superan el 12% de participación de las energías renovables en su abastecimiento de energía primaria.

Los grandes países tienen una muy baja participación en su abastecimiento de energía primaria con renovables, en particular Alemania y el Reino Unido que están bastante por debajo de la media europea.

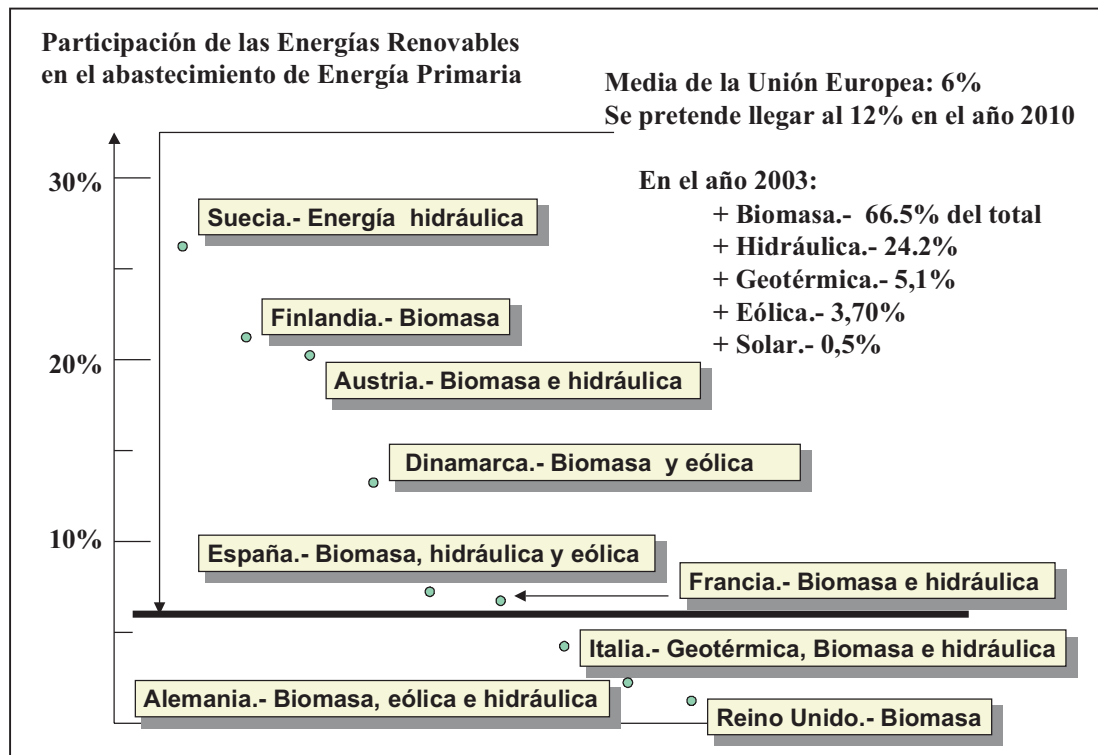


Figura I - 20.- Las energías renovables en varios países de la Unión Europea

Hay que señalar que la energía hidráulica ya no puede crecer de forma significativa, y que la biomasa tiene techos en función de nuestra superficie disponible, aunque debiera sobrepasar el actual valor de la hidráulica en energía primaria. Si se quiere avanzar de forma significativa habría que hacerlo en tres líneas:

-Biocarburantes, pero tratando de que las materias primas fueran de origen europeo, el comercio internacional de ellas tiene un bajo sentido ambiental.

-Eólica en grandes dimensiones, en tierra y offshore, con implicaciones a resolver en la regulación de la red eléctrica.

-Solar para funciones de calentamiento en primer lugar, agua caliente sanitaria y de uso industrial. También electricidad de origen solar.

Estos tres puntos nos muestran varios aspectos de asimetría europea, a la vez que se plantean objetivos comunes y deseos de hacer frente a situaciones que se intuyen críticas. Parece que es el momento de empezar a trabajar firmes y claros por caminar hacia una política energética común, que evidentemente tendrá que tener en cuenta las particularidades de cada país.

## **I.7.- PENÍNSULA IBÉRICA. UNA ISLA ENERGÉTICA**

### **Consideraciones generales**

Ya se ha indicado que somos, junto con Portugal, una “isla energética” respecto a Europa, los Pirineos son una barrera en la que aparecen rasgos físicos, ambientales y de falta de entendimiento con Francia. Esto seguirá siendo así un cierto tiempo, aunque dada nuestra dependencia energética exterior sería deseable una mayor interconexión.

El sistema eléctrico, que es el que demanda una mayor inversión, nos puede ilustrar sobre nuestra evolución. Se inició con las aportaciones de las burguesías regionales, en particular la vasca, aunque algo también la gallega y de otras zonas, que instalaron pequeñas centrales de generación y líneas regionales de transporte y distribución.

Fue significativa la capacidad de los inversores vascos, captando además otros aportes económicos, para llegar a evolucionar hacia una empresa, IBERDUERO, que desarrolló el sistema eléctrico del valle del Duero para atender las demandas eléctricas de la industrialización del norte de la Península.

Las inversiones foráneas se localizaron en Cataluña, recuérdese a la “Canadiense” y a la Barcelona Traction, y en Canarias, todavía queda el nombre UNELCO de la Union Electric Company, británica.

Sólo hasta la segunda mitad del siglo XX no se tuvo un desarrollo del sistema eléctrico de forma integrada, se produjeron fusiones de pequeñas empresas, y se contó con el apoyo estatal. Fueron la energía hidráulica y el carbón la base de la generación, que luego se diversificó de manera más amplia a partir de los años sesenta de ese siglo.

Ese aislamiento fue importante en el abastecimiento de productos petrolíferos, al menos hasta los años sesenta. El carbón fue la base del sistema de combustibles e incluso permitió la obtención de fertilizantes a partir de él: Puertollano, As Pontes, Avilés y Bilbao. Se llegó a obtener gasolinas de las pizarras bituminosas de Puertollano.

A pesar de ese aislamiento no se hicieron especiales esfuerzos para conseguir una colaboración con Portugal en materia energética, hoy todavía se ve cómo se retrasa el desarrollo del Mercado Ibérico de la Electricidad, MIBEL.

Tenemos una historia que nos ha mostrado muchos problemas, y que nos impulsa a entender que la Unión Europea debe ser un conjunto, y en él, la energía ha de tener un papel relevante de integración.

## Demanda de energía primaria

Otra consideración sobre nuestro sistema energético es que la demanda ha crecido significativamente en la última década, pero sigue basándose de forma prioritaria en el petróleo. Caminamos ya a que pronto se demanden en total 150 millones de tep.

En el inicio de la crisis de los años setenta de la pasada década, se dependía en un 70% de éste, sonaron la voces de alarma, se volvió a considerar al carbón como fuente segura de suministro energético, y se impulsó la construcción de centrales nucleares, a la vez que se intentaba fomentar el ahorro y uso eficiente de la energía, con las actuaciones del Centro de Estudios de la Energía, luego transformado en IDAE.

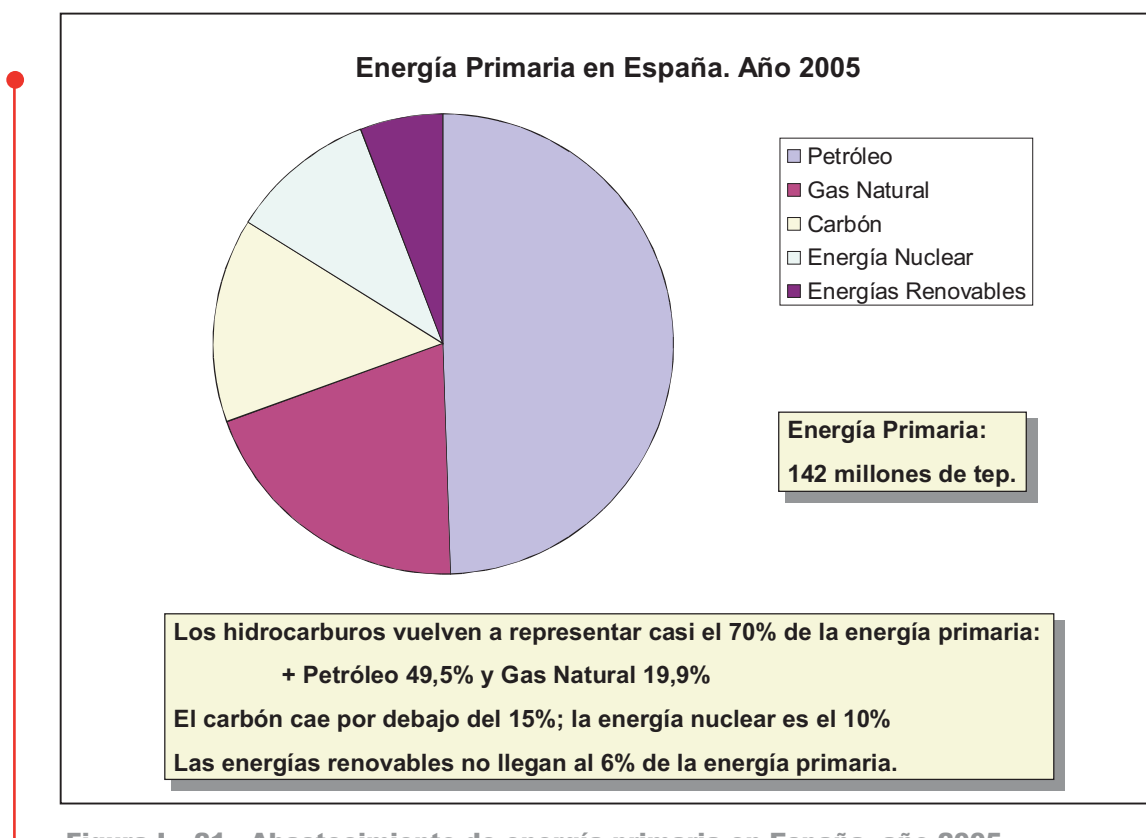


Figura I - 21.- Abastecimiento de energía primaria en España, año 2005

El petróleo tiene una mayor participación en el suministro de energía primaria en España que en el resto de la Unión. Pero hay que señalar que la suma de los dos hidrocarburos, petróleo y gas natural, ya se sitúa en un 70%, es decir, volvemos a situarnos en un nivel elevado, cuando por otro lado vuelven a estar presentes las pautas de inseguridad energética de los años setenta.

En España hay nueve refinerías de petróleo que han ido evolucionando para adaptarse a la demanda de derivados en el país. No obstante es preciso señalar que hay un déficit importante de gasóleo para automoción, es preciso importar unos 12 millones de t/a, fundamentalmente para automoción, pero también para calefacción.

## Generación de electricidad

La demanda de electricidad ha crecido a un ritmo muy alto en la última década, aunque ya aparecen signos de contención en algunas Comunidades Autónomas, tal como se verá en el capítulo IV. Hay que señalar que desde el sistema de generación español se atiende una décima parte de la demanda de electricidad de Portugal; mientras que la cantidad que llega de Francia es poco significativa.

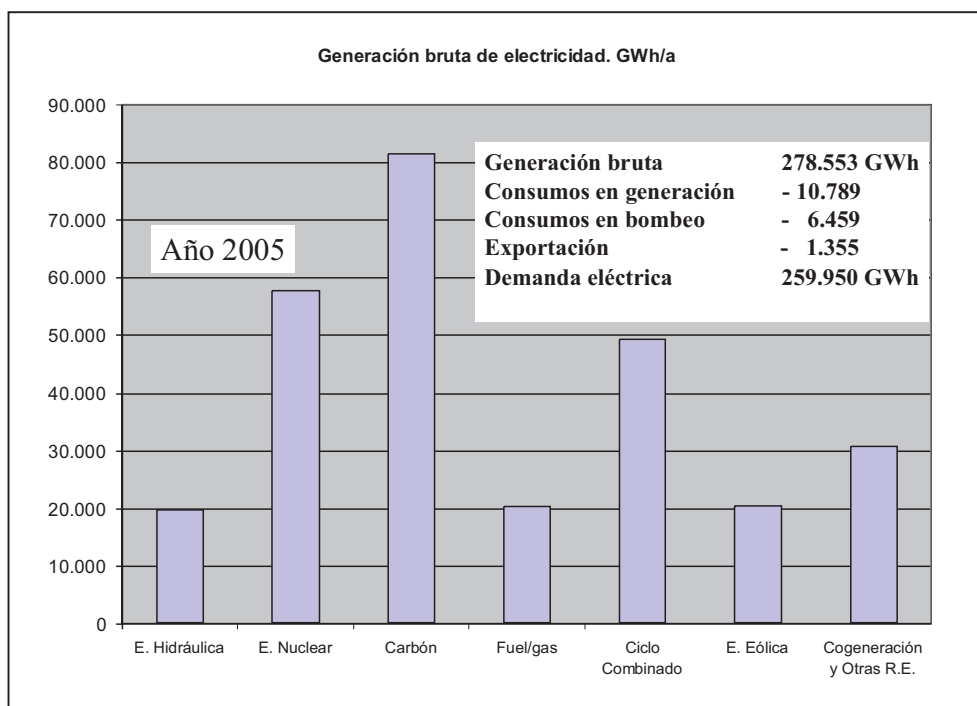


Figura I – 22.- Desglose de la generación de electricidad en España al año 2005

Somos un país donde el peso de la generación con carbón es importante como hay otros, entre ellos de forma significativa Alemania, tal como se indicó anteriormente. Sigue siendo nuestra fuente segura de suministro, de hecho en el año 2005 creció un 1,5% su producción, mientras que la de origen nuclear descendió en un 9%, en razón de la indisponibilidad de algunos grupos generadores.

La suma de la generación con carbón y nuclear supone una participación en el conjunto de la producción española similar a la media europea. La participación del gas en nuevas plantas de ciclo combinado, y en pequeñas instalaciones de cogeneración en la industria, es ya significativa, y sigue creciendo, con expectativas importantes como se verá en el ya citado capítulo IV.

Hay que llamar la atención sobre el crecimiento de la generación con energía eólica. Somos el segundo país europeo por potencia instalada, ésta ha alcanzado un buen nivel de penetración en la red, aunque ha de seguir creciendo, venciendo obstáculos técnicos y económicos. Este será uno de los puntos de análisis en los próximos capítulos, pues es una de las pocas formas de contención de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El sistema eléctrico español desarrolló en su día una buena capacidad y tecnología de bombeo, en particular en los Pirineos y en la cuenca del río Sil. Sirvió en buena medida cuando las primeras instalaciones de generación térmica, junto con las nucleares, daban poca respuesta a la necesidad de regulación; las térmicas de carbón han resuelto este problema y hoy ellas también participan en la regulación.

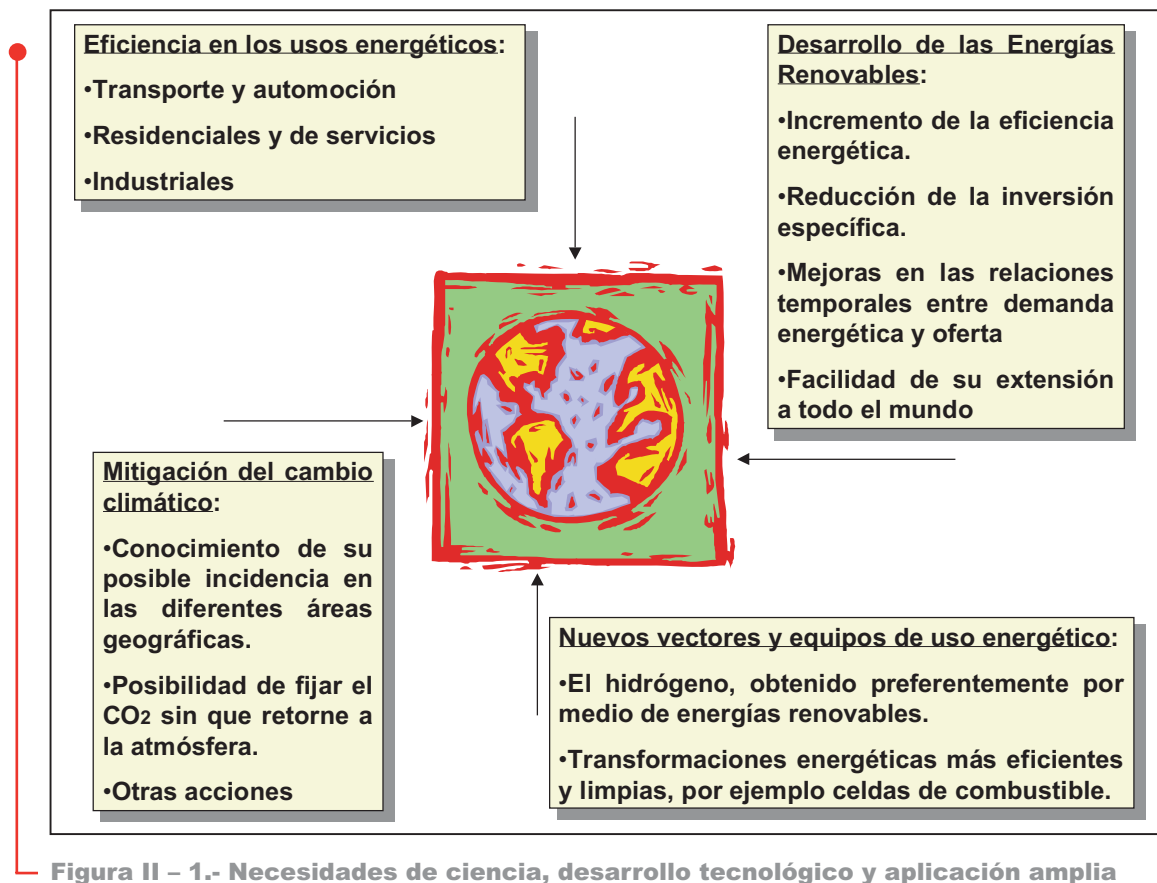
# 2

## Evolución Tecnológica en el Sistema Energético



## II.1.- DEMANDAS TECNOLÓGICAS

En este esquema de crisis energética nos interesa reflexionar sobre la evolución de la tecnología en varias líneas de aproximación hacia los cambios que se pueden dar a medio plazo. En lo que respecta directamente a este informe, sobre los posibles escenarios energéticos hasta el año 2030, aparece el interrogante de cuales son los desarrollos tecnológicos que demanda la actual situación, y en que plazo estarán disponibles para su utilización comercial.



El cambio climático es quizás el eje alrededor del cual deberían girar los diferentes planteamientos tecnológicos, desde los de eficiencia energética a los de nuevas fuentes de aprovisionamiento, sin olvidar la necesidad que tenemos de reducir la dependencia de los hidrocarburos para quitar tensiones en los mercados correspondientes y evitar conflictos internacionales.

Pero el hecho de que ya aparezcan en los medios de comunicación informaciones científicas sobre las posibilidades de “enfriar la Tierra”, por ejemplo “El País 13 de septiembre de 2006”, apunta hacia una preocupación sobre el tema, y a esa realidad ya citada de que se asume un cierto grado de calentamiento global, pero que hay que frenar su aumento incontrolado.

En este capítulo se va a reflexionar en las áreas de conocimiento y actuación que se sugieren en la figura II – 1, que se ligan en gran medida en prevenir la acción del cambio climático, y en caminar hacia la sostenibilidad. Se busca uso eficiente de la energía como uno de los primeros aspectos en los que incidir, así mismo tecnologías que nos hagan menos dependientes de los hidrocarburos, es decir energías renovables, con nuevos vectores energéticos o aplicaciones de los mismos, y por último aquellas opciones que permitan reducir las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero. Se trata en la segunda parte del capítulo.

No se va a analizar la evolución de la tecnología en energía nuclear, de acuerdo a lo que se indicó en la presentación, se entiende que es una alternativa sobre la cual deben pronunciarse los ciudadanos, que está disponible aunque puede presentar mejoras futuras en sus diseños, pero que esas mejoras no cambian las reflexiones y evaluaciones sobre los escenarios energéticos de aquí al 2030, que son el objeto de este informe.

De otro lado de esta reflexión nos aparece el interrogante de que papel debe jugar España en esa evolución tecnológica, que acciones de I+D+i debemos abordar, por nuestras capacidades científicas y tecnológicas, por el potencial desarrollo industrial y consiguiente creación de empleo; y cuales de esas opciones tecnológicas nos afectan directamente en la evolución de nuestros escenarios energéticos.



## **II.2.- LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN**

### **Aspectos normativos**

En todo el mundo se incrementa progresivamente el porcentaje de población que vive en zonas urbanas. Actualmente se estima que en los países desarrollados más del 75% de la población se encuentra en zonas urbanas. Cada vez se construye un mayor número de viviendas, en España el número de viviendas en el año 2000 era de unos 20 millones mientras que en el 2007 estará próximo a los 24.

La política energética y medioambiental para el sector residencial y servicios de la Unión Europea se basa tanto en mejoras tecnológicas como en aspectos normativos. Sobre estos segundos se ha marcado los siguientes objetivos:

- Utilización racional de los recursos naturales
- Gestión de la demanda
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones
- Control y asignación de consumos
- Adopción de los procedimientos mas adecuados por cada Estado miembro.

Estos objetivos quedaban recogidos en la Directiva 93/76 de 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la mejora de la eficiencia energética (SAVE).

Al objeto de conseguir esa mejora se planteaban acciones concretas como la certificación energética de edificios, facturación de gastos de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria en función del consumo real, aislamiento térmico de edificios, inspección de calderas, etc. Esta Directiva ha sido sustituida por la 2006/32 de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos de la que hablaremos más adelante.

Posteriormente, la Directiva 2002/91 de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios (EPB) articula los mecanismos de control de el sector residencial y terciario estableciendo una metodología para el cálculo de la eficiencia energética de los edificios, la certificación energética de edificios, la inspección periódica de las calderas y sistemas de aire acondicionado, etc.

Las medida normativas que se plantean en España para la transposición de la Directiva 2002/91 se divide en tres partes:

- Aprobación del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Aprobación del nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE)
- Aprobación del procedimiento de Certificación Energética de edificios (CEE)

En julio de 2005, dentro de las estrategias de ahorro y eficiencia energética para el periodo 2004-2012, se aprobó en Consejo de Ministros el Plan de acción 2005-2007 donde se establecen medidas dirigidas a las edificaciones ya existentes tales como:

- Rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios.
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas en los edificios.
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios.

De la transposición de la directiva 2002/91, a pesar de que se marcaba el 4 de enero de 2006 como límite para su transposición, solamente se ha aprobado el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo donde se recoge el Código Técnico de la Edificación.

La implantación de las dos exigencias en cuanto a requisitos energéticos puede suponer un ahorro importante y por consiguiente una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> considerable. Según estimaciones de IDAE, comparando una vivienda construida según la legislación actual y una con las exigencias del nuevo Código Técnico de la Edificación, el ahorro energético podría estar situado entre un 30% y un 40% mientras que la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> estaría entre 40 y 50%.

Resulta evidente que la adaptación a esta nueva normativa implica un coste adicional sobre la construcción, que puede estimarse entre 20 y 40 €/m<sup>2</sup> construido; sin embargo, la reducción de la factura energética podría compensar a largo plazo esta inversión.

Esta nueva normativa que va a regular la construcción de todos los edificios nuevos y la rehabilitación de los existentes tiene otras consideraciones de tipo energético como el hecho de que los proyectos de las instalaciones de energía solar del edificio se contemplan como la instalación de un componente básico más de la edificación.

En el caso del ahorro energético, en su documento básico, se establecen las exigencias en eficiencia energética y energías renovables. Las cinco exigencias básicas son:

- **HE 1.- Limitación de la demanda energética.-** Hace referencia a la envolvente exterior de los edificios que permita alcanzar el confort térmico en el interior del edificio, considerando las condiciones climáticas y de uso, las características de aislamiento, permeabilidad del aire, aparición de humedades de condensación superficial, etc. La aplicación de este punto exige la actualización de la Normativa de Aislamiento Térmico.
- **HE 2.- Rendimiento de las instalaciones térmicas.-** Exige la modificación del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios para incorporar la estimación obligatoria de las emisiones de CO<sub>2</sub> ventilaciones, etc. En la figura II – 2 se da una primera visión de este tema sobre el cual se vuelve más adelante.
- **HE3.- Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.-** Se establecen los requisitos básicos para la determinación de la eficiencia energética mediante el valor de la eficiencia energética que es función del número de lux y un factor asociado al mantenimiento de la instalación. El nivel de iluminación interior vendrá definido por el aporte de luz natural.
- **HE 4.- Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.-** Se definen cinco zonas climáticas en España y dependiendo de la localización y otros factores ambientales y de ocupación se sitúa la aportación solar entre un 30 y un 70%.
- **HE 5.- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.-** Es aplicable para grandes superficies y/o edificios con un elevado consumo eléctrico.

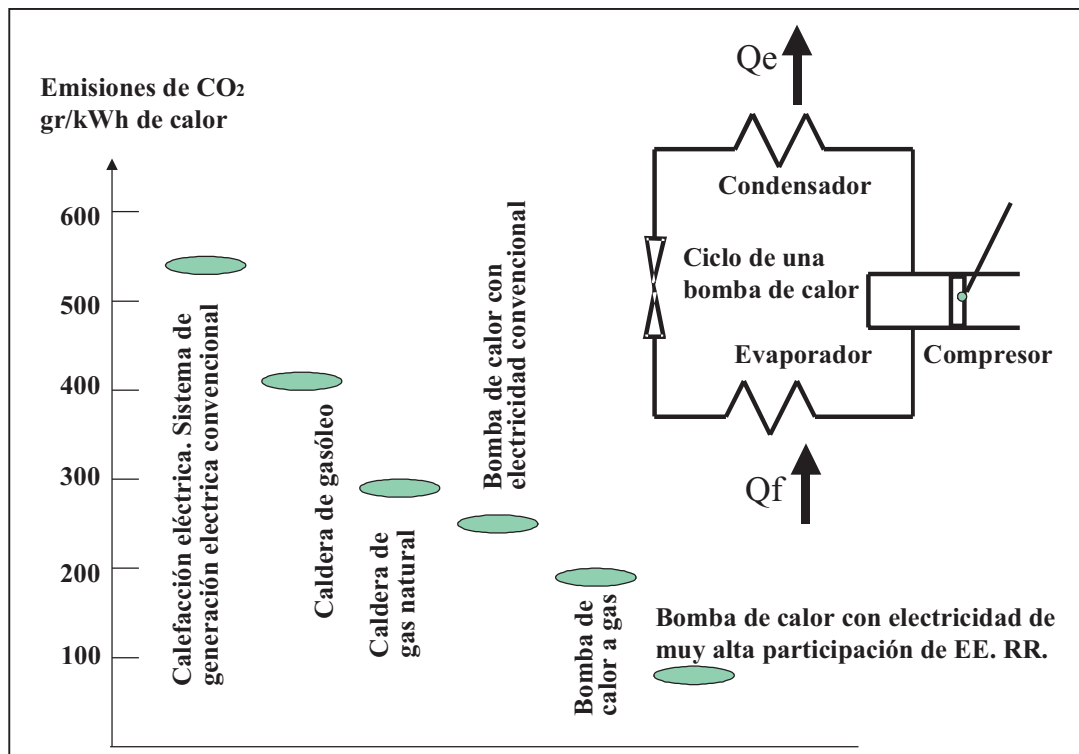


Figura II - 2.- Emisiones de CO<sub>2</sub> para diferentes instalaciones de combustión

Casi en la misma fecha de publicación de este Real Decreto, sale a la luz la Directiva 2006/32 de 5 abril sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos en la que se plantea como objetivo general para cada país un ahorro del 9% al cabo de 9 años de su aplicación y medido como un sistema acumulativo anual.

A modo indicativo se recogen algunos ejemplos de medidas de mejora de la eficiencia energética en el sector residencial y terciario.

- Calentamiento y refrigeración (por ejemplo, bombas de calor, calderas nuevas de alto rendimiento, instalación o modernización eficaz de sistemas de calentamiento o refrigeración urbanos).
- Aislamiento y ventilación (por ejemplo, aislamiento de la cámara del aire o del tejado, ventanas con cristal doble/triple, calentamiento y refrigeración pasivas).
- Agua caliente (por ejemplo, instalación de nuevos dispositivos, uso directo y eficiente para la calentamiento de locales, lavadoras).
- Iluminación (por ejemplo, nuevas bombillas y lámparas fluorescentes económicas, sistemas de control digital, empleo de detectores de movimiento para sistemas de iluminación en edificios comerciales).
- Cocina y refrigeración (por ejemplo, nuevos dispositivos eficientes, sistemas de recuperación de calor).
- Otros equipos y aparatos (por ejemplo, aparatos de cogeneración de calor y electricidad, nuevos dispositivos eficientes, programadores para un uso óptimo de la energía, reducción

de pérdidas en modo de espera, instalación de condensadores para reducir energía reactiva, transformadores con pérdidas reducidas).

g) Generación de fuentes de energía renovable de uso doméstico mediante las que se reduce la energía adquirida (por ejemplo, instalaciones solares térmicas, agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración mediante energía solar).

### **Alternativas energéticas.**

Dentro de la política de eficiencia energética se han de plantear actuaciones dirigidas al uso eficiente de los electrodomésticos, ya desde su adquisición, comprando los de clase A o B; y estableciendo los sistemas de iluminación más adecuados, entre otras medidas.

Aquí se va a hacer especial referencia a los consumos de calor, agua caliente sanitaria y calefacción, que suponen los dos tercios del consumo de energía en viviendas. Para el caso de agua caliente sanitaria parece la opción más conveniente el uso de gas natural o mejor la integración de paneles solares térmicos con apoyo gas natural; de ellos se hará mención más adelante.

En la calefacción, si nos preocupa la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> por cada kWh útil de calor es claramente ventajosa para el gas natural frente al gasóleo o la electricidad tal como se muestra en la figura II – 2, antes citada, y que nos muestra la conveniencia de extender en mayor medida el gas a las viviendas. Nos hemos de referir además a otra alternativa poco desarrollada, la bomba de calor, que ocupa una posición preferente en esa figura.

### **Bomba de calor**

Termodinámicamente se define la bomba de calor, como una máquina frigorífica que realiza simultáneamente la entrega de calor al nivel de temperatura superior y la extracción del mismo del foco de temperatura inferior. Esto permite utilizarla tanto en calefacción como en refrigeración.

La crisis del petróleo y el alza de los precios de los combustibles a partir de 1973, impulsó las investigaciones en nuevos equipos de alta eficiencia, además de cambiar el posicionamiento de los costes de calefacción, situación que benefició al desarrollo de la Bomba de Calor.

En un principio, el desarrollo de la bomba de calor se centró en equipos reversibles aire-aire. El fin principal de estas bombas era la refrigeración, en consecuencia el diseño estaba orientado a las condiciones del ciclo para obtener frío en verano. Por esta razón existían una serie de defectos de la máquina al funcionar para dar calefacción, que hoy en día se encuentran superados gracias al desarrollo de los compresores y a la introducción de la electrónica para el control de desescarche.

Las Bombas de Calor consumen menos energía primaria que los medios tradicionales de calefacción. Sin embargo a nadie se le escapa que las emisiones de CO<sub>2</sub> de las Bombas de Calor depende mucho de cómo se genere la energía eléctrica.

Si la energía eléctrica proviene de fuentes como la hidroeléctrica ó eólica, es clara la reducción de las emisiones, pero incluso cuando la electricidad que alimenta las bombas es generada mediante centrales térmicas de combustibles fósiles, se demuestra que la reducción total de emisiones es importante.

La eficiencia energética de la bomba de calor se define mediante el COP (Coefficient of performance). Teniendo en cuenta que la energía primaria consumida para producir una unidad de energía eléctrica es del orden de tres, para que la bomba de calor produzca ahorro, su COP deberá ser superior a esa cifra. La relación entre la energía térmica y la energía primaria consumida PER (Rendimiento de energía primaria) es el que justifica la utilización de la bomba de calor frente a otras alternativas.

Bomba calor	Eléctric	Absorción efecto	Absorción doble efecto	Motor combustió
C O	2,5 - 4	1 - 1,7	1,8 - 2,4	0,8 - 2
P	0,9 – 1,4	1 - 1,7	1,8 - 2,4	0,8 - 2

Para comparar los gastos de funcionamiento de las distintas alternativas de calefacción se debe utilizar el Coeficiente de prestación estacional SPF (Seasonal Performance Factor) que tiene en cuenta las variaciones ambientales del foco frío y caliente a lo largo del año y por tanto las variaciones de temperatura a las que debe funcionar el fluido.

En el sector residencial y terciario se suelen utilizar bombas de calor aire-aire que representan los dos focos de calor (aire exterior-aire interior) aunque en el terciario en ocasiones, para grandes edificios, se utiliza el sistema aire-agua.

La bomba de calor calienta un edificio tomando calor de su entorno, de la atmósfera generalmente para introducirlo en él; esto en invierno supone un esfuerzo energético significativo pues el aire exterior está frío, contiene calor, pero el proceso parte de un foco de calor a baja temperatura. En la actualidad se están poniendo en marcha instalaciones que toman como foco de calor el terreno, a dos o cinco metros de profundidad, que mantiene una temperatura cercana a 20°C en invierno.

Es una opción interesante, que permite pensar en una calefacción con electricidad, ahorrando combustible y de bajo consumo. Es así mismo factible utilizar el sistema como medio de refrigeración en verano, pues la tierra se mantiene a una temperatura de poco más de 20 °C a esa profundidad de dos a cinco metros.

## II.3.- CARBURANTES. REFINO DE PETRÓLEO Y OTRAS ALTERNATIVAS

### Combustibles de automoción

El parque de automóviles en el mundo previsiblemente seguirá creciendo en los próximos treinta años, se estima que los países más desarrollados económicamente alcanzarán los 700 vehículos por mil habitantes, hoy están entre 500 y 600; pero entre los países en vías de desarrollo, muchos entre ellos China y Brasil, pasarán de 100 o menos vehículos por mil habitantes a unos 300.

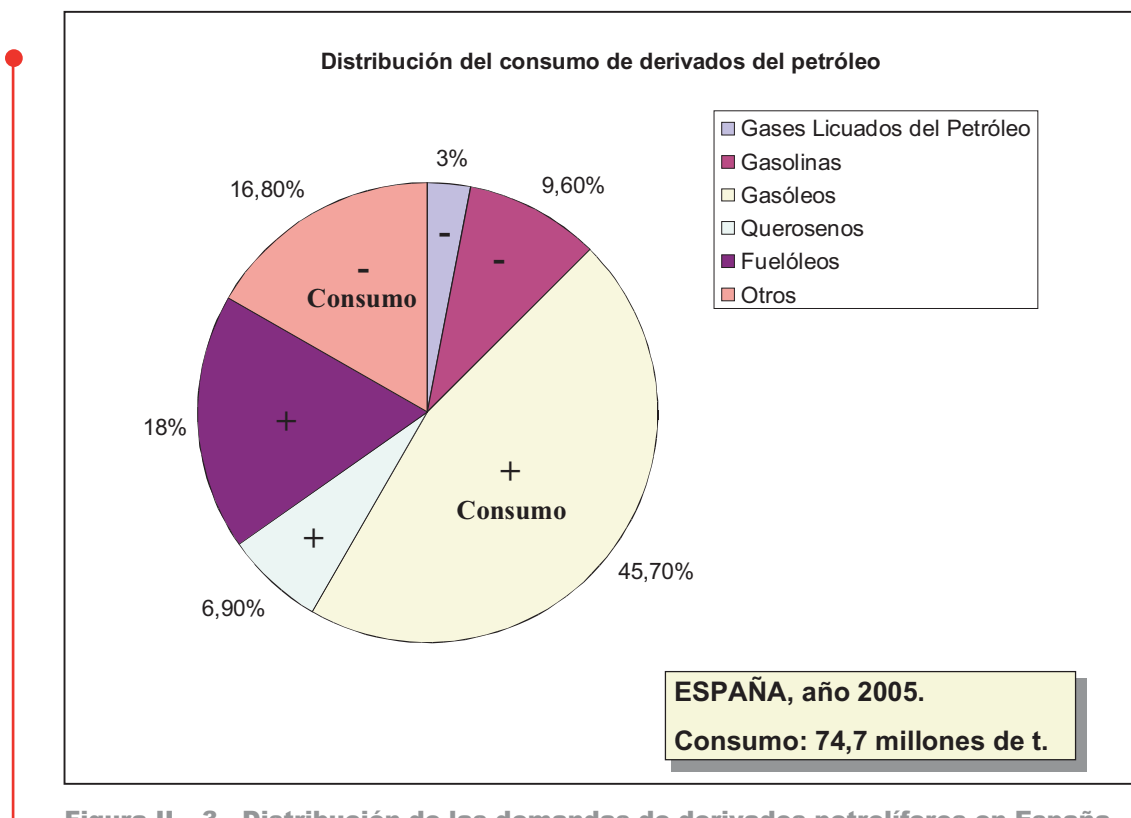


Figura II – 3.- Distribución de las demandas de derivados petrolíferos en España

La demanda de combustible de automoción incrementará consiguientemente de forma significativa. El transporte consume en la actualidad el 46% del petróleo, pasará al 50% en la próxima década, y alcanzará el 54% hacia el año 2030.

Ya se ha abierto un entorno de reflexión sobre el futuro de los combustibles para el transporte, como se sugiere en la figura II – 4; en el cual estará presente el desarrollo económico de muchos países, la disponibilidad de crudo; y se traducirá en los posibles cambios en el destino del gas natural:

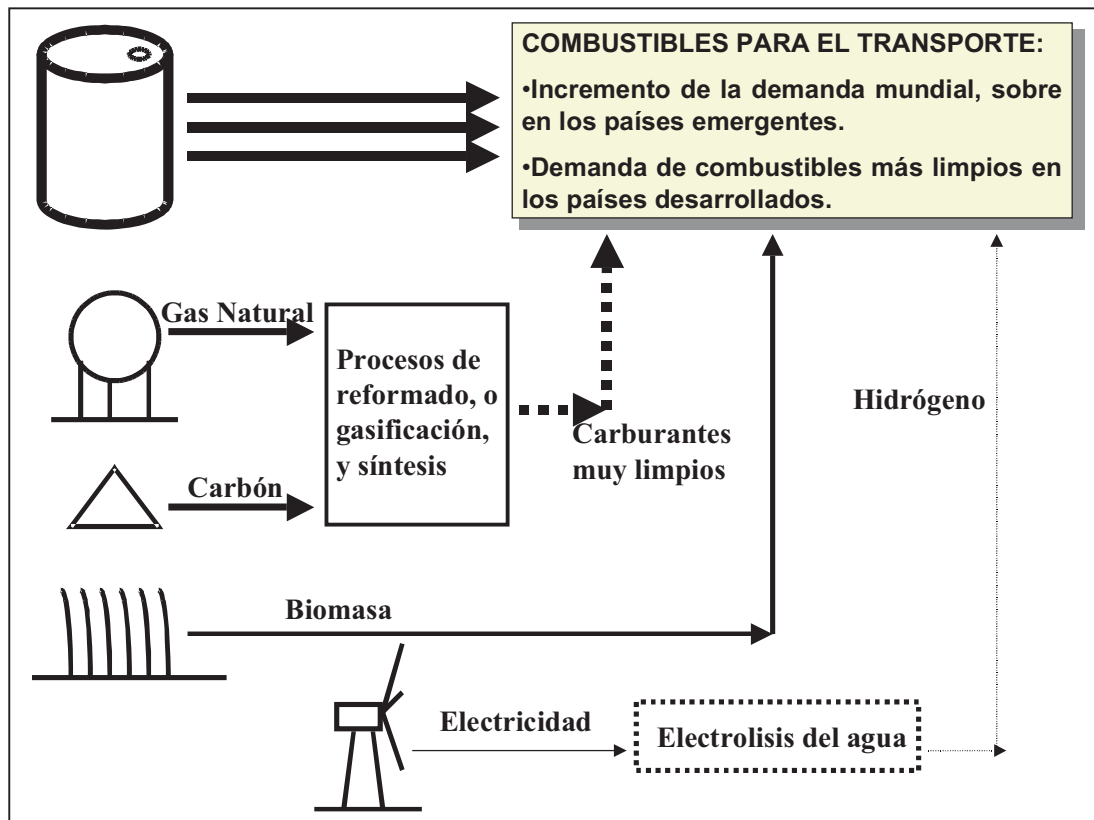


Figura II - 4.- Opciones actuales y futuras de suministro de combustibles para el transporte

a) **Derivados del petróleo.**- Progresivamente los productos utilizables en transporte, gasolina, gasóleo, queroseno y también gases licuado del petróleo, verán aumentar su demanda. Es posible que con las disponibilidades de los mismos no sea factible atender el global de la demanda.

Adicionalmente en los países desarrollados, entre ellos los europeos, se pedirán carburantes más limpios, con menores contenidos en azufre, en metales y en otros contaminantes. A continuación se reflexiona sobre el refinado de petróleo.

b) **Carburantes de síntesis a partir de gas natural o carbón.**- Son una opción madura ya tecnológicamente, que está condicionada por el coste y precio del crudo para ser competitivos. Incluyen la gasificación del carbón y las tecnologías "Gas to Liquid" para el gas natural.

Al ser carburantes de síntesis son muy limpios, con contenidos muy bajos o nulos en azufre y en metales. Pueden ser demandados por países desarrollados, Europa en concreto. Más adelante se vuelve sobre el tema.

c) **Biocarburantes.**- Ya son una opción significativa en Brasil, y que poco a poco avanza en otros países; tanto biodiesel como bioetanol; este segundo es un carburante muy limpio, al igual que los de síntesis del apartado anterior. En los apartados posteriores de energías renovables se vuelve sobre ellos.

Hay que resaltar que respecto a los biocarburantes aparece un límite claro en lo que respecta a disponibilidad de tierra para cultivos energéticos o recuperación de residuos vegetales, en el caso más optimista e hipotético sólo se podrá atender una cuarta parte de la demanda mundial de carburantes.

En Europa no se puede disponer de materias primas para alcanzar ni siquiera una décima parte de la demanda total de carburantes.

**d) Hidrógeno.-** Es una opción de futuro, que tardará en desarrollarse, no será comercial antes del año 2030; por ello no se considera en este estudio como alternativa de aplicación de las energías renovables para obtener electricidad y con ella hidrógeno. El principal problema estiba en llevar un gas de muy baja densidad a ser un carburante de alta concentración energética, como los que hoy utilizamos.

Si presenta en cambio la oportunidad de reflexión, nos llevará teóricamente a un coste final del carburante en automóvil cuatro veces superior al que hoy pagamos en Europa. Es decir ese hidrógeno por el cual clama la sociedad como solución limpia, será mucho más caro, debiéramos asumirlo, y empezar a pensar en impuestos energéticos.

## **Industria del refino**

La evolución de la industria del refino viene marcada por varios factores a tener en cuenta. En primer lugar, la necesidad de aumentar la eficiencia energética con el consiguiente ahorro de energía y la disminución de emisiones propias; esto exige fundamentalmente la actuación en la reducción de consumos y mermas en las unidades de proceso existentes y la modificación o sustitución de ciertas unidades de producción u otras instalaciones.

Por otra parte, la industria del refino se debe de adaptar a las variaciones del mercado de combustibles que está solicitando cada vez mayor cantidad de productos más ligeros como gasolinas y gasóleos en detrimento de los más pesados.

En tercer lugar, las normativas ambientales y el uso de motores cada vez más eficientes obligan a una mayor exigencia en las especificaciones de los productos que hace que las especificaciones de combustibles y carburantes sean cada más severas.

Por último, hay que tener en cuenta el incremento de crudos pesados que se viene produciendo históricamente. La menor extracción de crudos ligeros se sustituye por una mayor producción de crudos pesados y agrios (la diferencia entre crudos ligeros y pesados se establece en función del contenido en productos ligeros y el concepto de agrio o dulce viene determinado en función del contenido en azufre). En la figura II 5 se da una estimación de la distribución de reservas según calidades.

Este último punto es esencial para la industria del refino puesto que está íntimamente relacionado con los tres anteriores; así, la mayor o menor presencia de azufre junto con las mayores exigencias ambientales y de calidad implican un mayor consumo energético mientras que un crudo más pesado con una mayor solicitud de productos ligeros también exige un mayor esfuerzo del refino.



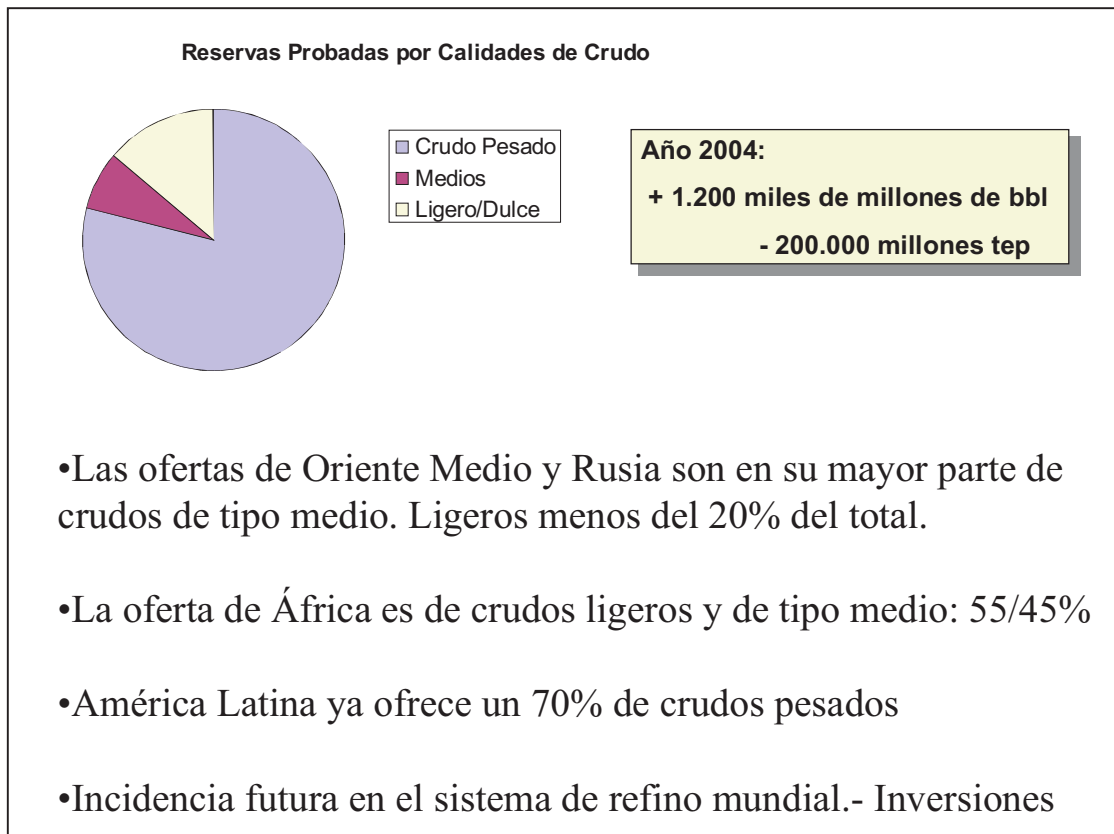


Figura II - 5.- Reservas mundiales de crudo calificadas según calidades

### Eficiencia energética en el refinado del petróleo

La energía representa el mayor coste de producción de las refinerías debido a los grandes volúmenes manejados y los altos consumos que tienen algunos de los procesos como la destilación atmosférica y destilación a vacío o las unidades de reformado catalítico.

Los márgenes de autoconsumo son variables en función de la complejidad de la refinería, cuando se realiza un grado de conversión bajo (hidroskimming) el porcentaje de autoconsumo se calcula en un 6% del total de la materia prima procesada; en el caso de un grado de conversión medio (cracking) este autoconsumo se puede situar en el 8% mientras que este porcentaje se puede situar en el 13% cuando el grado de conversión es muy alto (coking). Los costes de operación de una refinería se sienten muy influenciados por este factor que puede llegar a ser hasta el 40% del total.

Durante los últimos años, las refinerías españolas han realizado un esfuerzo inversor importante en materia de ahorro energético (optimización de unidades de intercambio, precalentadores, etc). El límite definido mediante la relación entre coste de inversión y beneficio energético hace que las actuaciones sean cada vez más complicadas.

## **Perspectivas del refino.**

Un primer punto a tener en cuenta en la evolución del mercado del refino es considerar el comportamiento de la economía frente a los fuertes incrementos del precio del petróleo. La tasa de crecimiento económico en la última década está siendo muy superior a la presentada en años anteriores, según el Fondo Monetario Internacional, el crecimiento de la economía global fue del 5,1 % en el año 2004, del 4,3% en el 2005 y con previsiones del 4,6 y 4,8 respectivamente para el 2006 y 2007.

Compensando estos datos con los fuertes incrementos sufridos por los precios del petróleo, se desprende que la sensibilidad de la economía frente al precio del petróleo es muy pequeña lo que hace pensar que la demanda de crudo seguirá aumentando fuertemente.

El aumento de la demanda de crudo será absorbido en casi su totalidad por el incremento de la demanda de productos ligeros consecuencia de los fuertes incrementos producidos en el sector transporte que a su vez está fuertemente influenciada por el aumento de consumo en los grandes países en vías de desarrollo.

De los cuatro factores citados al principio como decisivos en cuanto a la evolución del sector del refino, el factor medioambiental va a tener una gran influencia futura como consecuencia de las grandes restricciones de contenidos en azufre de los productos. En el caso de España se planteaba la máxima de “en 2010, azufre 0”; esto significa en realidad que el contenido en azufre en los combustibles tanto en gasolina como diesel deben pasar de la limitación de 500 ppm existente antes de 2004 a las 10 ppm de 2009. En la actualidad el límite está en 50 ppm.

La necesidad de cambio estructural en las instalaciones de refino como consecuencia de su adaptación a estas restricciones ambientales se agrava por la tendencia de crudo hacia los más pesados y con mayor contenido en azufre.

Uniendo las consideraciones realizadas anteriormente en cuanto al aumento de demanda de productos ligeros, necesidad de capacidad para eliminación de azufre e incremento de los crudos pesados por un lado y la falta de una inversión significativa en el sector por otro plantean una situación de poca flexibilidad en cuanto a la posible respuesta a un incremento de demanda importante.

El hecho de que los márgenes económicos del refino durante los años 80 y 90 fuese muy estrecho favoreció la falta de inversión en el sector. En los años transcurridos de la presente década se ha ido incrementando considerablemente este margen salvo en el año 2002 por las razones sociopolíticas apuntadas anteriormente. Teniendo en cuenta la lentitud de respuesta a las inversiones tanto en mejoras como en instalaciones nuevas, es probable que la demanda de productos ligeros sea superior a la producción de estos combustibles.

Una forma de paliar este efecto ha sido la de aumentar la capacidad de producción utilizada. Evidentemente esta resulta una solución de compromiso que tiene un límite puesto que la demanda sigue aumentando. El incremento de la capacidad de refino en los últimos años apenas llega a un 0,6% y, el hecho de que se trata de inversiones a muy largo plazo y con una rentabilidad no siempre clara, no parece favorecer que se incremente considerablemente dicha inversión.

Mejores perspectivas parece tener el incremento de la capacidad de conversión de las instalaciones actuales de manera que se pueda asumir la mayor producción de productos ligeros sobre los pesados.

## **Combustibles a partir del gas natural y del carbón**

Una opción que ya se ha utilizado en algunos países es la síntesis de carburantes a partir de gases, con CO e H<sub>2</sub>, procedentes de la gasificación del carbón. Fue por ejemplo el caso de la República Sudafricana durante el periodo del Apartheid.

Volver al uso del carbón es una alternativa, bien mediante esos procesos de gasificación, bien mediante los de hidrogenación o licuación. Tecnología hay disponible a todos los efectos, y la cuestión es ver en que medida el proceso es competitivo, también si en las instalaciones se separará y capturará el CO<sub>2</sub> residual. Se estima que cuando el coste del crudo de petróleo se sitúe en 70 \$/bbl ya será competitivo el carbón extraído en minas a cielo abierto.

De la misma forma es factible obtener carburantes del gas natural, ya que este se puede reformar para obtener un gas de síntesis que contenga CO e H<sub>2</sub>. Son las denominadas tecnologías "Gas to Liquid", "GtL", que serán competitivas con costes del crudo entorno a 60 \$/bbl.

Esta es una opción que consideran los países extractores de gas natural, el combustible líquido es más fácil de transportar que el gas licuado.

El petróleo ya ha alcanzado ese valor, entre 60 y 70 \$/bbl en algún momento, pero como precio de venta, el coste sigue estando en unos 5 \$/bbl en Oriente Medio, y en menos de 20 \$/bbl en otras cuencas petrolíferas.

Por ello hay que pensar que la opción está ahí y serán las empresas carboneras y petroleras las que en su momento tomen decisiones en función de la disponibilidad en el mercado de derivados de petróleo y su precio.

## II.4.- VEHÍCULOS EFICIENTES Y LIMPIOS

En la evolución de la industria automovilística se han dado distintos factores de desarrollo en función de la situación social y económica. Inicialmente, la principal preocupación consistía en conseguir una mayor potencia lo que dirigía la investigación hacia desarrollo del motor aunque esto significará un mayor consumo. El siguiente paso se pudo centrar en la preocupación por el consumo energético estableciéndose las pautas de la mejora en el rendimiento del motor, con los sistemas de inyección, materiales más ligeros para motor y carrocería, etc.

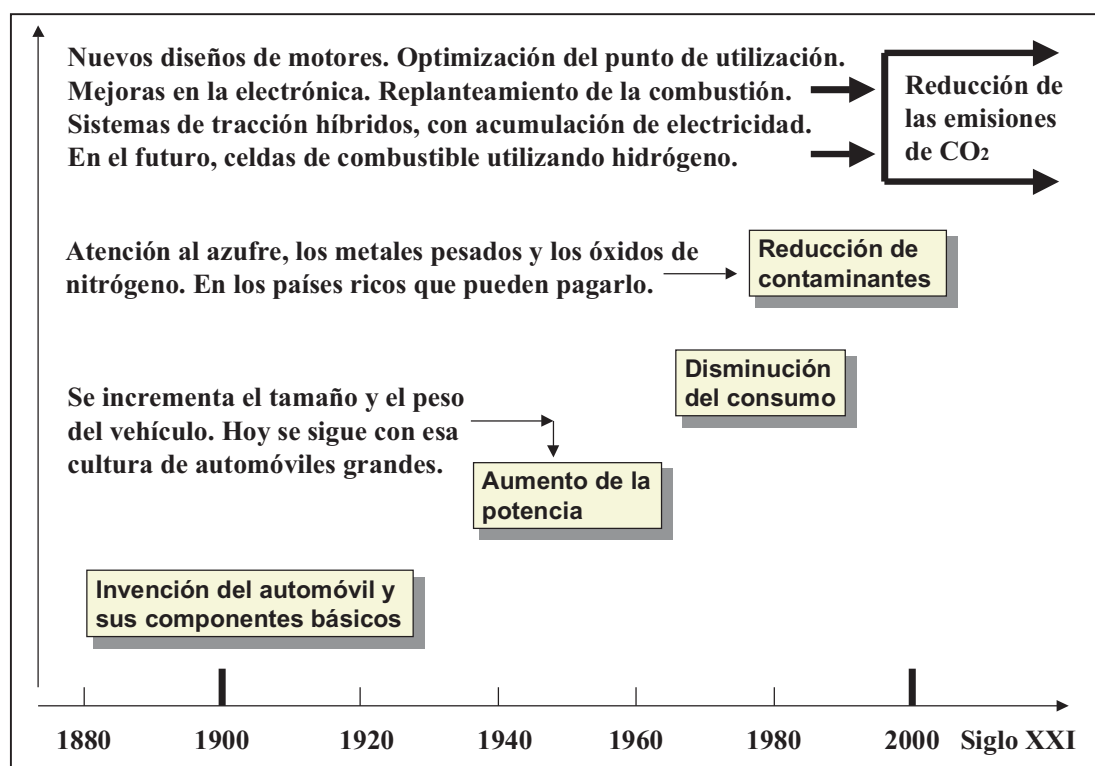


Figura II - 6.- Síntesis de la evolución tecnológica del automóvil

El tercer y último periodo nos sitúa en la protección medioambiental que incide sobre tres puntos fundamentales: combustión más limpia, uso de catalizadores y estudio de otro tipo de combustibles. Estos factores en su conjunto representan las fuentes principales de preocupación respecto a la incidencia del sector del transporte en la sociedad actual con sus limitaciones energéticas y medioambientales. Figura II – 6.

Lejos quedan los primeros pasos revolucionarios que marcaron el devenir de los vehículos allá por los años situados en la década de 1875 a 1885 en la que el vapor deja paso a los motores de combustión interna en los que el único pistón estaba montado de forma horizontal. También en esa época se prueba el primer coche funcionando mediante electricidad usando para ello 21 baterías, pero la gran revolución es el vehículo de gasolina que va evolucionando tecnológicamente hasta comenzar su producción en serie y comercialización con el comienzo del siglo XX.

En la primera mitad de este siglo los esfuerzos van encaminados en dos sentidos; el primero de ellos con el objetivo de conseguir vehículos más rápidos, por ejemplo, los aditivos de gasolina para motores de alta compresión y en segundo lugar abaratar los costes para ampliar el mercado con las cadenas de montaje, los motores monobloque, etc.

Un primer paréntesis sobre esta carrera lo representa la segunda guerra mundial en la que las compañías automovilísticas ponen su tecnología y sus instalaciones al servicio de la industria armamentística de sus respectivos países y no volviendo a su actividad normal hasta la segunda mitad de los años cuarenta con el cese de las hostilidades.

A partir de ese momento se mantiene la búsqueda de la mayor potencia introduciéndose mejoras importantes en el encendido del motor, una innovación importante es el uso del alternador ideado por Chrysler, la inyección del combustible, sistemas de amortiguadores, etc.

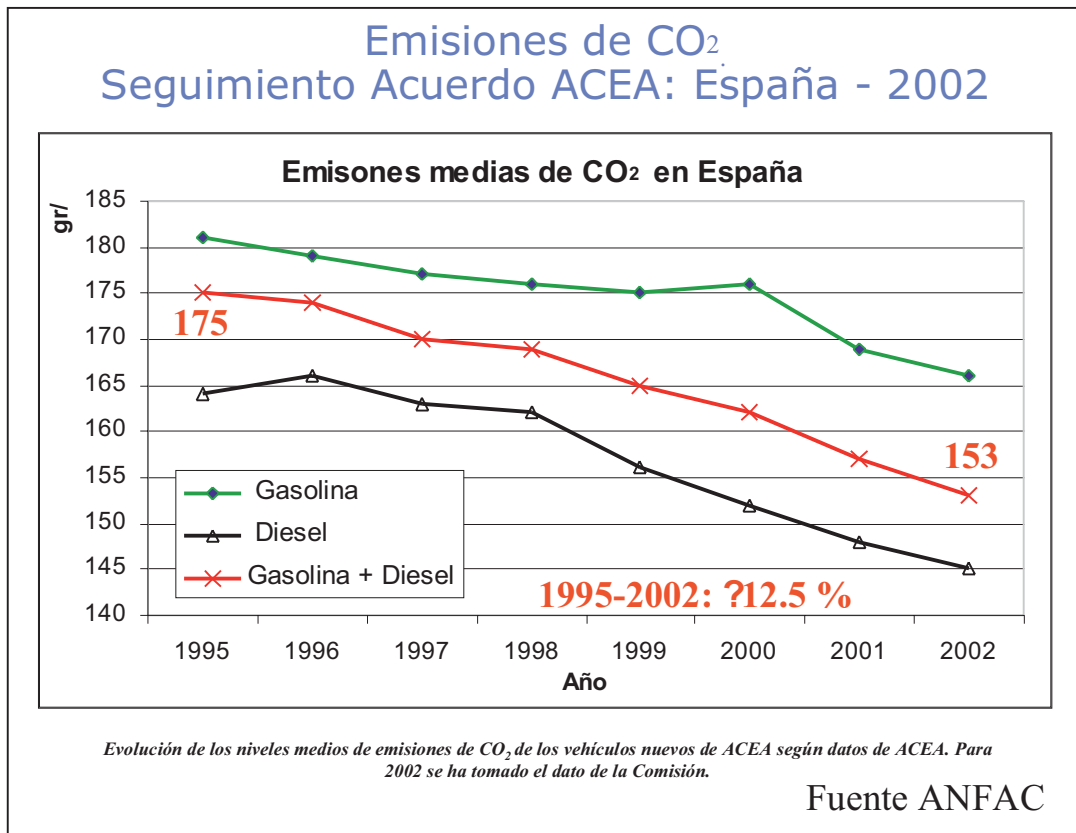
El siguiente punto de inflexión lo marca la crisis del petróleo de comienzo de los años 70 que supone un cambio de mentalidad para buscar sistemas que propicien el ahorro energético al mismo tiempo que se empiezan a estudiar nuevos combustibles sustitutivos del petróleo. El primer objetivo de ahorro energético se persigue mediante un aumento de la eficiencia energética como nuevos sistemas de tracción, mejora de los materiales de construcción de chasis y motor apareciendo los plásticos y el aluminio y aligerando los pesos muertos. También aparecen los sistemas que se pueden considerar los precursores de los actuales ordenadores de a bordo como son los sistemas de alerta en conducciones rápidas o los indicadores de consumo de combustible.

En el segundo objetivo se obtuvo como resultado la comercialización y expansión de los biocombustibles. Aunque la utilización de combustibles vegetales se remonta a 1900 cuando Rudolf Diesel, en la Feria de París, utilizó aceite en su motor, es en Brasil donde se produce la gran expansión de este producto comenzando en 1975, como consecuencia de la crisis del petróleo, con el Programa Nacional del Alcohol para fabricar bioetanol obtenido de la caña de azúcar.

Aunque desde comienzos de los años 90, la producción europea de biocarburantes, ha experimentado un notable y constante incremento, la situación en los diferentes Estados Miembros varía enormemente. Sólo seis países (Francia, Austria, Alemania, Suecia, Italia y España) tienen una contribución real al total de producción de biocarburantes europeos.

El aumento de precio del petróleo y sus derivados en los últimos tiempos vuelve a poner en consideración las medidas de impulso a estos combustibles desde España y la Unión Europea. Con tecnología europea, Saab ha empezado a comercializar su modelo Biopower que puede funcionar con gasolina o con gasolina más bioetanol.

El factor actual que marca la evolución tecnológica de la automoción es el aspecto medioambiental marcado por la desaparición de la gasolina con plomo. En España la legislación sobre limitación de emisiones en 1993 universaliza el uso de catalizadores en los vehículos no obstante, la necesidad de mantener el parque automovilístico existente hace que no se imponga totalmente hasta el 2002.



**Figura II – 7.- Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los automóviles vendidos**

Las actuaciones para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> ha empezado ya hace más de una década, tal como sugiere la figura II – 7. Aunque hay que señalar que frente a la eficiencia tecnológica se está desarrollando una cultura de automóviles grandes: todo terreno, mono volúmenes y gamas altas, que está haciendo que los consumos se incrementen y así mismo lo hagan las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Hoy la tecnología ofrece la combinación de dos fuentes de energía: un motor de combustión interna convencional con la batería y motor de un vehículo eléctrico, es lo que define el funcionamiento de un motor híbrido actual. Ambos motores se pueden establecer en serie o paralelo. En el primer caso sería el motor de combustión quien alimente al motor eléctrico mediante un generador, mientras que en el segundo los motores pueden funcionar de forma complementaria de manera que a velocidades bajas o en ciudad pueden funcionar sólo uno de los motores mientras que en picos de potencia podrían funcionar ambos de forma conjunta.

La evolución de este mercado se está desarrollando fundamentalmente en los últimos años, el Toyota Prius fue declarado mejor coche del año 2004 vendiendo casi medio millón de unidades y el Honda Civic ha recibido el premio mundial al coche ecológico. El mercado se sigue desarrollando para todas las economías así en la gama alta ha aparecido el Lexus GS mientras que Hyundai pretende comercializar coches mucho más baratos como el Accent. Para 2007 se espera que aparezca uno nuevo de Toyota y entrará en este mercado Chevrolet.

Los automóviles híbridos pueden imponerse en un par de décadas como opción comercial en los países desarrollados, lo que puede significar una reducción del consumo específico en un tercio respecto al actual. Habrá que ver que ocurre con el tamaño y potencia de los vehículos.

En paralelo con este proceso se ha producido la evolución de las pilas de combustible aunque también queda alejado el año 1967 en el que GM presentó su coche Electrovan equipado con pilas alcalinas de 5 kW. Desde finales de los años 80, ha habido un fuerte impulso en el desarrollo de celdas de combustible para su uso en propulsión de vehículos de pequeñas y grandes dimensiones.

Un objetivo principal para este desarrollo es la necesidad de conseguir coches, camiones y autobuses eficientes y limpios que puedan funcionar con combustibles convencionales (gasolina, diesel), tanto como con combustibles alternativos y renovables (hidrógeno, metanol, etanol, gas natural, y otros hidrocarburos). Con combustibles principales que no sean hidrógeno, los sistemas de celdas de combustible emplearán un procesador apropiado de combustible para convertirlo en hidrógeno, ofreciendo una fuerza motriz para los vehículos de muy bajas emisiones y grandes eficiencias.

Además estos vehículos ofrecen la ventaja de un accionamiento eléctrico y bajo mantenimiento a causa de las pocas partes móviles críticas. Este desarrollo está siendo patrocinado por diversos gobiernos en Norte América, Europa, y Japón, así como por los principales fabricantes de automóviles del mundo. En Mayo de 1998 fueron probados varios coches, furgonetas y autobuses accionados con celdas de combustible operando con hidrógeno y metanol.

Aunque hay muchos ejemplos de ensayos con pilas de combustible e hidrógeno, los costes del equipamiento, del propio combustible y la necesidad de optimizar sistemas y componentes, hace pensar que no será una tecnología madura, y comercialmente extendida, antes del año 2030.

## II.5.- TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA LIMPIA CON CARBÓN Y OTROS COMBUSTIBLES FÓSILES

### El retorno al carbón

El incremento de demanda de energía a nivel mundial, junto con los problemas para aumentar la oferta de petróleo y gas natural, sugiere desde diferentes enfoques el retorno al carbón, como sucedió en los años setenta con la crisis de los precios del petróleo. Entonces se retornó a la generación de electricidad con carbón.

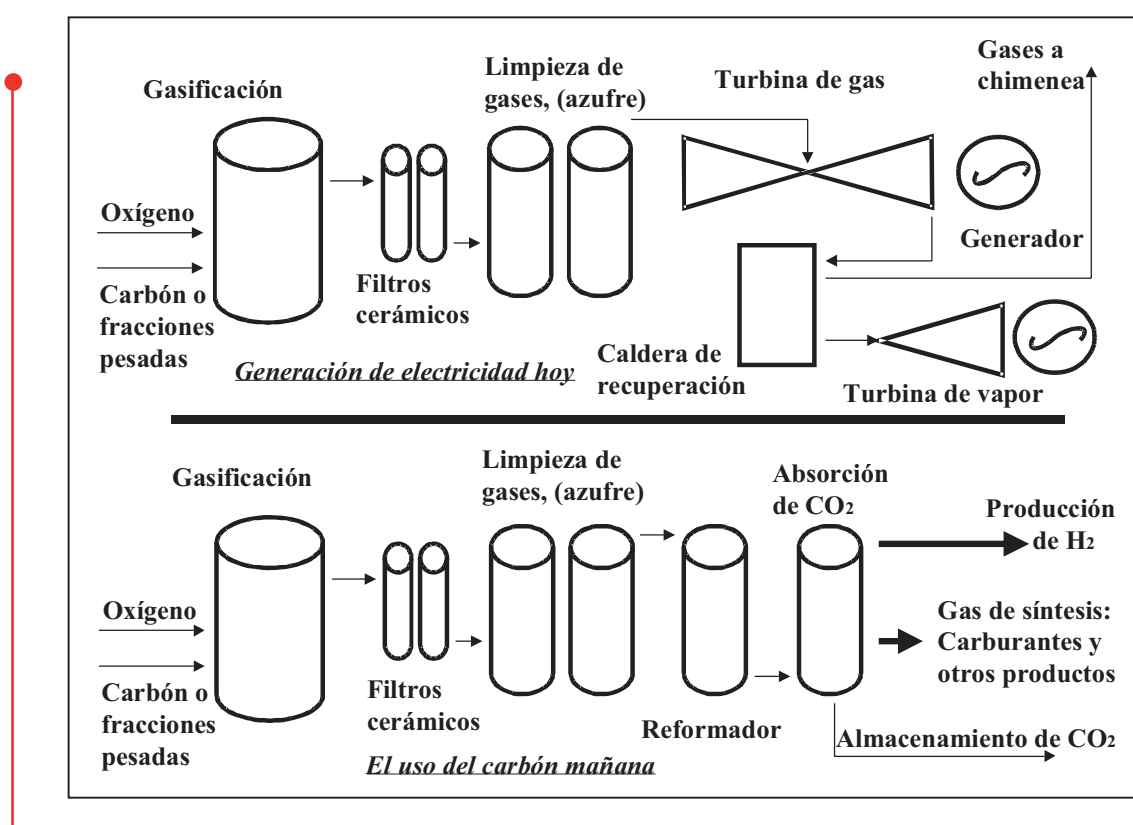


Figura II – 8.- Opciones tecnológicas de retorno al uso del carbón

En los próximos años pudiera plantearse una vuelta de más amplio calado, no sólo para generar electricidad, sino también para suministrar combustibles de automoción, o incluso suministrar hidrógeno; en la cual aparece el aspecto negativo del incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Figura II – 8.

Al referirse al carbón, desde el punto de vista tecnológico hay que considerar también la posibilidad de utilizar en paralelo las fracciones pesadas del petróleo o incluso los crudos pesados. Ya en el apartado II.4, se ha mencionado la necesidad de usar crudos progresivamente más pesados, ya que son los más abundantes.



La gasificación es una solución tecnológica ya utilizada desde hace muchas décadas, ha permitido obtener fertilizantes, por ejemplo en España: As Pontes y Puertollano, hasta 1973. Ha ido mejorando sus diseños y soluciones, y en la actualidad se utiliza en unas pocas plantas para generación de electricidad, aunque en algún país también para producir carburantes, Sudáfrica. Permite avanzar hacia soluciones limpias respecto a las emisiones de contaminantes, y reducir las de CO<sub>2</sub>.

Permite pensar en soluciones en las cuales se puede absorber el CO<sub>2</sub> del gas del reactor para su separación y almacenamiento en trampas geológicas, tal como se sugiere en la figura II 9 ya citada. Hay una instalación experimental en Canadá que lo inyecta en un yacimiento de petróleo.

## **Generación de electricidad**

En la década de los ochenta se pensaba que el carbón era el combustible seguro para generación de electricidad, se vivía la crisis de los precios del petróleo de la década anterior. Después, la extensión del uso del gas natural en las centrales de ciclo combinado, con sus ventajas de baja inversión, y reducidas emisiones de contaminantes, puso en segundo lugar al carbón. Hoy se reflexiona sobre el retorno al carbón, entre otros aparece en el Libro Verde de la Unión Europea.

En las dos últimas décadas del siglo pasado se construyeron instalaciones de demostración de plantas de generación limpia con carbón, cuya tecnología es extensible a las fracciones pesadas del refino del petróleo, e incluso al uso directo de los crudos pesados. En estos desarrollos participaron la Unión Europea, Estados Unidos y Japón, en diferentes instalaciones y líneas de trabajo.

En España hubo un esfuerzo importante en la segunda mitad de la década de los ochenta y en la primera de los noventa, con la ayuda de la Comisión Europea y la colaboración de OCIDE, y su Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico, varias empresas eléctricas, y de forma destacada ENDESA, construyeron dos instalaciones singulares:

- **Escatrón.**- Planta de lecho fluido a presión de 70 MW de potencia eléctrica, que utiliza los lignitos negros de Aragón, carbones de alto contenido en azufre y cenizas. Los resultados ambientales en lo relativo a emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno son muy buenos; pero no hay reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Las plantas de combustión en lecho fluido, atmosféricas o a presión, dan una buena respuesta a la contaminación usando carbones o combustibles sucios; por ejemplo en Francia hay una para tratar residuos pesados de refino, con potencia de 250 MW. Son una alternativa para hoy, pero en menor grado para mañana.

- **Puertollano.**- Planta de gasificación integrada con ciclo combinado de 330 MW de potencia eléctrica, que tiene la particularidad de poder utilizar mezclas de carbón de la zona con alto contenido en cenizas y cok de petróleo de alto contenido en azufre, consiguiendo unos resultados ambientales muy buenos: ausencia de cenizas volantes, muy bajas emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno.

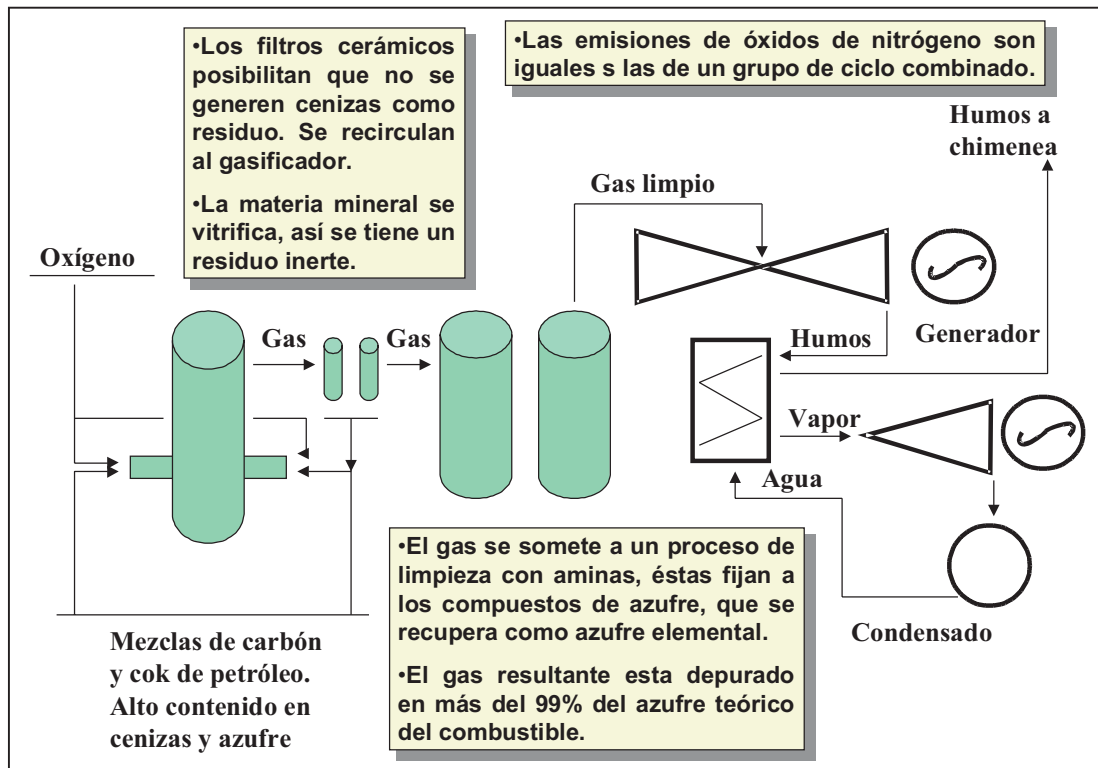


Figura II - 9.- En Puertollano hay un excelente ejemplo de desarrollo tecnológico

Es una gran opción de futuro, no sólo por los resultados actuales, sino también por las expectativas que abre:

-Las emisiones de contaminantes son muy bajas, y se pueden mejorar en futuras instalaciones, incluso aunque éstas trabajen con combustibles de baja calidad, y elevado contenido de azufre.

-Las emisiones de CO<sub>2</sub> por kWh generado se sitúan en torno a 750 gr/kWh generado, que no olvidemos es el valor que ha asumido Alemania para las nuevas plantas de generación eléctrica con carbón. Las instalaciones convencionales se sitúan en aproximadamente 1 kg de CO<sub>2</sub>/kWh.

-Es factible pensar en introducir sistemas de absorción del CO<sub>2</sub> en las instalaciones de generación, tal como se sugiere en la figura II - 8; esto podría reducir las emisiones por debajo de 500 gr/kWh.

La vuelta al carbón no es la solución más deseada, pero habrá que considerarla frente a la alternativa de extensión de la energía nuclear. Es un dilema que ha de resolver la sociedad, evidentemente en base a informaciones que deben ser lo más claras posibles, sobre el alcance de ambas soluciones.

En el supuesto de una vuelta al carbón si que parece conveniente avanzar en la mejora de tecnologías y diseños, a fin de conseguir las menores emisiones posibles.

## II.6.- CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO<sub>2</sub>

### Consideraciones generales

La fijación del CO<sub>2</sub> en estructuras geológicas profundas, o en el fondo del mar, se plantea como una solución para hacer frente al cambio climático. En principio se piensa como una alternativa a aplicar en la generación de electricidad, aunque puede ser válida para otros procesos de transformación de combustibles fósiles; pero siempre viendo estas soluciones con realismo. Figura II – 10.

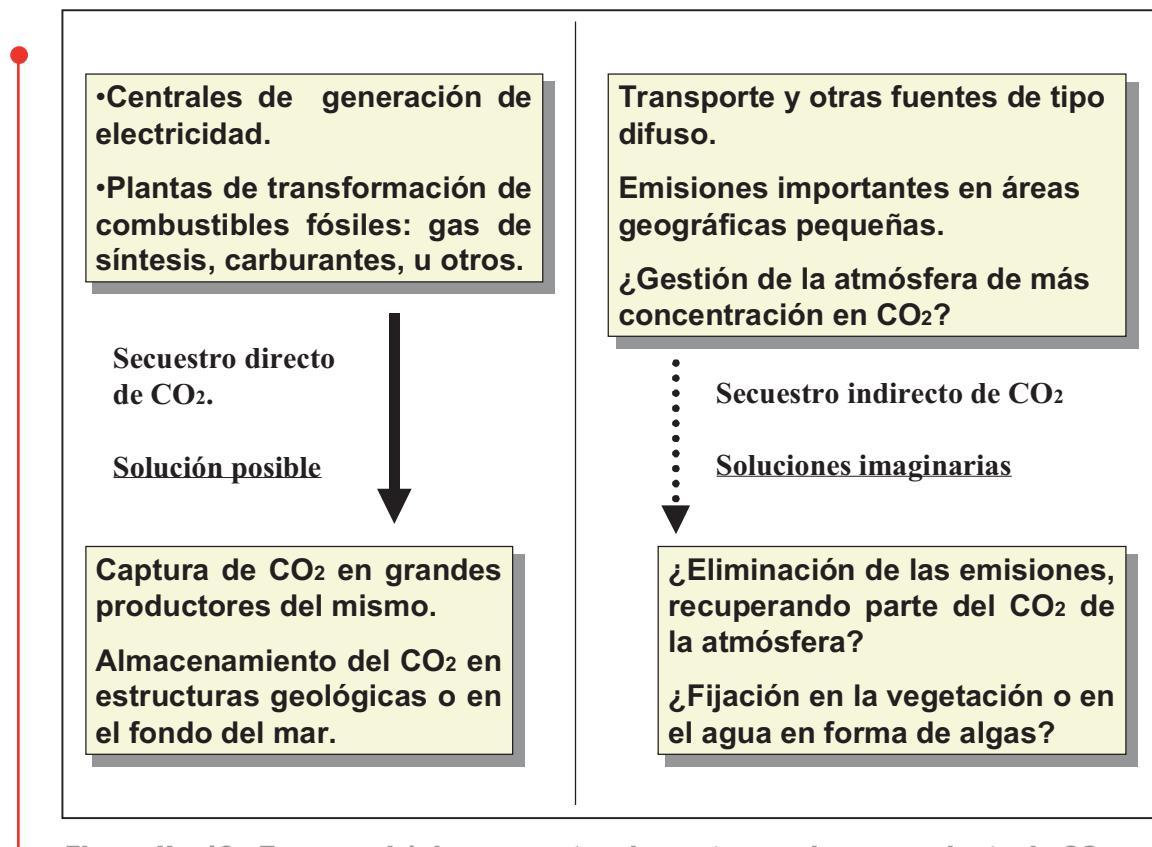


Figura II – 10.- Esquema básico respecto a la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>

Ahora bien, mientras en la generación eléctrica la eliminación del CO<sub>2</sub> puede ser directa en el punto de producción, en el transporte como segundo gran productor de CO<sub>2</sub> no admite ese tratamiento lo que exige un proceso indirecto de eliminación de las emisiones, nada fácil de concebir. Por ello hoy la opción que se ve más factible es la dirigida a la generación eléctrica, lado izquierdo de la figura.

La eliminación del CO<sub>2</sub> en cualquier caso implica tres fases consecutivas distintas: La separación o captura del CO<sub>2</sub>. El transporte. Y el almacenamiento. Todas ellas se encuentran en estado incipiente en su desarrollo tecnológico, y por supuesto aplicación industrial.

## Captura del CO<sub>2</sub>

En la generación de electricidad, que es previsiblemente el primer objetivo de la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, se pueden distinguir tres procesos distintos dependiendo del momento en que se produzca la captura que puede ser previa a la combustión, durante la combustión y después de esta. Tal como se esquematiza en la figura II – 11.

### a) Procesos post-combustión

Se trata de la familia de tecnologías más maduras, recogida de la experiencia de separación desarrollada en procesos industriales muy conocidos de obtención de: gases, acero, amoníaco, etc. También en la industria del petróleo es un proceso habitual para purificación del gas o petróleo.

Un sistema totalmente implantado a nivel industrial es el de la absorción química mediante aminas (monoetanoamina MEA o similares). Los radicales libres de la amina hacen que el CO<sub>2</sub> se acompleje con ella dando un compuesto que necesita muy poca energía para descomponerse y regenerar la amina.

Los principales inconvenientes del uso de este procedimiento en las centrales de generación de energía son tres:

- Uso de oxígeno por encima del estequiométrico lo que hace que este reaccione con la amina produciendo efectos corrosivos importantes.
- Reacción de las aminas con los óxidos de nitrógeno y azufre productos de la combustión, dando lugar a sales que aumentan la pérdida de absorbente.
- Salida de humos a altas temperaturas que producen la degradación de la amina y reduce su rendimiento.

Los dos últimos puntos se pueden aminorar situando la absorción por aminas después del proceso catalítico de reducción de óxidos de nitrógeno (necesita 350 °C) y la desulfuración de gases con lo que la temperatura baja en torno a los 50 °C. El problema de corrosión se solventa utilizando concentraciones bajas de la disolución de amina (20-30%) y mediante el uso de inhibidores.

Como tecnologías menos desarrolladas pero que representan líneas emergentes que habrá que considerar en un futuro próximo se encuentran los sólidos regenerables y las membranas.

La primera de ellas se basa en el proceso de fisisorción que se puede producir al pasar una corriente de mezcla de gases a través de un sólido poroso con una gran superficie específica como puede ser el carbón activo con más de 1000 m<sup>2</sup> de superficie por gramo. Una vez producida la adsorción del CO<sub>2</sub>, el sólido se puede regenerar mediante variaciones de presión y/o temperatura. Los principales problemas que presenta este sistema son la baja capacidad de adsorción lo que exigiría grandes instalaciones y, sobretudo, la falta de capacidad selectiva del absorbente.

El uso de membranas semipermeables para la separación de CO<sub>2</sub> de otros gases con mayor tamaño de molécula puede representar un sistema sencillo y de bajo coste aunque la experiencia actual es muy limitada para el CO<sub>2</sub> aunque no es así para separación de otros gases como CO<sub>2</sub> e hidrógeno.

Otro proceso en vías de desarrollo es la criogenización o destilación del CO<sub>2</sub>. Básicamente, el proceso consiste en el enfriamiento de gases hasta llegar a su licuación y posterior separación de estos. La experiencia está basada en la industria del nitrógeno. La principal ventaja de este sistema consiste en la obtención de CO<sub>2</sub> en estado líquido lo que facilitaría su posterior transporte y almacenamiento. Por el contrario, el gran consumo energético sería su principal inconveniente.

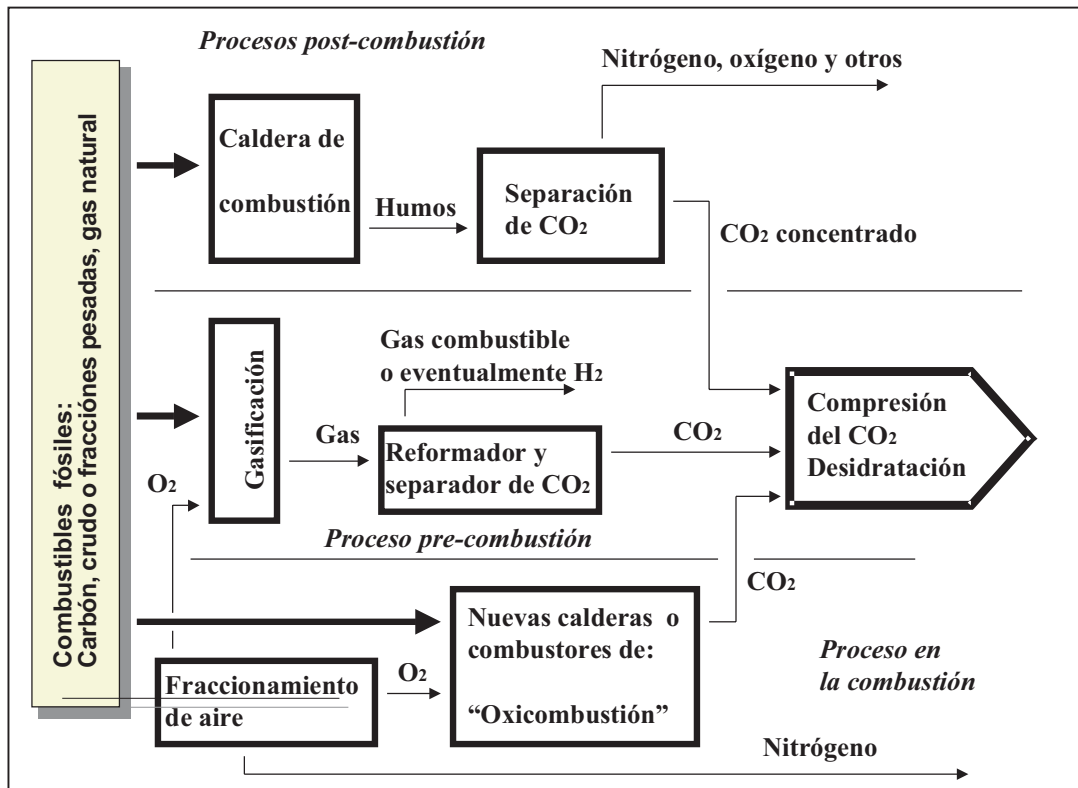


Figura II - 11.- Esquemas básicos de puesta en forma concentrada del CO<sub>2</sub>

## b) Proceso de combustión

Este proceso se basa en la obtención de los humos de un gas enriquecido en CO<sub>2</sub> para lo que, antes de la combustión, se elimina el nitrógeno del aire con lo que el carburante sería el oxígeno que habría que diluir con CO<sub>2</sub> en la proporción conveniente. La separación del nitrógeno y el oxígeno se realiza mediante un separador de aire convencional.

Como consecuencia de una combustión en estas condiciones, el gas detenido en la combustión estará constituido por CO<sub>2</sub> y vapor de agua con una pequeña presencia de oxígeno y partículas. La posterior condensación del vapor de agua permite obtener un gas con más de un 90% de CO<sub>2</sub> que permitiría su almacenamiento directo.

Aunque inicialmente este proceso se desarrolló utilizando fuel como combustible, también sería de aplicación para el carbón lo que exigiría un esfuerzo adicional en evitar la entrada de aire en los sistema de alimentación al mismo tiempo que exigiría la implantación de un sistema de eliminación de óxidos de azufre. En todo caso se trata de una tecnología no madura que necesita resolver problemas importantes en el diseño de quemadores y turbinas para oxígeno, inquemados, temperaturas, materiales, etc.

Otro proceso para combustibles gaseosos también desarrollado es el conocido como transportadores metálicos de oxígeno. Como su nombre indica, se trata de usar un metal que en forma de óxido transfiera el oxígeno desde el carburante hasta el combustible. En el reactor de aire se produce la oxidación del metal base (hierro, níquel, cobalto) mientras que en el reactor de combustible se produce la reducción del óxido metálico que aporta el oxígeno necesario para la oxidación del combustible obteniendo CO<sub>2</sub> y agua. La posterior condensación del agua permite obtener el CO<sub>2</sub> con muy alta pureza.

### c) Proceso de precombustión.

Actualmente se están desarrollando proyectos de investigación encaminados a adoptar esta tecnología a combustibles líquidos o sólidos lo que exige un proceso previo de gasificación y desulfuración. Pero ya se ha visto en el apartado anterior que la gasificación es una opción ya industrial.

El proceso se fundamenta en la reacción del combustible con el oxígeno obtenido en una unidad de separación de aire para dar lugar a un gas rico en monóxido de carbono y vapor de agua. Ambos productos reaccionan en un convertidor catalítico dando CO<sub>2</sub> e hidrógeno como productos. Mediante un proceso de adsorción física se retira el CO<sub>2</sub> quedando el hidrógeno como combustible que alimenta una planta de ciclo combinado.

Aunque existen plantas que utilizan la tecnología mencionada, el reto se encuentra fundamentalmente en el desarrollo de cada una de las partes que componen el proceso. Así, resulta necesario el estudio de nuevos procesos de reformado, membranas de hidrógeno y sobre todo turbinas de gas convencionales que permitan el uso de combustibles ricos en hidrógeno. Particularmente, la posibilidad de uso del hidrógeno producido como fuente de alimentación de pilas de combustibles presenta un atractivo futuro.

Utilizándose tanto en el proceso de precombustión como en el de combustión, se están desarrollando técnicas de captura de CO<sub>2</sub> a alta temperatura produciendo la carbonatación de un óxido metálico que posteriormente se calcina para obtener el CO<sub>2</sub>.

Los óxidos metálicos que se están estudiando son de litio, calcio y alcalinos.

La reacción tipo en la precombustión es:  $C + MeO + 2H_2O \rightleftharpoons MeCO_3 + 2H_2$

Mientras que en la combustión sería:  $C + MeO + O_2 \rightleftharpoons MeCO_3$

### Transporte de CO<sub>2</sub>

El transporte de CO<sub>2</sub> se realiza siempre en estado líquido y seco. Los sistemas de transporte son tuberías, barcos y camiones dependiendo de las cantidades y la distancia al punto de almacenamiento. En general, el transporte por tubería puede resultar el más atractivo económicamente con lo que la competencia en los barcos no es de tipo económico sino logístico tal como puede ser el traslado entre países. El transporte por camiones es un sistema caro y de muy poca capacidad por lo que su virtualidad se encuentra en suministros puntuales.

Actualmente existen más de 3000 km de tubería para transporte de CO<sub>2</sub> de la que su mayor parte se encuentra en Estados Unidos y Canadá y se utiliza para aumentar la recuperación de petróleo en yacimientos situados a varios cientos de kilómetros de distancia.

La tecnología de transporte en barco para el CO<sub>2</sub> es totalmente similar a la de los barcos metaneros con una capacidad aproximada de unas 300.000 toneladas.

## **Almacenamiento del CO<sub>2</sub>**

Las formas de almacenamiento de CO<sub>2</sub> se pueden dividir en tres grandes grupos:

a) **Estructuras geológicas.**- Dentro del primer grupo se pueden distinguir distintos tipos tales como yacimientos de gas o petróleo depletados, acuíferos salinos profundos y capas de carbón no explotables.

Anteriormente se ha citado la posibilidad de uso del CO<sub>2</sub> para su inyección en yacimientos petrolíferos para aumentar su producción. Del mismo modo, un yacimiento de gas o petróleo que han acabado su fase productiva pueden servir como grandes almacenes de CO<sub>2</sub>.

La tecnología de inyección mediante sondeos profundos de acuíferos salinos se viene utilizando con mucho éxito para la eliminación de líquidos contaminados, salmueras, etc. Esta técnica es de total aplicación para el almacenamiento de grandes cantidades de CO<sub>2</sub>.

Existen en el mundo gran cantidad de yacimientos de carbón no explotables y que pueden actuar como almacén de CO<sub>2</sub> absorbiéndolo estructuralmente dentro del propio carbón. Al igual que la inyección de CO<sub>2</sub> en capas de carbón pueden desplazar al metano contenido en ellas lo que puede permitir un aprovechamiento energético muy interesante.

b) **Fondos oceánicos.**- El uso de los fondos marinos como medio de eliminación de CO<sub>2</sub> no ha sido estudiado con detalle en los aspectos de la incidencia ambiental que pueda representar

c) **Ecosistemas terrestres.**- Es una opción teórica de fijación en la vegetación, incrementando el crecimiento de ésta, de la cual no hay de momento propuestas concretas.

### **Estimación de costes.**

.Actualmente, el coste por tonelada de CO<sub>2</sub> evitada se puede situar entre 30 y 60 €. La Unión Europea en su VI Programa Marco se plantea como objetivo la disminución de este coste a entre 20 y 30 € mientras que Estados Unidos en una mayor proyección de futuro en su Programa Unión 21 se marca como objetivo los 10 €.

### **Actuaciones en España.**

De las distintas tecnologías de captura y almacenamiento, España está desarrollando proyectos encaminados a mitigar el fuerte incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Repsol se ha planteado la posibilidad de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en yacimientos repletados como es el caso del proyecto CASTOR encaminado a usar la plataforma Casablanca para almacenar el CO<sub>2</sub> procedente de la Refinería de Tarragona. Del mismo modo se estudia el uso del proyecto GAVIOTA en el litoral de Vizcaya para almacén de gas natural o CO<sub>2</sub>.

En proyectos de mineralización de CO<sub>2</sub> tanto en procesos de precombustión como en combustión participa el Consejo Superior de Investigaciones Científicas dentro del VI Programa Marco estudiando el uso de óxidos de calcio.

El CIEMAT lidera un proyecto singular estratégico que comprende distintas partes de captura de CO<sub>2</sub> en precombustión, combustión y descarbonatación en colaboración con ELCOGAS, ENDESA e INCAR respectivamente. Otro sobre almacenamiento geológico en colaboración tonel IGME. Finalmente, está implantando un laboratorio de tecnologías avanzadas situado en el Bierzo para el fomento del uso limpio del carbón, procesos de limpieza de gases y captura de CO<sub>2</sub>.

## II.7.- LA OPCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En los capítulos I y III se ve cual es el desglose de los consumos energéticos, la electricidad representa una pequeña parte en la energía final, mientras que los combustibles son el consumo mayoritario, tanto para calentamiento, como para transporte y automoción. Si queremos que las energías renovables sean un componente importante del sistema energético se ha de buscar una participación en la sustitución de combustibles, no sólo en la generación de electricidad que es el uso mayoritario en la actualidad.

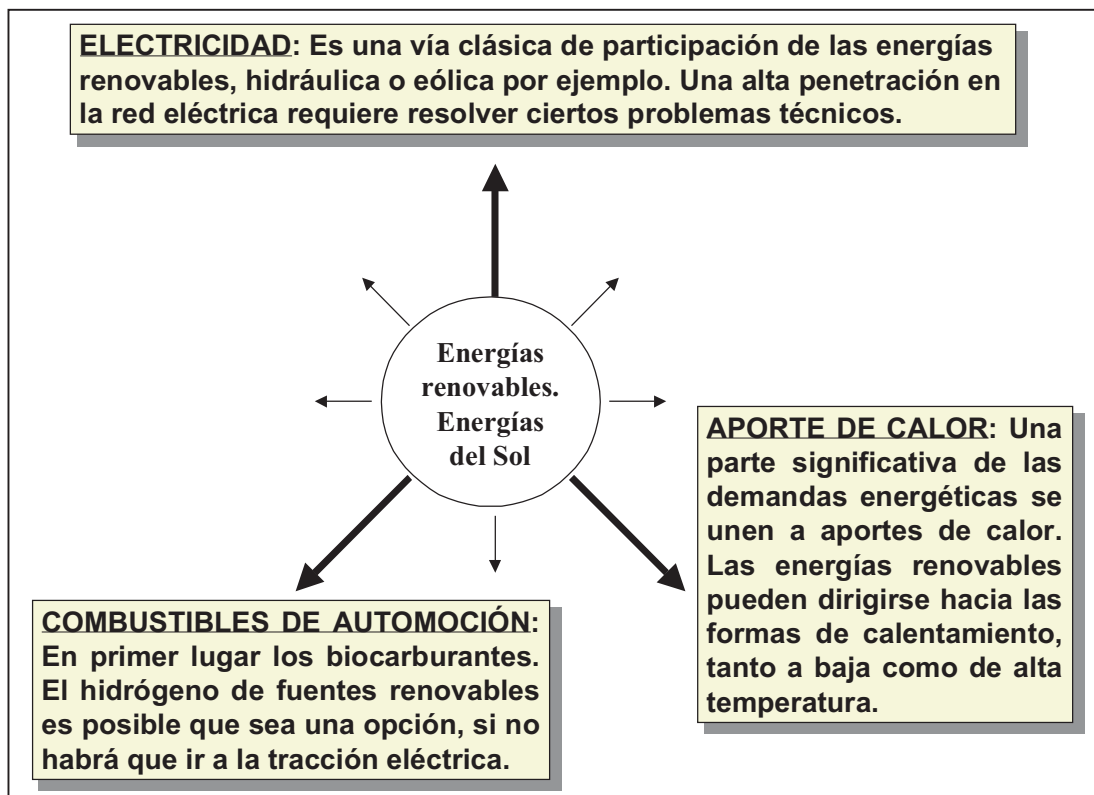


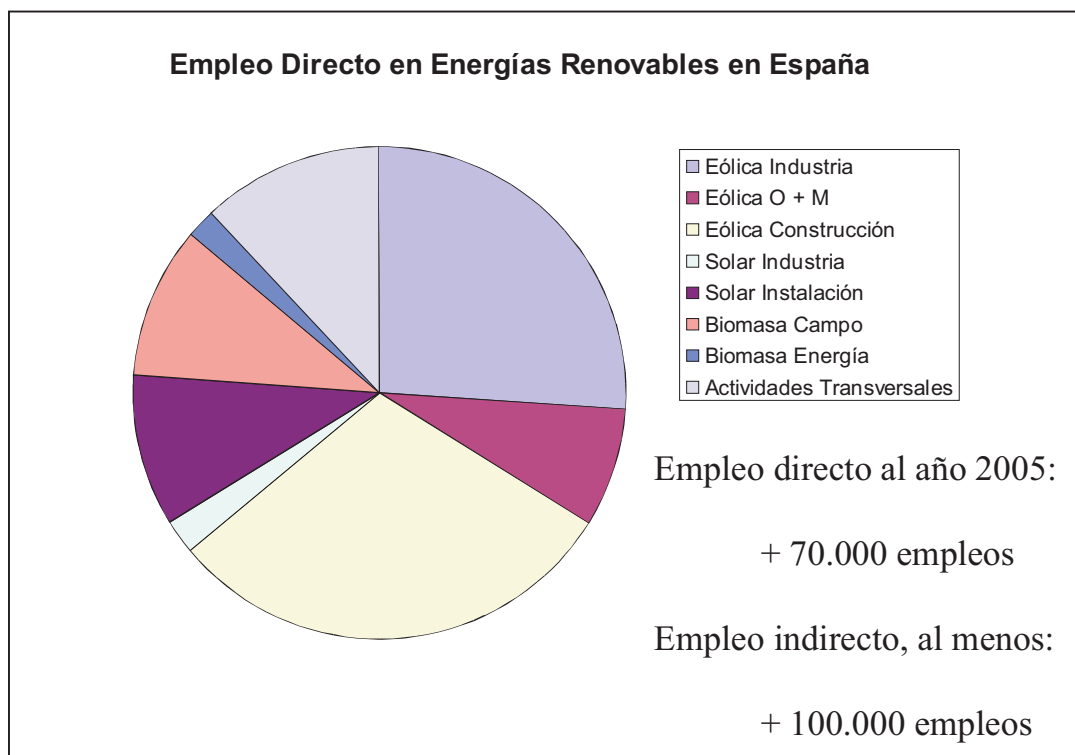
Figura II – 12.- Las energías renovables han de atender los diversos consumos energéticos

En la figura II – 12 se esquematiza el esquema de transformación de las energías renovables hacia los tres tipos de consumos, combustibles y electricidad. En los siguientes apartados de este capítulo se va a hacer una breve referencia a: primero los aportes de calor, luego los combustibles de automoción, y finalmente la generación de electricidad. Para terminar con una reflexión sobre los retos de innovación y desarrollo tecnológico.

En España hay un Plan de Fomento de las Energías Renovables, PER, y a él, a sus objetivos se hará referencia en los apartados siguientes; en ellos no se comenta la energía hidráulica pues su potencial de crecimiento es bajo en nuestro país. Tampoco se va a considerar la energía de las olas o de las mareas, que previsiblemente en el periodo que se contempla en este estudio, hasta el año 2030, no tendrán participación significativa.



Aunque sea brevemente se quiere hacer una mención a que las energías renovables son una fuente de generación de empleo y de desarrollo industrial. Por ello la apuesta por su extensión tiene la componente de ser energía limpia pero también de opción por búsqueda de actividades de generación de valor añadido sin incremento de nuestra intensidad energética.



**Figura II - 13.- Estimación del empleo ligado a las energías renovables en España**

Desde diferentes fuentes se estima que en España, entre empleo directo e indirecto, se han creado más de 150.000 puestos de trabajo. En la figura II 13 se da una estimación propia con el correspondiente desglose.

Este volumen de empleo se podría triplicar para el año 2030 si se hace un plan de desarrollo amplio de estas energías, con fabricación propia de equipos y sistemas, y sobre todo con un esquema de obtención de biomasa de nuestros propios recursos, con cultivos energéticos y con cuidado y limpieza del entorno agrícola y forestal.

## II.8.- CALENTAMIENTO CON ENERGÍA SOLAR

Se dispone ya de una tecnología madura para atender las demandas energéticas del agua caliente de uso sanitario, las instalaciones funcionan cumpliendo en general las expectativas que en ellas se han depositado, sobre todo si ha habido una adecuada puesta en obra y se cuenta con la oportuna vigilancia y mantenimiento.

En España no se han instalado muchos paneles en los edificios de viviendas particulares y en los de uso público, sólo unos 800.000 m<sup>2</sup>, lo que es una cifra corta si se compara con los valores de algunos otros países europeos, Grecia o Alemania. Sería deseable que en todos los hoteles y edificios similares de las zonas turísticas se hubiera avanzado en este tipo de aplicaciones.

Hubo un periodo, en el inicio de esta aplicación, con fallos en la ejecución de las instalaciones o en su mantenimiento, que hoy está resuelto, en buena medida gracias a las políticas de cualificación de las empresas instaladoras, por ejemplo la de la Comunidad Autónoma de Andalucía, Programa PROSOL.

C. A.	Superficie (m <sup>2</sup> )
Andalucía	1.123.637
Aragón	92.578
Asturias	50.832
Baleares	436.836
Canarias	478.685
Cantabria	22.357
Castilla y León	291.873
Castilla-La Mancha	302.511
Cataluña	571.881
Extremadura	171.491
Galicia	61.811
Madrid	436.327
Murcia	163.224
Navarra	89.878
La Rioja	21.060
Comunidad Valenciana	447.459
País Vasco	130.421
Total	4.900.433

**Figura II – 14.- Superficie dedicada a la generación solar térmica propuesta en el PER para 2010**

El PER propone un desarrollo ambicioso en el período que va hasta 2010, incluyendo a todas las comunidades autónomas, y dirigiéndose a instalaciones en viviendas y en edificios de uso público. Aunque mucho nos tememos que el objetivo de casi 5.000.000 m<sup>2</sup> allí propuesto no vaya a cumplirse en tan corto tiempo, ya que significa multiplicar por cinco la superficie hoy instalada. Figura II – 14.

Lo cierto es que no debiera ser difícil avanzar en la penetración de esta forma energética. El Código Técnico en la Edificación recientemente aprobado apuesta por esta solución. Su uso hace posible que la sociedad participe de su auto abastecimiento, aunque sólo sea en una parte, y comience a valorar el hecho energético más de cerca.

También en nuestro desarrollo turístico sería positivo un esfuerzo de avance rápido en las instalaciones en hoteles, en restaurantes y en otros servicios; serían una llamada de atención hacia la nueva cultura del uso eficiente de la energía, tanto para los visitantes foráneos como para los propios españoles.

En este documento hay una decantación hacia apostar por los paneles solares de uso térmico en edificios, con preferencia a los de electricidad fotovoltaica, sin descartar estos, pero los niveles de inversión en térmica son netamente inferiores para una misma recuperación de energía solar. Ya se verá más adelante una estrategia específica sobre fotovoltaica.

Pero además en relación con la energía solar térmica se ha de demandar investigación y desarrollo tecnológico a fin de conseguir mejores prestaciones, que se traducen en temperatura más alta del agua caliente, y en mayor recuperación energética por unidad de superficie de placa o del dispositivo que se utilice.

Hay que pensar en nuevos materiales, tanto en tubos, como en las superficies reflectantes y traslúcidas a la radiación solar con las que se construyen los paneles; de forma que se reduzcan los retornos de radiación a la atmósfera y se capta más energía por superficie útil. También será preciso ensayar diseños nuevos, incluida la concentración solar.

Todo esto está en el ámbito de preocupaciones de los científicos y técnicos que trabajan en este campo. Es presumible que en una década la energía solar se extienda hacia aplicaciones más amplias que las actuales: calefacción de edificio y calentamiento de fluidos de uso industrial, agua, vapor u otros.

Se entiende que en un par de décadas podría haber un cambio significativo en las demandas de energía para calentamiento, al menos durante un largo periodo del año en países como España con buena radiación solar. El ahorro en el consumo de combustibles de uso directo, en este caso gasóleo y gas natural es un reto que se debe acometer con presteza.

## **II.9.- BIOMASA COMO COMBUSTIBLE DE USO DIRECTO Y PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD**

### **Combustible de uso directo**

En ese esquema de intentar reducir el consumo de combustibles de uso directo hay que considerar la extensión de la biomasa, que ya representa un aporte importante a nuestro sistema energético, unos 3 millones de tep.

Hay que señalar que nuestros montes no siempre están limpios, la maleza a veces tiene difícil aprovechamiento, pero otras veces puede utilizarse como leña, o bien astillarse y transformarse en material de fácil transporte y almacenaje; también se puede convertir en pellets o en otros aglomerados. Eso mismo ocurre con infinidad de restos de pallets u otras maderas que vemos tirados en cualquier parte.

Se estima que es posible pensar en unos 10 millones de t/a adicionales a los que ya se recuperan, es decir al menos otros 3 millones de tep en todo el Estado, incluyendo todo tipo de residuos leñosos. Parece necesario un esfuerzo en recuperación de esa biomasa, que en la actualidad se descompone en su entorno, con un cierto aporte orgánico, pero muchas veces termina en fuegos e incendios, enviando su CO<sub>2</sub> a la atmósfera sin ningún tipo de aprovechamiento.

También es importante avanzar en el diseño de equipos adecuados para el uso de esa biomasa, con el mayor grado de automatización posible, para hacerlos de más fácil uso. Hay que señalar que ya existen diseños en el mercado para calefacción de edificios con alimentación regulada, que quizás necesitan una labor de promoción.

Es importante dirigir los residuos de biomasa leñosa al uso directo como combustible, ya que en esta aplicación se pueden conseguir rendimientos en torno al 70%, e incluso superiores, mientras que la generación de electricidad supone bajar a cifras entre el 20 y el 30%, es decir hay una diferencia significativa.

Pero la extensión de estas aplicaciones, por ejemplo en calefacción de edificios de uso público, requiere un esfuerzo de inversión en el cambio de las tradicionales calderas de gasóleo o gas a otras para estos combustibles sólidos, así como una mayor dedicación de personal a atender las nuevas instalaciones.

Por el contrario no hay que pensar en elevados costes de este combustible, las subidas habidas en los precios del petróleo ya hacen competitivos tanto a buena parte de la leña que se puede recuperar, como a los derivados de ella, más elaborados y de precio más elevado que ésta. La leña de uso directo en los entornos rurales tiene un precio por unidad energética mitad que el correspondiente al butano.

La gestión de biomasa en un planteamiento como este supondría la creación de nuevos nichos de trabajo rural, que además estarían cerca de los lugares de uso, con lo que ello supone de valoración social de este empeño energético. Aquí el papel de las Comunidades Autónomas puede ser definitorio; los casos de Andalucía, Castilla y León y Galicia pueden ser significativos a este respecto.

## **Generación de electricidad**

Otras biomásas residuales no son fáciles de utilizar como combustibles de uso directo, los residuos de invernadero, o las defecaciones de animales de granja, por ejemplo; aquí la producción de biogas es una opción interesante, que luego pueden dirigir el gas resultante a uso como combustible o a generación de electricidad.

En España ha habido un avance significativo en las transformaciones a biogas, pero que deben ampliarse, por ejemplo a los ya citados residuos de invernadero. Hay que señalar la recuperación del gas en los vertederos controlados como una alternativa muy aceptable de tratamiento y de generación de electricidad con motores de combustión.

Hay plantas de generación de biomasa con paja, en Navarra, con residuos de limpieza de montes, en Ourense, o con residuos de la industria olivarera, en Jaén o en Ciudad Real. También hay generación de electricidad con residuos de la industria maderera u otros. Hay que señalar que estas plantas precisan una cantidad de combustible disponible para alcanzar dimensiones mínimas de diseño.

La solución de la recuperación de residuos olivareros es muy adecuada por el volumen de ellos disponibles, su bajo coste de gestión, y su carácter de contaminante, que hace precisa su eliminación. Su implantación debiera extenderse a los diversos casos que aparecen en nuestro entorno agrícola y ganadero de residuos de difícil gestión, por ejemplo los de las granjas avícolas que ya se utilizan en el Reino Unido para este fin.

La paja debiera ir buscando una utilización en la producción de biocarburantes, ya se están haciendo ensayos al respecto. Y la limpieza de montes en unos caos puede ir a generación de electricidad, pero en la medida que fuera posible sería interesante llevara a combustible de uso directo, como se ha dicho anteriormente.

En este sentido se entiende que la generación de electricidad con biomasa crecerá de forma moderada, mientras que otras transformaciones pudieran evolucionar de forma más rápida o con valores finales más elevados de recuperación energética.

## **II.10.- BIOCARBURANTES**

### **Biodiesel**

Es el combustible que sustituye en los vehículos al gasóleo, bien en camiones, en autobuses o en automóviles privados; en ese sentido tiene un primer interés en España en la medida que nuestra demanda de este carburante es elevada, más del doble que la de gasolina, y nuestras refinerías de petróleo no pueden atender la demanda actual, haciendo necesaria una importación complementaria.

Se obtiene de aceites vegetales. En España ya se ha desarrollado a este fin el reciclado de aceites de fritura usados, existen varias plantas de pequeña capacidad que se basan en empresas de inserción o en estructuras de economía social en la recogida de estos aceites; pero respecto a esta materia prima hay que resaltar su limitado volumen de disponibilidad.

Se proponen varias plantas que en conjunto pueden suponer del orden de un millón de t/a a producir dentro de unos pocos años. Estas instalaciones se ubicarían mayoritariamente en puertos, aunque algunas estarán en el interior del país. Es previsible una importación significativa de semillas oleaginosas o aceites, por ejemplo de soja o de palma, para utilizarlos como materias primas en esas instalaciones, sobre todo las ubicadas en puertos.

Se está potenciando un comercio internacional de materias primas que favorece las exportaciones de terceros países, pero sobre estas habría que prestar atención al ciclo completo de su producción, tratando de evitar formas de cultivo en esos países que: o bien expulse pequeños agricultores de sus tierras de trabajo, o den lugar a agresiones a la biodiversidad.

Los cultivos de oleaginosas en nuestro país, por ejemplo girasol, colza o soja, suelen tener productividades agrarias bajas, inferiores a las de otros países como Francia o Austria; somos un país con lluvias escasas y con tierra de cultivo no muy fértil, eso sí, disponemos de sol. La Unión Europea debería reflexionar en conjunto sobre el tratamiento económico diferenciado que habría que dar a los distintos entornos agrícolas de Europa para desarrollar los cultivos energéticos aquí.

Sería conveniente que se dibujara un esquema español al respecto, incluso se diseñara un plan, de fomento de cultivos oleaginosos que tuvieran asegurado un tratamiento económico específico para facilitar su transformación en biodiesel en instalaciones próximas a las áreas de cultivo, con ello se defendería una parte del empleo que se puede perder en el mundo rural y se evitaría el abandono de tierras, nos estamos refiriendo a los efectos de la Política Agrícola Común a partir del año 2008.

## **Bioetanol**

Procede de una diversidad de materias primas en las cuales hay azúcares libre o que lo pueden ser. La fermentación del jugo de la caña de azúcar ha sido el primer y principal origen de este biocarburante, es el caso de Brasil, quien sustituye la mitad de su teórica demanda de gasolina con el bioetanol.

Se obtiene también de los cereales, trigo o cebada, que una vez tratados en un proceso de hidrólisis pueden pasar a una etapa de fermentación que da el alcohol. Son las instalaciones que hay en varios países europeos, entre ellos España; aquí en las proximidades de los puertos de Ferrol y Cartagena, y en Salamanca. El fenómeno de importación de materias primas se vuelve a repetir como en el caso del biodiesel.

El etanol se utiliza en la formulación de la gasolina, en forma de aditivo, ETBE, que sustituye a las antiguas sales de plomo para dar el octanaje requerido. Las refinerías de petróleo lo adquieren y así pasa a la gasolina. Pero hay que pensar en aplicaciones más amplias, en mezcla directa con la gasolina en proporciones de hasta el 20%.

En España la disponibilidad de materias primas es diversa. Por un lado están los cereales, cuya productividad agraria no es muy elevada; como orden de magnitud hay que pensar en algo menos de 3.000 kg por hectárea de cultivo, y esto supone menos de 800 litros de alcohol por hectárea.

Es preciso pensar en saltar hacia otros cultivos, quizás más difíciles de tratar en la parte de transformación industrial en alcohol, como son los tubérculos que requieren un proceso previo de hidrólisis más intenso que los cereales, pero cuyas las productividades agrícolas pueden ser más elevadas, y pidieran llegar a resultados finales en el entorno de 2.000 litros por hectárea, e incluso mayores.

Hay que recordar que vamos a perder cultivos de remolacha en esa evolución a abrir los mercados al azúcar provenientes de terceros países. Ya se ha ensayado el cultivo de la "pataca" como solución alternativa que presenta buenos parámetros de productividad agraria en la mitad norte y oeste del país.

Pero el cambio ha de ir hacia la búsqueda de productividades finales agrarias o forestales elevadas, con cultivos de herbáceas o leñosas de corta rotación, adecuadas a nuestro entorno, que no introduzcan distorsiones ambientales significativas, pero que pudieran acercarse al valor de 5.000 litros por hectárea, valor que en un país como el nuestro con superficie amplia podría hacer viable una participación elevada de los biocarburantes en el suministro de combustibles de automoción.

Ese planteamiento en lo que respecta a evolución tecnológica se refleja en la figura II 15, en la cual se indica que ya se está trabajando en España en tecnologías adecuadas a los materiales celulósicos y hemocelulósicos, al igual que en otros países de latitudes similares a las nuestras, y por lo tanto con disponibilidades vegetales parecidas. Más adelante se vuelve sobre este tema.

Parece que en el entorno español es factible pensar en un volumen de producción de bioetanol significativo, con materias primas propias quizás se podría llegar a plantearse niveles del orden de 3 a 5 millones de tep, pero para ello habría que estructurar el tema con un amplio diálogo social y consideraciones ambientales al respecto.

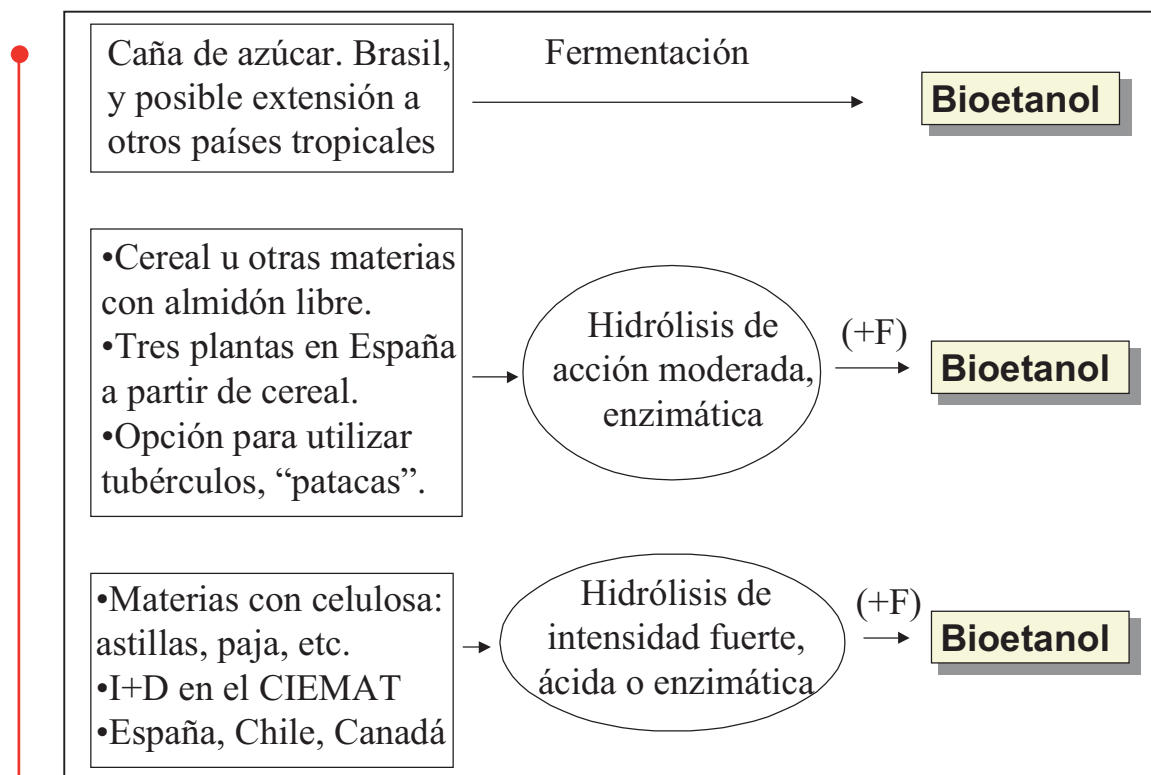


Figura II - 15.- Esquema de líneas posibles de tratamiento de materias primas para obtener bioetanol.

En primer lugar habría que establecer un esquema europeo respecto a la regulación económica de la producción de biocarburantes en general y bioetanol en particular, analizando las ayudas públicas a prestar en cada caso, pues los entornos agrícolas y forestales son distintos en cada región europea.

Luego habría que equilibrar productividad en campo con equilibrio ambiental, no se debe deteriorar el terreno, ni emplear en exceso fertilizantes o plaguicidas, aparte de un uso racional del agua. Las experiencias pasadas de valoración excesiva de la productividad agrícola o ganadera para usos alimentarios ha llevado a resultados ambientales y sociales funestos en varios casos.

Por último habría que reflexionar sobre el tema de producción propia frente a compras de materias primas, o productos derivados, en otros países que precisan de exportar para equilibrar su economía; la cuestión tiene pros y contras que deben analizarse con cuidado y transparencia.



## **Objetivos globales en biocarburantes**

Parece importante reflexionar en cuales pueden ser las disponibilidades finales de biodiesel y bioetanol, sus formas de uso, y las transformaciones que se debieran dar en los parques de vehículos. En ello deberá tener su parte de valoración numérica la oferta previsible de gasolina y gasóleo, más el uso de gas natural en transporte.

La estructuración de cultivos en nuestro país, y en los de otras regiones del mundo que nos puedan abastecer, no debiera estar sometida a bandazos, que distorsionan la economía agrícola, pero que además harían poco creíbles las soluciones energéticas y sociales de futuro.

En la actualidad la Unión Europea se plantea alcanzar un 5,75% de participación de los biocarburantes en la demanda de la automoción y el transporte para el año 2010, eso supone 2 millones de tep en el caso español. No parece que se vaya a cumplir el objetivo para el conjunto de la Unión, quizás en España sí nos acerquemos al nuestro.

Plantearnos esquemas de futuro es difícil si esa reflexión y planificación, pero quizás podríamos pensar en llegar a la cuarta parte de nuestra demanda cubierta por biocarburantes en el entorno del año 2030; pero para que esto sea así hay que trabajar en firme desde ahora.

## **II.11.- ENERGÍA EÓLICA**

### **Presentación**

Aunque no es el objetivo de este capítulo profundizar en la historia de los aprovechamientos eólicos, citaremos algunos datos para observar su evolución en nuestro país. A su vez servirán de comparación con lo que ha sucedido en otros países en los que también se ha apostado por la promoción de la energía eólica.

Nos interesa aquí el uso eléctrico de la energía eólica. Ya en la actualidad ésta es la verdaderamente importante de sus formas de aprovechamiento y más lo será en el futuro. El uso eléctrico de la energía eólica queda acotado en el tiempo por el período que comienza en el siglo XX. No así otros usos como la navegación o la molienda.

En este sentido hemos de decir que en los últimos 25 años se ha producido una evolución verdaderamente importante de los aprovechamientos eólicos. Hemos ido viendo cómo desde unas primeras experiencias con diversos tipos de máquinas, finalmente se ha ido normalizando el uso de los generadores eólicos de eje horizontal, con rotor de tres palas, con orientación a barlovento y diversos sistemas de control en la captación y optimización de la entrega de la potencia a las redes eléctricas.

Una vez instituido este tipo de máquina como forma habitual de captación, es previsible que de cara al futuro la evolución de estos generadores vendrá caracterizada sobre todo por el aumento de su tamaño (potencia) y la mejora de sus sistemas de control (sobre todo en la medida en que diversas normativas planteen nuevas exigencias para su funcionamiento en la red eléctrica, como puede ser la mejora frente a huecos de tensión).

En lo que se refiere a las instalaciones, tras un período de tiempo experimental, se ha ido pasando luego a las grandes superficies terrestres ocupadas por parques eólicos participados por varias empresas, se ha evolucionado también hacia la posibilidad de los pequeños parques eólicos explotados por cooperativas y, cada vez más, acudiremos a la utilización de este tipo de instalaciones en el mar.

### **Estado actual de la energía eólica en España**

Como se dijo con anterioridad, no resulta aquí crucial hacer un repaso de la evolución histórica de los aprovechamientos eólicos. Baste decir, a este respecto, que esta evolución se ha caracterizado principalmente por los siguientes hechos:

1. En el nivel continental, Europa es líder indiscutible en producción de energía eólica, así como en fabricación de aerogeneradores.
2. En el nivel europeo, Alemania es líder en producción seguida de España (que, por cierto, se sitúa por delante de dos grandes productores de bienes de equipo no europeos, como Estados Unidos y Japón). Un pequeño país como Dinamarca se encuentra en los primeros puestos y, además, sus empresas son de las más importantes del mundo. El liderazgo industrial, pues, no tiene aquí tanto que ver con las dimensiones productivas.
3. En el nivel español, hay varias comunidades autónomas en las que se ha apostado por la energía eólica. Galicia es una de ellas, podemos decir que es líder actual en producción. Aquí sí definitivamente parece no estar relacionado todo ello con un liderazgo industrial.

Para tener una idea de la importancia que se ha concedido a los aprovechamientos eólicos, añadamos algunos datos. Según datos de Red Eléctrica, la potencia instalada eólica por comunidades autónomas a finales del año 2005 era la que puede verse en la tabla presentada en la figura II – 16.

Comunidad autónoma	Potencia eólica instalada a finales de 2005 (MW)
Galicia	2.401
Castilla-La Mancha	1.820
Castilla y León	1.762
Aragón	1.409
Navarra	986
Andalucía	467
La Rioja	420
Asturias	162
Canarias	152
País Vasco	145
Cataluña	84
Murcia	59
Comunidad Valenciana	20
Baleares	3

**Figura II – 16.- Potencia eólica instalada a finales de 2005 por comunidades autónomas**

En los datos publicados por Red Eléctrica no figura potencia instalada en comunidades como Cantabria, Extremadura y Madrid, así como en las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla. Tengamos en cuenta que el presente documento se escribe mediado el año 2006, con lo que naturalmente las cifras han variado desde finales de 2005, sobre todo teniendo en cuenta el rápido crecimiento del sector.

A su vez, añadamos que esos más de 10.000 MW instalados en España a finales de 2005, se distribuían en 483 parques. El ritmo de crecimiento con respecto a 2004 fue algo más lento que el del año anterior, lo cual podría ser achacable al estancamiento de los proyectos en fases de trámites administrativos.

Si Galicia lidera el sector en España, no podemos decir lo mismo de sus provincias, ya que es en este caso la de Zaragoza, con 1.110 MW en 51 parques eólicos, la que más potencia instalada tiene. Si bien es cierto que la provincia de A Coruña cuenta con 833 MW en 45 parques eólicos, a los que se han de añadir 162 MW en 6 parques compartidos con la provincia de Lugo. Esta provincia es superada también por Navarra, figura II – 16.

A lo largo del año 2005 se ha instalado en España una potencia eólica de más de 1.500 MW en 62 parques eólicos. El crecimiento con respecto a la potencia que hasta entonces había instalada fue de casi un 18%. Hay que decir, también, que las máquinas son cada vez más grandes, de manera que la potencia media unitaria de la potencia instalada fue de 1.342 kW.

No obstante, no se trata aquí de establecer una competición entre comunidades autónomas, sino de hacernos una idea de cómo en las diversas zonas de España se ha ido apostando en mayor o menor medida por este tipo de energía. De alguna manera, lo que aquí nos importa es centrarnos más en lo relativo que en lo absoluto.

En “defensa” de algunas comunidades que no se han aplicado en este tema, hemos de añadir que el atlas eólico de España (atlas en el que se refleja la capacidad eólica por disponibilidad de viento) señala una capacidad desigual entre comunidades autónomas. Ello responde, naturalmente, a que las medidas realizadas en diversos lugares han revelado que, efectivamente, no todas las zonas tienen igual potencial energético debido al viento.

Así, las zonas más aptas en todo el territorio son el noroeste peninsular, parte de la cuenca del Ebro, el área del estrecho y algunas zonas de Castilla-La Mancha. Podemos añadir las Islas Canarias, que como luego veremos, constituyen un caso singular. En buena parte del resto del territorio español los aprovechamientos eólicos tienen menor potencial.

Para mostrar lo anterior, veamos el reparto que, en el mismo año (2005), y siempre según datos de Red Eléctrica, presentó el aporte energético. Lo vemos en la figura II – 17. Se ha respetado el orden de la tabla de la figura II 16, que, si antes era descendiente, por cantidad de potencia instalada, vemos ahora que no lo es por energía aportada.

Obsérvese cómo Galicia, que a finales del año 2005 tenía poco más del 24% de la potencia eólica instalada, aportaba por encima del 27% de la energía, lo que nos lleva a pensar que es una comunidad con mayor potencial eólico (por aporte del viento e independientemente, ahora sí, del territorio ocupado) que, por ejemplo Castilla y León, que con un porcentaje mayor del 18% de la potencia instalada aportaba menos de un 15% de la energía.

Obsérvese también el gran aporte energético de la comunidad aragonesa, de potencia instalada inferior a Castilla Y León o Castilla La Mancha, pero con un aporte energético claramente superior. Tanto Galicia como Aragón se señalan, en los Atlas Eólicos, como comunidades en las que existen lugares con velocidad media del viento elevada.

Comunidad autónoma	Energía eólica aportada en 2005 (GWh)
Galicia	5.582
Castilla-La Mancha	3.215
Castilla y León	3.163
Aragón	3.156
Navarra	2.447
Andalucía	983
La Rioja	907
Asturias	356
Canarias	318
País Vasco	241
Cataluña	240
Murcia	74
Comunidad Valenciana	12
Baleares	11

**Figura II – 17.- Energía eólica aportada a la red en 2005 por las distintas comunidades autónomas**

Naturalmente puede haber otras causas como la indisponibilidad de los parques por operaciones de mantenimiento o por paradas diversas, pero posiblemente las tendencias hacia el futuro vengán marcadas por cifras como las dadas, por lo que la relación entre ambas tablas puede ser un indicador de interés. Aunque pudiera suceder que cambien las tendencias y algunas comunidades frenen su crecimiento mientras en otras continúe.

La eólica supuso más del 7% del consumo energético eléctrico en España en el año 2005, con una punta superior al 30% diaria. En términos instantáneos (potencia, no energía), la punta llegó a casi el 21%. Con respecto a la generación eólica en el año 2004, hubo un crecimiento del 27% en términos energéticos. A su vez, la eólica supuso más del 40% de la producción eléctrica debida a las renovables, superando a la hidráulica y situándose ya como líder indiscutible entre ellas.

No sólo el potencial eólico es importante en la implantación de esta forma energética. Hay otra característica que, en ocasiones no se tiene en cuenta, cuando se compara la situación en diversas zonas, cual es el tamaño del territorio analizado, o al menos el tamaño del territorio aprovechable dentro de los territorios que se comparan.

Un ejemplo de lo dicho en el párrafo anterior es el hecho de que España tiene una potencia instalada superior a Estados Unidos, en un territorio mucho menor, lo que nos induce a pensar que si Estados Unidos hiciera el mismo uso que España de su territorio, potencialmente tendría mucha mayor capacidad.

Uniendo lo dicho en los dos párrafos anteriores, podemos vernos en un futuro no muy lejano ante el hecho de que Galicia vea frenado su crecimiento, por tener un territorio menor que, por ejemplo, ambas Castillas, cuyo crecimiento podría verse acelerado en próximos años.

No es menos cierto que Galicia todavía cuenta con una posibilidad futura, que es la introducción de una cierta cantidad de eólica marina, aunque su capacidad posiblemente sea menor que la de otras comunidades, dadas las características más abruptas de su costa.

En España, un caso peculiar es el de Canarias, comunidad autónoma en la que sí ha existido interés desde el inicio de los aprovechamientos eólicos, pero que figura en la "zona baja" de la tabla. Comunidad situada en la zona de circulación de los vientos alisios, lo que le confiere características privilegiadas para el aprovechamiento eólico, con vientos de una cierta constancia y poco racheados, a diferencia de lo que sucede, por ejemplo, en Galicia.

Hay que mencionar aquí, sin embargo, dos importantes factores que disminuyen el potencial eólico del archipiélago:

1. Extensión: la extensión del territorio canario no es grande, luego su capacidad eólica no podrá aumentar a valores como los de comunidades de mayor tamaño.
2. Insularidad: su aislamiento hace que haya de tener una red eléctrica poco robusta, lo que la convierte en poco apta para una elevada recepción de formas energéticas tan variables como la eólica.
3. Disgregación: además, el territorio se encuentra a su vez disgregado en pequeñas islas, lo que hace que la red eléctrica no sea compacta. Algunas islas están unidas por cables submarinos, aunque no es el caso de todas ellas.

En resumen, el territorio de Canarias pudiera ser apto para la captación eólica, por interceptar vientos con tendencia constante que transportan grandes cantidades de energía, pero las características de su territorio llevan a que el sistema eléctrico esté compuesto por varios pequeños subsistemas de escasa robustez e inercia. De manera que resulta poco apetecible, por parte de los gestores de la red, la introducción de formas energéticas de difícil control, como la eólica.

Todo ello, como decíamos, a pesar de que cuenta con un régimen de vientos, dominado por los Alisios, bastante regular y deseable para los promotores eólicos. Una cierta continuidad, vientos poco racheados, son más aconsejables para el adecuado funcionamiento de las máquinas, que sufren manifiestamente menos que si se ven inmersas en regímenes más discontinuos.

Canarias es, pues, un claro ejemplo de comunidad que difícilmente hará uso de todo su potencial eólico, debido básicamente a características derivadas de su insularidad. Ello quiere decir que aquellas comunidades que no se ven en condiciones de insularidad, como las peninsulares, tienen mayores capacidades de aceptación de energía eólica en función de sus características eléctricas.

Lo dicho anteriormente es válido a pesar de que España es en sí algo parecido a una isla energética, dada la escasa robustez de los enlaces con el resto del continente, lo que ha sido puesto de manifiesto en otros documentos con anterioridad.

### **Beneficios medioambientales de la energía eólica**

Finalmente, añadamos unos comentarios sobre lo que el aporte energético por parte de la energía eólica supuso en términos de reducción de la utilización de combustibles fósiles y, por tanto, en términos de beneficios medioambientales.

La Asociación Empresarial Eólica estima que el ahorro en combustibles fósiles debido a la presencia de la eólica en la red eléctrica española pudo ascender a 728 millones de euros en 2005. Esto se debe fundamentalmente a la reducción en la importación de gas y carbón.

En cuanto a la reducción de emisiones, pudiera deberse a la eólica un ahorro de la emisión de 14,7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, valorable en 294 millones de euros (20 euros/tonelada). Aun así, no olvidemos que España sigue muy alejada del cumplimiento de los compromisos de Kioto.

### **Aspectos industriales y sociales**

España se ha ido consolidando como una potencia a nivel mundial en los desarrollos eólicos. Hoy en día existen más de 30 fábricas en todo el territorio nacional que se dedican a la fabricación de componentes relacionados con la energía eólica. Se trata de fábricas de ensamblaje de aerogeneradores, de construcción de componentes (torres, palas, multiplicadoras...), y de sistemas de control.

Dos de las empresas españolas dedicadas a la fabricación de aerogeneradores ocupan lugares destacados a nivel mundial. Así, Gamesa, es el tercer productor mundial, y Ecotécnia el décimo. La danesa Vestas lidera el sector y no parece fácil desbancarla. Téngase en cuenta que Gamesa instaló a lo largo de 2005 más del 12% de la potencia eólica que se instaló en todo el mundo en ese período.

El sector eólico da trabajo, en la actualidad, a unas 30.000 personas en España. El trabajo generado no sólo lo es en fabricación y montaje, sino en empresas de mantenimiento, investigación y desarrollo, ingeniería. Previsiblemente en años venideros el sector seguirá al alza.

A medida que pasa el tiempo, se instalan más y más parques eólicos y los primeros parques

instalados necesitan cada vez de más operaciones de mantenimiento por agotamiento de las existentes. Algunos de ellos quizá sean, incluso, objeto de repotenciación en próximos años. Por tanto, el sector parece que pudiera estar activo todavía durante bastante tiempo.

Incluso en el nivel educativo la eólica ha tenido influencia en los planes de estudio, ya no de universidades, sino de institutos de Formación Profesional, como el de Cedeira, provincia de A Coruña, que desde hace años ha establecido un plan formativo para sacar a la calle profesionales del sector.

Un aspecto a considerar hacia futuro es el de aumentar la participación social en la propiedad y los beneficios de los parques eólicos, en particular esa presencia se debiera dar a las instituciones sociales del entorno geográfico de los parques, los ciudadanos de ellos son los que van a ver de forma continuada esas instalaciones, y la van a tener presente en sus vidas cotidianas. Esto ya se hace en Alemania, con una un buen grado de aceptación social a la energía eólica.

## **Eólica marina**

En el futuro (ya en la actualidad) los aprovechamientos eólicos marinos serán también instalaciones productoras de gran importancia e impacto en las redes eléctricas de algunos países. España, pese a una característica más bien abrupta de sus costas, no ha de ser menos productiva en ese sentido.

El PER contempla la instalación de unos 1.000 MW en el período que nos lleva a 2010. Pero téngase en cuenta que ya hay solicitudes para aproximadamente 6.500 MW en Galicia, Andalucía y la costa del mar Mediterráneo. La eólica marina ha de desarrollarse definitivamente. Entre sus ventajas se encuentra un mayor recurso eólico (basta consultar el Atlas Eólico Europeo y comparar zonas terrestres con zonas marinas), así como una posibilidad de obtener energía de mayor calidad.

Si nos fijamos en las ventajas medioambientales, si bien no plantea nuevas ventajas con respecto a la terrestre en lo concerniente a la reducción de emisiones, sí las presenta en lo que se refiere al impacto visual. La visibilidad de estos parques es menor que la de los terrestres, aunque su presencia puede servir para recordarnos que consumimos energía, al igual que lo hace ya la presencia de los parques eólicos terrestres.

No obstante, quizá no se conozca todavía el impacto que estas infraestructuras puedan tener sobre el propio medio marino. Se ha podido leer en alguna ocasión como algo positivo que las cimentaciones utilizadas en este tipo de máquinas pueden servir para crear arrecifes marinos, aunque quizá no se haya razonado suficientemente por qué la creación de arrecifes artificiales puede ser algo positivo para el océano.

Se han oído también opiniones en contra, tanto por la invasión de terrenos que hasta entonces pertenecían a otras formas de vida (colonias de algas como la Posidonia en el Mediterráneo) como por la irrupción en rutas utilizadas por bancos de peces (atunes en las costas gaditanas).

El impacto sobre los océanos, sin embargo, será previsiblemente mucho menor que el que ya está produciendo el cambio climático que, entre otras cosas, está contribuyendo a que se produzca una invasión de especies tropicales en el Mediterráneo, posiblemente procedentes del Mar Rojo, especies que obligan a las autóctonas a migrar o sencillamente desaparecer.

Pensemos que, en definitiva, la promoción de las energías renovables debiera servir para contribuir a frenar ese cambio climático, por ahorro de emisión de gases de efecto invernadero. Por tanto, habrá que hacer balance en algún momento entre distintas opciones de impacto y ver cuál conviene más al planeta.

Desde el punto de vista social, es previsible que su instalación vaya a requerir gran cantidad de personal directa o indirectamente. Lo mismo cabe decir de su mantenimiento en períodos de operación. Incluso podrían impulsar la economía de algunos astilleros, en los que podrían construirse no sólo las propias máquinas (como ya sucedió en algún astillero gallego), sino infraestructuras de apoyo a la construcción de los parques (barcos, grúas...). En las comunidades autónomas litorales los astilleros son importantes, y somos conscientes de que, pese a todo, es difícil que compitan con los de países orientales.

Lo anterior nos lleva directamente a una desventaja inmediata. Los costes serán mayores en estos parques, desde la construcción al mantenimiento. Esto parece inevitable. Y costes mayores nos llevan siempre a que, antes o después, el coste energético ha de repercutirse en la tarifa. Quizá tampoco ello sea negativo, pues también ha de ser un objetivo energético de cara al futuro la optimización del uso, es decir, el ahorro energético. Y parece que el ahorro es difícil de promocionar si no es mediante el encarecimiento.

## **Bombeo hidráulico**

Cuando se habla de bombeo se trata de la elevación de grandes cantidades de agua de determinadas cotas a otras situadas en un nivel superior. ¿Para qué? Pues para su posterior utilización dejando caer el agua de nuevo hacia las cotas inferiores. Es pues un sistema de almacenamiento de energía, que en el futuro nos ha de dar una capacidad de guardar excedentes de generación de electricidad con energía eólica, el correspondiente a los periodos de buen viento cuando la potencia eólica instalada sea más elevada que la actual.

Generalmente las empresas eléctricas generadoras que obtienen su energía del agua de los ríos, en centrales hidroeléctricas, pueden perfectamente explotar cuencas completas o bien varios embalses de una cuenca, tratando de aprovechar así un porcentaje elevado del desnivel total del río. Un ejemplo de ello podría ser la explotación de la cuenca del Sil por IBERDROLA, en los embalses que en sus inicios se conocieron como los Saltos del Sil.

La explotación de la cuenca consiste en el almacenamiento del agua y la turbinación de buena cantidad de ella, obteniéndose la energía que posteriormente se transforma en eléctrica. En ocasiones, debido a que en determinadas horas se tiene un exceso de energía en la red eléctrica, es posible parar la producción en las centrales hidroeléctricas e incluso revertir su forma de funcionamiento, de forma que puede darse la situación de que parte de esa energía excedente se utilice para el bombeo de agua a cotas superiores.

Ya que en esta sección se ha hecho referencia al caso particular de IBERDROLA, se mencionan algunos ejemplos de bombeo de esta empresa como ilustración del tema:

- Central hidroeléctrica de Conso, con tres grupos Francis reversibles de 70 MW por grupo y 33 m<sup>3</sup>/s bombeados, con una altura de impulsión de 193 m. Bombea entre los embalses de Bao y Portas.
- Central hidroeléctrica de Soutelo, con un grupo Francis reversible de 76 MW, un caudal de 16 m<sup>3</sup>/s y una altura de impulsión de 460 m. Tiene, además, un grupo Pelton de sólo turbinación. Bombea entre los embalses de Montefurado y Bao



- Central hidroeléctrica de Puente Bibey, con cuatro grupos Francis, siendo el cuarto grupo ternario (alternador-turbina-bomba), disponiendo, por tanto, de una bomba acoplada al eje de la turbina con doble rodete y doble aspiración. La potencia es de 64 MW y el caudal bombeado de 16 m<sup>3</sup>/s. La altura de impulsión es de 361 m. Bombea entre los embalses de Portas y Cenza.

Desde el punto de vista energético el proceso, en principio, no tiene lógica. Si se bombea agua a una cota superior y luego se deja caer esa misma agua, la energía aprovechable, debido a la vigencia de los principios termodinámicos, no puede ser superior a la consumida (contra la naturaleza es imposible ganar), ni siquiera igual (ni tampoco empatar).

No, efectivamente el balance energético final es negativo y tan sólo se explica el poder hacer uso de esta forma de almacenamiento cuando, por algún motivo, la energía y las instalaciones se desaprovechan en su adecuado funcionamiento, o bien puede considerarse esa energía a almacenar como “regalada”.

Eso primero fue lo que determinó la construcción del bombeo en décadas pasadas, había que contar con centrales térmicas que a baja carga, las de poca demanda eléctrica en las noches, funcionaban con malos parámetros operativos; era pues preferible tenerlas a plena carga en las noches, y utilizar el exceso de generación para bombeo hidráulico.

Luego, cuando los nuevos diseños de centrales térmicas las hacen funcionar bien con valores bajos de los mínimos técnicos, desaparece el interés energético de las centrales de bombeo, queda residualmente su valor como usar electricidad de bajo precio de las noches para almacenar y por el contrario producir en las horas punta que son las de más elevado precio de la electricidad.

En la actualidad nos encontramos con la expectativa de una electricidad “regalada”, la de los parques eólicos cuando den exceso de generación sobre el que puede gestionar la red. Esto obliga a replantearse el bombeo, concebirlo para una gestión de periodos largos, y preferentemente con una operación centralizada por parte del gestor técnico de la red.

Para ello habrá que establecer el adecuado diálogo social y ambiental para que haya una aceptación de los embalses de bombeo. También será preciso reconsiderar la redistribución geográfica y social de los beneficios de la eólica, y los sacrificios regionales que suponen la aceptación de esos embalses de bombeo.

## Expectativas de futuro en energía eólica

El objeto de este informe es intuir el futuro, con todas las incertidumbres que ello conlleva. Hasta aquí se han hecho consideraciones técnicas, que nos dicen que la potencia eólica puede crecer de forma significativa; es hora de que se piense en el impulso político si se quiere avanzar en el desarrollo de las energías renovables, que incluye como se ha dicho más arriba un diálogo social y ambiental.

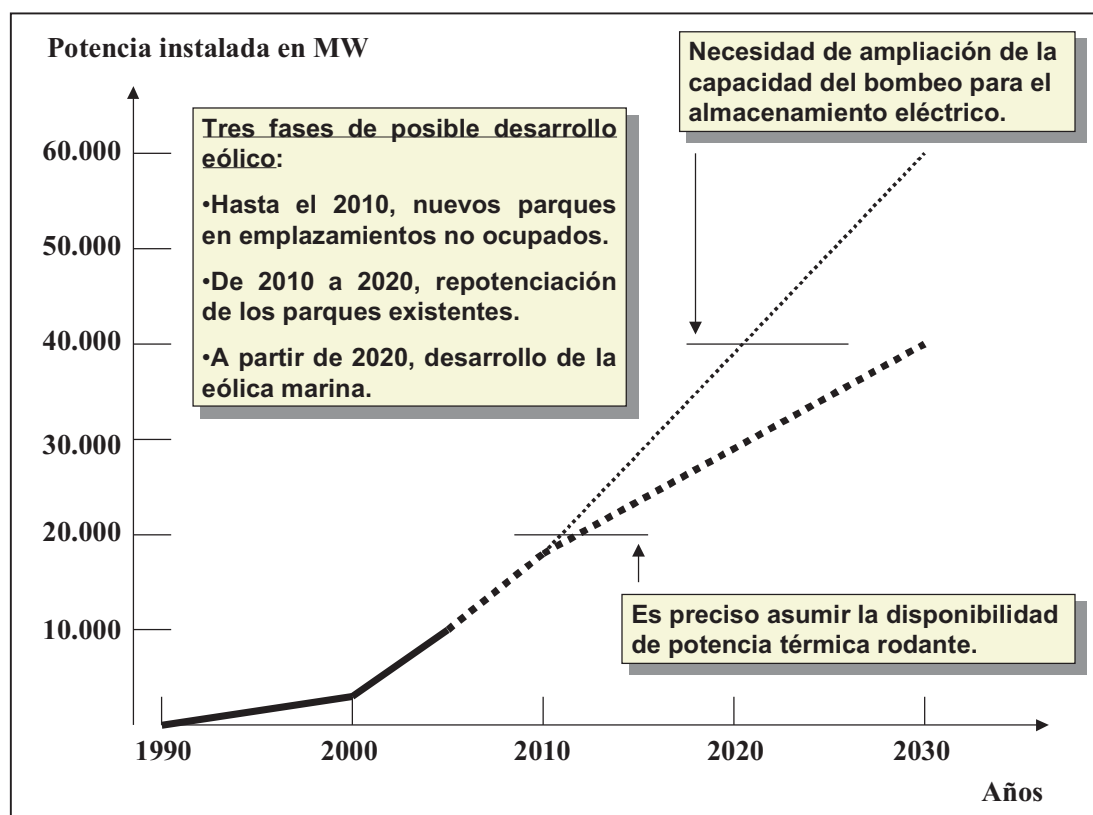


Figura II – 18.- Posible evolución de la potencia eólica en España

En este informe se plantea que llegar a 40.000 MW instalados en el año 2030 debiera ser un objetivo ineludible, sabiendo que en ello hay que contar con costes extras de generación, por ejemplo los derivados de disponer de potencia térmica rodante, que estará sólo operativa en la medida que no se disponga de viento.

Pero no se debiera dejar sin un intento serio llegar a niveles de potencia más elevados, por ejemplo 60.000 MW, que obligan a premiar los modos de consumo eléctrico que se adapten a la disponibilidad de viento, pero que también demandan esos desarrollos de los embalses de bombeo hidráulico. En la figura II – 18, se esquematiza este planteamiento.

## **II.12.- ELECTRICIDAD DE ORIGEN SOLAR**

El PER ha marcado entre sus objetivos el conseguir tener una potencia total instalada en el territorio nacional en el año 2010 de 500 MW en centrales termoeléctricas, 300 de ellos sólo en Andalucía. No es Andalucía, no obstante, la única comunidad a la que el PER recomienda la promoción de la energía solar termoeléctrica.

Hasta el momento esta forma de aprovechamiento energético ha sido una opción poco desarrollada en España, lo que parece contradecirse con la existencia de abundante recurso de no difícil utilización al disponerse de una tecnología conocida, y además es una forma energética que podemos considerar verdaderamente limpia, con su consiguiente aportación a la preservación del medioambiente.

Según el Libro de la Energía 2004, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en el período 1999-2004 no se había finalizado ningún proyecto de centrales solares termoeléctricas en España, con lo que el PER no experimentaba variaciones en esta área. No estaba progresando.

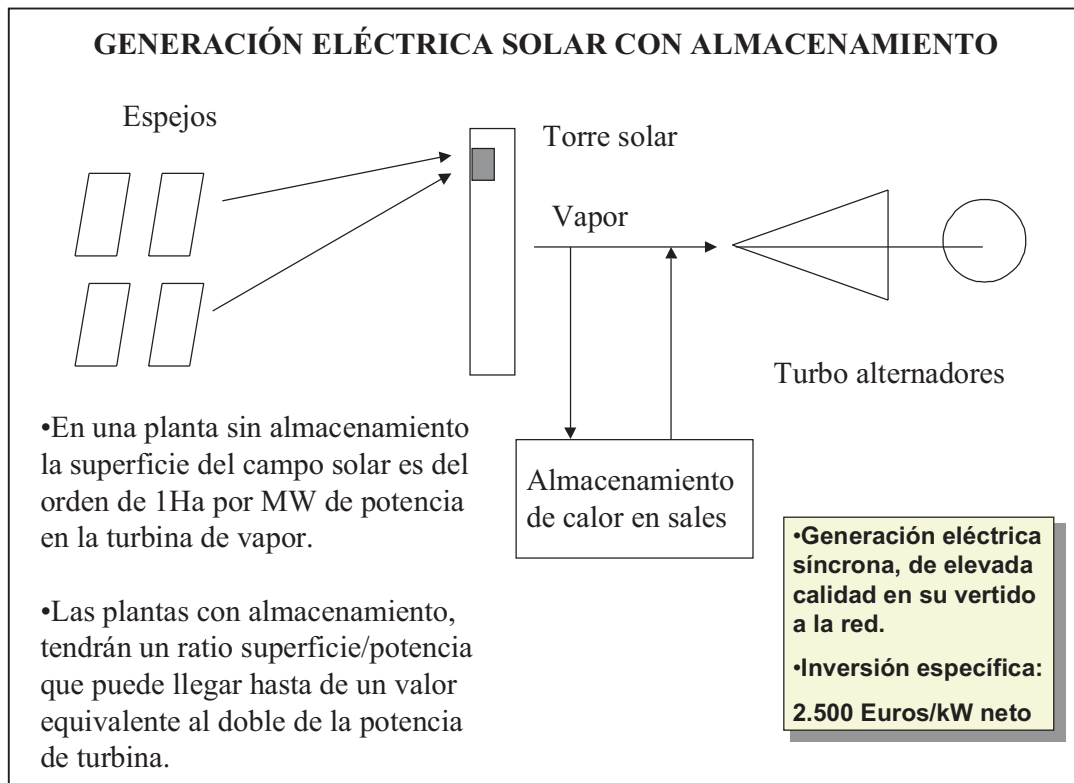
Parte de la dificultad, al parecer, estribaba en que este tipo de proyectos no sólo eran los primeros de carácter comercial que deberían desarrollarse en España, sino también en Europa, de manera que los trámites administrativos se unían a las dificultades técnicas en su realización.

Hemos de decir, en cualquier caso, que si esta forma energética no ha sido desarrollada a gran nivel en España, ello sólo ha sido una réplica de lo sucedido en el resto del mundo. Hasta hace poco, tan solo había instalados unos 350 MW, la mayor parte de ellos en los Estados Unidos.

Buena parte de esta potencia instalada se basa en la tecnología de cilindros parabólicos, en la que se utiliza una gran superficie de terreno para ocupar por un campo de cilindros reflectantes de sección aproximadamente parabólica en las proximidades de cuya línea focal circula una tubería que sirve para transportar un fluido. Este fluido, en su circulación, va recibiendo el calor que va produciendo su aumento de temperatura.

Para dejar constancia de la abundancia del recurso, diremos que en algunos estudios se nos ha dicho que el potencial termoeléctrico de España permitiría cubrir la demanda eléctrica peninsular. Es más, alguna de las comunidades autónomas podría cubrir no sólo sus propias necesidades, sino también las del conjunto del país.

Hemos comentado ya que si se utilizan cilindros parabólicos, parece que la tecnología necesaria no es excesivamente complicada. Sin embargo, añadamos que no es la única posible. Se ha experimentado también con las centrales basadas en la tecnología de torre, que se esquematiza en la figura II – 19, incluyendo la posibilidad de almacenamiento de calor, por ejemplo en baños de sales fundidas, para generar electricidad con él en los periodos de nubes o en la noche.



**Figura II – 19.- Esquema de planta solar de torre con almacenamiento energético**

En el territorio nacional se están construyendo ya algunas centrales solares termoeléctricas. Dada su actualidad, podemos mencionar como ejemplo la recientemente finalizada central PS10, de 11 MW, ubicada en Sanlúcar la Mayor, Sevilla, que es la primera planta comercial de España y Europa, además de ser la primera del mundo con tecnología de torre, según se informa en la versión electrónica de la publicación Energías Renovables. En esta central se utiliza un campo de heliostatos que reflejan la radiación solar y, por tanto, concentran el calor en lo alto de una torre.

Este sistema de recepción se había utilizado ya en plantas experimentales, como la existente en la Plataforma Solar de Almería, CESA-1, en funcionamiento desde el año 1983. Recordemos que esta central, de 1,2 MW de potencia, tenía como objetivo principal, además de la producción de electricidad, el servir como lugar de investigación para este tipo de tecnología.

En el caso de la mencionada PS10 se cuenta con 624 heliostatos de 12 m<sup>2</sup> de superficie cada uno, que reflejan la luz solar hacia un punto elevado por la torre, que se encuentra a 115 m de altura.

Todo ello acaba alimentando a un generador de 11 MW y se espera que pueda producir una energía de unos 23 GWh anuales, la consumida por unos 6.000 hogares.

La empresa tiene intención de construir dos centrales más en Sanlúcar y Aznalcóllar, localidad que en años pasados ha tenido que soportar una catástrofe ecológica debida a la ruptura de una balsa de almacenamiento de materiales tóxicos procedentes del lavado de minerales de la mina explotada por la empresa Boliden, que causó daños, probablemente irreversibles, adentrándose en el Parque Nacional de Doñana.

En localidades que han tenido que soportar precios medioambientales tan altos por la extracción de minerales con compuestos metálicos, quizá sea una buena noticia la posible instalación de instalaciones con capacidad para proveernos de formas limpias de captación energética.

Junto con otras plantas que también se proyectan, la intención de la empresa promotora es acabar construyendo, en definitiva, alrededor de 302 MW con capacidad para alimentar eléctricamente a unos 180.000 hogares en unos años. Observemos que, de llevarse a cabo, esto sería suficiente para cumplir los objetivos del PER para Andalucía (300 MW en 2010).

Existen otros proyectos para el territorio nacional, tales como los algo más de 600 MW proyectados por IBERDROLA en varias comunidades autónomas, entre las que, por cierto, se encuentra también Andalucía.

Una de las mejoras en las que se está investigando en la actualidad para aumentar el rendimiento de este tipo de centrales es el seguimiento solar. Las mejoras en los sistemas de orientación de los helióstatos o bien de los cilindros de manera que reciban la radiación solar de forma más directa durante la mayor parte del tiempo, es algo que podría aumentar la cantidad de radiación captada y, por tanto, la eficiencia.

Con estos ejemplos no se ha querido repasar la tecnología existente. Se ha pretendido más bien poner de manifiesto que la energía solar termoeléctrica es una posibilidad de la que disponemos y que quizá no deba ser rechazada. Posteriormente se comentará algún otro ejemplo de construcción actual.

En apoyo de la solar termoeléctrica tenemos, pues, el hecho de ser una forma energética de las llamadas renovables, además de las más limpias, el basarse en una tecnología ya conocida y dominada como muestra el que, al fin, haya ya una planta comercial lista para empezar a producir, y además la certeza con la que se recibe el recurso, al menos según se deduce de la experiencia acumulada de los años de observación meteorológica en la Península Ibérica.

El desarrollo que ha tenido hasta ahora, como decíamos, es prácticamente irrelevante. En cualquier caso, se ha posibilitado en parte por el sistema de primas en la tarifa eléctrica. Pero ya que mencionamos alguna de las implicaciones económicas hemos de decir que, además, la generación de potencia termoeléctrica es, al menos de momento, más barata que la fotovoltaica, aproximadamente la tercera parte en lo que se refiere a inversión específica.

Decíamos que el PER establece una cifra de 500 MW para toda España en el año 2010. Creemos que su superación no debería ser mayormente problemática. Si nos basamos en otras fuentes más optimistas, veremos que se nos habla de un potencial de 2.730.000 MW de potencia termoeléctrica, sin contar con chimeneas solares.

No pretendemos ser tan optimistas, pero posiblemente no debería ser algo a descartar el conseguir tener en el entorno de 30.000 MW de potencia instalada hacia el año 2030. Lo que sí es cierto es que si se concede licencia a proyectos actuales, es previsible superar las cifras establecidas en el PER.

Por otra parte, si la primera central comercial ha sido diseñada con una potencia de 10 MW, elevados posteriormente a 11, y si las actualmente proyectadas son ya centrales de 20 MW (PS20 en Sanlúcar y AZ20 en Aznalcóllar), entonces creo que también debemos aspirar a centrales que se encuentren en el entorno de los 50 MW en el futuro.

Pensemos que, al fin y al cabo, entre los proyectos que actualmente se desarrollan, se encuentra ya una planta de 50 MW, Andasol 1, basada en la tecnología de cilindros parabólicos (625 colectores). Por cierto, la Plataforma Solar de Almería ha servido como lugar de investigación de la tecnología en la que se basa esta planta. En unos años se unirán a ella las plantas Andasol 2 y Andasol 3, de la misma potencia. Se nos dice que cada una de ellas podrá evitar la expulsión a la atmósfera de 150.000 t de CO<sub>2</sub> al año.

Nos encontramos ante el despertar de la generación eléctrica solar térmica, su avance dependerá de la voluntad política de que eso así sea, aunque hay que resaltar que las inversiones para construir plantas son muy importantes. Desde aquí se entiende que sería preciso en el desarrollo de las energías renovables plantearse niveles de potencia para el año 2030 como los siguientes:

- **Bajo.-** No menos de 20.000 MW, lo que supondría una generación de electricidad del orden del 7% de la total previsible para esa fecha. La inversión necesaria sería del orden de 50.000 millones de euros. No habría problemas de encaje en la red eléctrica.
- **Alto.-** Hasta 60.000 MW, lo que podría representar el 20% de la demanda eléctrica, con una inversión de más de 150.000 millones de euros. Una parte de las instalaciones debieran contar con sistemas de almacenamiento de energía para generar en horas sin sol. La red eléctrica debiera contar con potencia rodante para suplir la falta de generación en el invierno, que presenta periodos de bajo aporte de luz solar.

No es fácil decantarse por un valor, todo dependerá de cual sea la reacción de los ciudadanos ante los problemas del cambio climático, la tecnología está disponible, admite mejoras, sobre las cuales es necesario trabajar. Pero hoy ya se pueden generar cantidades muy significativas de electricidad con energía solar termoeléctrica asumiendo costes que son cinco veces la media de los correspondientes a las plantas convencionales hoy en uso. No es un valor que nos debiera echar hacia atrás en los países desarrollados.

## **Solar fotovoltaica**

Se ha hecho referencia con anterioridad a la característica privilegiada de buena parte de la Península Ibérica en cuanto a intensidad de insolación anual recibida. Este hecho no es sólo aprovechable en los usos solares de tipo directo. Hoy en día la tecnología nos permite hacer un aprovechamiento a mayores de la radiación directa y difusa mediante instalaciones fotovoltaicas.

La energía solar fotovoltaica plantea un problema a priori. Resulta por el momento cara, coste final cuatro veces superior a la generada por sistemas solares térmicos, sin que ello haya impedido que países con menores índices de radiación que España hayan avanzado más en su promoción (Alemania o Países Bajos). Pensemos que de los aproximadamente 572 MWp de potencia instalada en la Unión Europea a finales del año 2003, más de 400 correspondían a Alemania, cerca de 50 a Holanda y aproximadamente 25 a España.

En favor de la promoción de la fotovoltaica hay que recordar nuevamente los grandes recursos de los que dispone España. Además, parece existir un cierto interés en promoverla de cara al futuro y España, debido a algunas experiencias habidas en los últimos años, es un país en el que existen conocimientos y tecnología para llevarla a cabo.

C. A.	Potencia (MWp)
Andalucía	51,24
Aragón	16,75
Asturias	9,27
Baleares	17,74
Canarias	17,24
Cantabria	9,21
Castilla y León	28,33
Castilla-La Mancha	13,42
Cataluña	56,59
Extremadura	13,39
Galicia	24,00
Madrid	31,71
Murcia	20,06
Navarra	19,64
La Rioja	9,23
Comunidad Valenciana	34,08
País Vasco	26,10
Total	398 MW

**Figura II – 20.- Potencia solar fotovoltaica propuesta en el PER para 2010**

En la figura II – 20, se expone un resumen de la propuesta establecida en el PER para la energía fotovoltaica hasta el año 2010. Es previsible que esta cifra se supere tal como se ve evolucionar la instalación de sistemas fotovoltaicos en la actualidad, se ha incrementado el esfuerzo en granjas solares, de potencia de uno o más megavatios, en las cuales se pueden conseguir mejores parámetros de recuperación energética que en las instalaciones sobre tejados en las ciudades.

La gran cuestión en energía fotovoltaica es conseguir la denominada “ruptura fotovoltaica”, es decir pasar a nuevos diseños y utilización de materiales que hagan posible una significativa reducción de la inversión específica, hoy muy elevada, 7.000 euros por kW instalado, a fin de al menos llegar a valores de costes finales similares a los de la solar termoeléctrica.

Se trabaja activamente en el tema, en España hay diversas Universidades e Instituciones de Investigación involucradas en el tema. Las líneas de actuación caminan por varias opciones, entre las que se citan dos de ellas:

- **Nuevos materiales.-** Que permitan sustituir el silicio, de alto coste y en cuya fabricación se consume una importante cantidad de electricidad, del orden de la que produce el panel en tres o cuatro años de su vida útil. El selenio, el telurio, el indio, el cobre, el cadmio, etc., son algunos de ellos, que debieran dar combinaciones o formulaciones de buenos resultados; ya se obtienen en laboratorio rendimientos de captación del 30%, cuando los actuales se sitúan entre el 10 y el 18%. También se trabaja en materiales orgánicos que pueden disponerse en películas muy finas y de fácil colocación.
- **Concentración de la radiación solar.-** Se estudian muy diferentes diseños, tanto en las propias células fotovoltaicas, como en los sistemas de instalación. Se busca conseguir que sobre el material fotovoltaico incida la radiación de “varios soles”, se ahorra este material que es costoso, y se puede ir a menores superficies de implantación.

La consulta con los expertos sugiere que esa “ruptura fotovoltaica” se puede dar en un par de décadas, quizás algo antes. Posiblemente hacia el año 2030 se pueda ver el inicio de la extensión de la energía fotovoltaica en niveles de aportación industrial de electricidad a gran escala.

## II.13.- HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE

### Hidrógeno, vector o portador energético

El Hidrógeno ( $H_2$ ) es, recordémoslo, el elemento más abundante del universo. Constituyente fundamental de las estrellas, como nuestro sol, resulta, sin embargo, escaso en la Tierra en forma libre, aunque puede encontrarse asociado a otros elementos como el Oxígeno ( $O_2$ ) formando el agua, además de otros compuestos. Su escasez en estado libre nos lleva a que si ha de ser utilizado como combustible en algún proceso energético, deba ser previamente obtenido en algún proceso que asegure su disponibilidad.

El Hidrógeno puede participar de la generación en procesos energéticos mediante la producción de electricidad. Sin embargo, frente a algún combustible, como el carbón, se encuentra en una cierta desventaja, derivada de que este último sí puede obtenerse por extracción directa en numerosas cuencas dispersas por todo el planeta.

En el mejor de los casos, el Hidrógeno puede ser considerado como un portador energético utilizable como combustible final. Dicho de otra forma, el Hidrógeno no es una fuente de energía. Es un medio en el que esta puede almacenarse. La energía ha de proceder, pues, de otras fuentes.

Añadamos que su uso como combustible está llamado a protagonizar, posiblemente, en pocos años, una auténtica revolución energética. Algunos hablan ya de la economía del Hidrógeno, como sustitución de la actual economía del carbono, basada en los combustibles fósiles. El advenimiento de esa economía del Hidrógeno no será debido a la preocupación de la Humanidad por la salud de nuestro medioambiente, sino a algo más elemental, cual es el hecho de que los hidrocarburos se agotarán en unas pocas décadas.

En la industria actual, uno de los terrenos en los que ya se ve el Hidrógeno como combustible de futuro es el de la automoción. Así, el Observatorio de Prospectiva Industrial (OPTI), dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, nos anuncia que en Europa en el año 2020 circularán probablemente 9 millones de vehículos con Hidrógeno, que han de poder abastecerse en lo que llamaremos hidrogeneras, término similar al utilizado en la actualidad para las gasolineras, para lo que se prevé la aparición de entre 5.000 y 10.000 de ellas, de las que entre 400 y 500 estarán situadas en España.

En la actualidad es esa industria automovilística probablemente la que más recursos está invirtiendo en investigación sobre la utilización del Hidrógeno como vector energético, de manera que casi todos los fabricantes tienen su proyecto de vehículo movido por pilas de combustible.

El proceso de obtención de energía a partir del Hidrógeno es conocido: este, mezclado con Oxígeno en un dispositivo al que se da en llamar pila de combustible (en ocasiones se ha oído la expresión celda o célula de combustible), produce energía eléctrica. En el proceso se produce agua como residuo.

Podemos decir, pues, que estamos ante una reacción limpia, que a diferencia de la quema de combustibles fósiles, no produce Dióxido de Carbono, gas de efecto invernadero nocivo para la atmósfera, ni otros residuos, lo que constituye una clara ventaja medioambiental.

Como se adelantó anteriormente, el problema es que el Hidrógeno utilizado ha de ser previamente producido, lo que nos lleva entonces a un proceso global que energéticamente



es negativo. Al final de él el balance nos dice que se ha consumido más energía que la que se pudo producir, lo que lo hace indeseable desde el punto de vista de la economía energética.

Entre los métodos de obtención del Hidrógeno figuran el reformado y la oxidación de hidrocarburos, la gasificación del carbón, la electrólisis o la obtención como subproducto en alguna industria.

Para posibilitar que el proceso global tenga un balance positivo no parece haber mucha más solución que la utilización, para su producción, de energías renovables. Aquí deberíamos seguir un razonamiento similar al hecho en secciones anteriores en las que se habló de la acumulación hidráulica por bombeo, para almacenar energía. Efectivamente, la producción de Hidrógeno podría plantearse como un procedimiento adecuado para el almacenamiento de excedentes energéticos procedentes de energías renovables que, de otra forma, quizá deberían dejar de producirse.

Recordemos que, en una situación en la que se disponga de potencia instalada en energías renovables suficiente como para haber excedentes en, pongamos por caso, horas valle de consumo, la alternativa a eliminar estos excedentes del sistema de generación, puede consistir en almacenarlos con métodos tales como la acumulación hidráulica moviendo grandes cantidades de agua en centrales de bombeo.

Pues bien, una planificación energética adecuada y en la que se entienda la coyuntura energética global de forma estratégica, quizá podría contemplar la producción de Hidrógeno a partir de esos excedentes, que podría posteriormente ser utilizado para producir electricidad, más con vistas a su utilización en el transporte (vehículos) que en la red eléctrica.

Si hiciéramos esto, si cerrásemos así el proceso, estaríamos incluyendo a este combustible en el ciclo energético relacionado con las energías renovables. Además, podría sustituir a otras formas de almacenamiento energético en caso de que no estuviésemos en disposición de utilizarlas.

En un futuro no muy lejano, cuando el vector Hidrógeno comience a contemplarse realmente como parte del sistema energético, habrá que resolver otros problemas a él asociados, como el transporte y la distribución. Se ha hablado ya de la aparición de esas nuevas áreas de abastecimiento que irán apareciendo (ya lo están haciendo) llamadas hidrogeneras. El Hidrógeno deberá llegar a ellas mediante circuitos adecuados, ya sean cisternas en las que se almacene licuado, ya sean oleoductos.

Otras posibilidades son la combinación del Hidrógeno con determinados metales produciendo los compuestos llamados hidruros, separables mediante la aplicación de calor. Y si deseamos relacionar las tecnologías asociadas al Hidrógeno con otro de los vectores ya comentados, como es la biomasa, podemos añadir que el Hidrógeno se puede también producir mediante gasificación o pirólisis de esta, tecnología que habrá de ser mejorada en el futuro.

**El hidrógeno se puede obtener por:**

- Gasificación o reformado de los combustibles fósiles. Esto no resuelve los problemas de emisiones de CO<sub>2</sub>, ni de uso excesivo de estos.

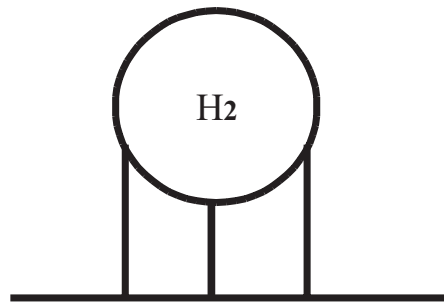
- Electrolisis del agua. Utiliza electricidad de la red, sea cual sea su origen. Su coste hoy es elevado.

- Hay posibilidades de utilizar procesos de descomposición térmica, a alta temperatura, del orden de 1.200 °C. El aporte de calor puede tener origen solar. Puede ser una alternativa con mejor eficiencia energética.

**Para llevar el hidrógeno a la automoción es preciso llevarlo a una forma de elevada densidad energética similar a la de los actuales carburantes.**

**Esto supone un consumo muy importante de energía. Bien sea para comprimirlo o bien licuarlo.**

**Se trabaja en su almacenamiento en hidruros metálicos.**



**Figura II – 21.- Reflexiones sobre producción y utilización del hidrógeno**

En lo expuesto anteriormente se intuye que hay cuestiones pendientes de asumir y resolver, la producción de hidrógeno supone un coste energético importante, sobre todo si se buscan soluciones limpias con energías renovables.

Pero adicionalmente hay un tema de alto consumo energético cual es la puesta en forma utilizable del hidrógeno como combustible de automoción, con una concentración energética similar a la de los actuales carburantes; que se esquematizan en la figura II – 21. Esto hace suponer que el auténtico desarrollo industrial del hidrógeno como portador de energía para una nueva automoción no sea una realidad industrial antes del año 2030.

## Pilas de combustible

Es un conjunto de tecnologías que pueden tener aplicaciones diversas, siempre pasando por la generación de electricidad mediante un proceso de oxidación y transformación electroquímica del combustible usado, en la figura II – 22 se resumen estas opciones, cuya ventaja fundamental es la posibilidad de incrementar el rendimiento energético de transformación.

<b>DIVERSIDAD TECNOLÓGICA EN CELDAS DE COMBUSTIBLE</b>			
<b>Tecnología</b>	<b>t °C</b>	<b>Rendimiento %</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>Alcalina AFC</b>	80 - 100	60	En el espacio, o en submarinos
<b>Polímeros PEM</b>	70 - 80	35 - 45	<b>Para automoción.</b> También en usos fijos de baja potencia.
<b>Metanol Directo DMFC</b>	50 - 100	30 - 40	<b>Automoción, con matices.</b> Usos fijos o portátiles.
<b>Ácido Fosfórico PAFC</b>	200 - 220	40 - 45	Usos fijos de media potencia.
<b>Carbonato fundido MCFC</b>	600 - 650	45 - 60	Usos fijos de alta potencia. Cogeneración.
<b>Óxido sólido SOFC</b>	800 - 1.000	50 - 65	Usos fijos de alta potencia. Cogeneración. Transporte

Figura II – 22.-Líneas de desarrollo y aplicación de celdas de combustible

Hay varias líneas de aplicación posible a la automoción, que podrían llevarnos a reducir el consumo energético en vehículos en relación a los actuales, y adicionalmente conseguir unas menores emisiones de contaminantes, en especial las de óxidos de nitrógeno. Hay no obstante problemas por resolver, entre ellas las del elevado coste de estos dispositivos.

Se espera que hacia el año 2030 comience el desarrollo industrial a amplia escala de estas soluciones, unidas a la disponibilidad de hidrógeno. No obstante hay que insistir en que será una solución cara en conjunto, sensiblemente mayor que la de los actuales vehículos.

## II.14.- EL RETO Y LAS OPCIONES DE I+D EN ENERGÍAS RENOVABLES

### Situación actual

La investigación en energía es diversa en temas, y la dedicación de fondos económicos a actividades de I+D+i energético se ha estancado o disminuido en la última década en muchos países industrializados, España no es una excepción entre ellos, hoy se evalúa en unos 50 millones de euros anuales. El desglose para el caso español, en su total a lo largo de los últimos treinta años, se recoge en la figura II – 23.

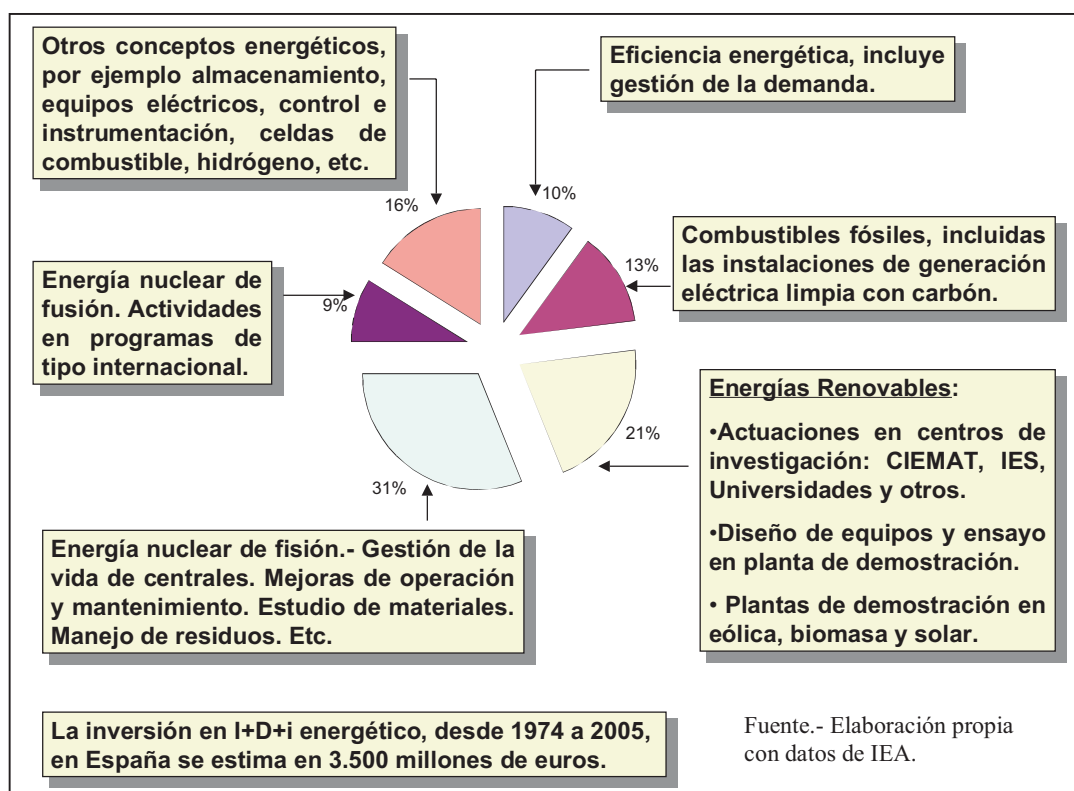


Figura II – 23.- Gasto en I+D en España en los últimos treinta años

La inversión pública en España en I+D energético es del orden del 0,07% de nuestro PIB, mientras que la de Alemania es del orden del 0,12%, la de Dinamarca del 0,13%, o la de Italia de un 0,23% de su PIB; y con mayores participaciones en Estados Unidos llega al 0,25% o en Suecia al 0,36%.

Las energías renovables han supuesto una quinta parte del gasto total, mientras que las actividades relacionadas con la energía nuclear supusieron aproximadamente el doble. La percepción de cual es el destino más aconsejable para nuestros fondos es distinta según provenga de unos u otros investigadores, gestores energético o ciudadanos.

Desde aquí se quiere hacer hincapié en lo trascendente que puede ser para nuestro país avanzar en el desarrollo de las energías renovables, tanto por se una solución energética que ha de tener gran peso a medio y largo plazo, no sólo en España sino también en otros países con los cuales se mantienen relaciones de comercio y cooperación. En ese contexto hay que resaltar:

● **Amplia capacidad científica e investigadora.-** Por un lado en diferentes Universidades, en las cuales hay centros como el Instituto de Energía Solar, IES, de la Universidad Politécnica de Madrid, de relevancia mundial. De otro en centros acreditados con programas internacionales como: CIEMAT en varias ubicaciones en España, entre ellas la Plataforma Solar de Almería, CENER en Navarra con actividades en todo el país, ITC e ITER en las Islas canarias, etc.

Esta capacidad en determinados casos se une a cuestiones específicas de nuestro entorno, tal es el caso del desarrollo de cultivos energéticos propios de nuestra geografía y de procesos de obtención de biocarburantes relacionados con ellos; los trabajos de CIEMAT y diferentes Universidades son significativos al respecto.

Así mismo es importante la relación en formación y en desarrollo de proyectos de investigación que hay con terceros países, en particular del África Norte y Occidental y de América Latina. Los programas promovidos por diversas Universidades, y centros asociados como CIRCE en la Universidad de Zaragoza tienen especial relevancia.

● **Desarrollo empresarial significativo.-** A lo largo de los últimos veinte años se han constituido empresas con capacidad y calidad de suministro de tecnología relevantes a nivel mundial. Tanto en energía eólica, como en solar, en especial en la industria fotovoltaica, y en biocarburantes. Esto va acompañado de una potencia instalada en España de parques eólicos que es la segunda de Europa, o una producción significativa de biocarburantes.

España es un país de Sol, debiéramos saber vender esta imagen, no sólo para turismo, sino también para el desarrollo y la extensión de las energías renovables, que son “Solar Energy” en terminología anglosajona. La exportación de bienes de equipo y plantas debiera ser uno de nuestros rubros importantes de futuro.

## **Propuestas de actuación**

En línea con lo que se expone en distintos capítulos de este documento se debiera trabajar en desarrollo tecnológico en diferentes áreas, que se exponen de forma resumida a continuación:

a) **Calentamiento con energía solar.-** Mejora de las prestaciones de los paneles solares a fin de conseguir mayor temperatura en el agua caliente y poder extender su aplicación a nuevas aplicaciones, no sólo al agua sanitaria, sino a usos de para calentamiento en procesos industriales y otros de calefacción.

b) **Biocarburantes.-** Este es un campo muy amplio, donde en primer lugar es preciso investigar en nuevos cultivos energéticos y en el aprovechamiento de residuos diversos, adaptados a los condicionantes españoles; pero también en programas de colaboración con terceros países.

El desarrollo de nuevas líneas de obtención de bioetanol, con alta productividad agraria y de transformación final, más una amplia abanico de opciones de partida de materias primas y cultivos debiera ser un objetivo prioritario, habría que disponer de instalaciones de demostración en varias opciones.

c) **Energía eólica.-** No se ha de pensar que la tecnología está ya madura, se han conseguido buenos desarrollos, pero pueden aparecer nuevas generaciones de máquinas o sistemas eólicos, de mayor eficiencia energética y de adaptación a entornos específicos de recuperación de la energía del viento; pero también ha tenido un aspecto de difusión social muy importante, con miles de visitantes anuales.

La construcción y operación de parques eólicos comerciales de demostración, como es SOTAVENTO en Galicia, ha dado un impulso a la disponibilidad de nuevas máquinas de mayor potencia. Sería conveniente replicar la experiencia en eólica marina, cuyo desarrollo industrial ha de llegar con un amplio consenso.

También sería positivo ir avanzando en el control y gestión de la producción eólica con binomios de parque eólico centrales de bombeo hidráulico, tanto para conocer aspectos de gestión técnico, como para transmitir a la sociedad la necesidad de esquemas híbridos de este tipo, que pueden tener aspectos sociales y ambientales controvertidos. Galicia pudiera ser un punto de especial significado para este esquema de trabajo, en el cual debiera estar presente tanto INEGA como la Universidad de Galicia.

d) **Energía solar termoeléctrica.**- Se están construyendo plantas comerciales que es preciso seguir con detalle para incorporar en los futuros diseños las mejoras que sugiera la operación de estas instalaciones. En paralelo es preciso realizar investigación en los centros correspondientes, entre ellos la Plataforma Solar de Almería, para seguir avanzando en el conocimiento de materiales y diseños.

e) **Energía fotovoltaica.**- Merecen especial atención en primer lugar los esfuerzos por mejorar la captación solar de los dispositivos fotovoltaicos, tanto con los diferentes mecanismos de concentración que se están ensayando ya, como con nuevos diseños y propuestas.

En segundo lugar y de forma especial hay que llamar la atención sobre la investigación básica para avanzar en eso que se ha dado en llamar la ruptura tecnológica, que ha de acercar el coste final de la fotovoltaica a la generación termoeléctrica.

f) **Hidrógeno y celdas de combustible.** Es un tema amplio donde las actuaciones en diversos países de la Unión Europea son significativas, y en primer lugar hay que reseñar la necesidad de integrarnos en ellas, como ya se está haciendo desde diferentes grupos de I+D.

En general se ha de pensar en ese entorno europeo para todas las actividades, pero también en la conexión con países de América Latina y de África, donde los problemas son distintos y las posibilidades de desarrollo diferentes en cada caso. Es importante pensar en los grandes desarrollos de las energías renovables, pero también en aquellos más pequeños que han de atender a las poblaciones aisladas y sin conexiones eléctricas, en entornos tan distintos como Mauritania o Bolivia.

# Escenarios Energéticos en 2030

REVISIÓN DE LAS PROPUESTAS ENERGÉTICAS.  
ALTERNATIVAS POSIBLES



### III.1.- CONDICIONANTES ESPAÑOLES EN SU EVOLUCIÓN ENERGÉTICA

#### La imagen de partida

Hay motivos suficientes para preocuparse por la situación actual del sistema energético español, que son uno de los puntos de partida para analizar cuáles pueden ser los escenarios energéticos de futuro, y qué aspectos críticos se han de tener en cuenta.

- **Intensidad energética.**- Este parámetro mide la cantidad de energía que se consume por unidad de producto interior bruto que se genera. Ha crecido significativamente en los últimos años, ya presenta un valor por encima del de la media de la Unión Europea de 15 países. Figura III – 1.

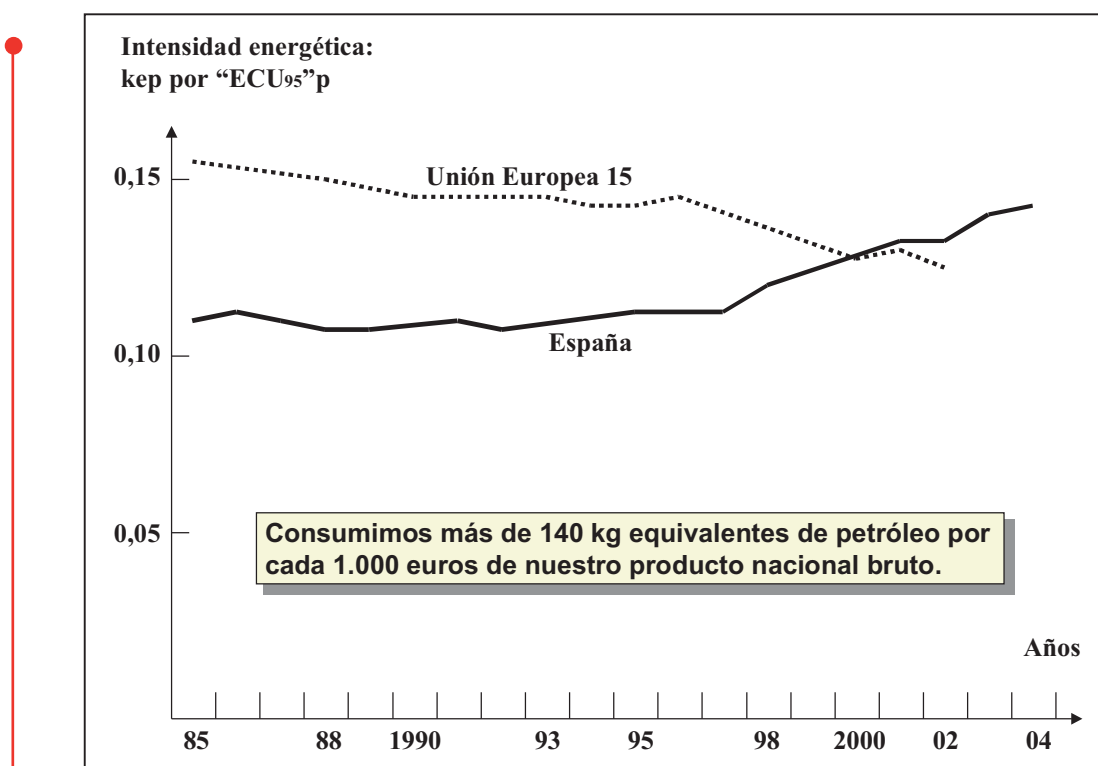


Figura III – 1.- Evolución de la intensidad energética en España y la Unión Europea

Esa evolución negativa hay que ligarla en buena medida a nuestro creciente consumo energético en transporte y movilidad, que son conceptos que dan reducido valor añadido al producto interior bruto. Hay otros factores complementarios que irán apareciendo en otros apartados de este informe, por ejemplo el peso de la fabricación de productos intensivos en energía como es el cemento.

- **Consumo de energía en transporte.**- Ya se vio en el capítulo I que tenemos una clara diferencia con la Unión Europea en este concepto, en nuestro caso el 40% del consumo final de energía corresponde a este concepto, mientras que en la Unión Europea sólo representa el 30%. La movilidad en carretera y ciudad en vehículos automóviles se lleva el 80% de nuestro consumo energético en transporte. Una estimación de su desglose en conceptos se recoge en la figura III – 2.



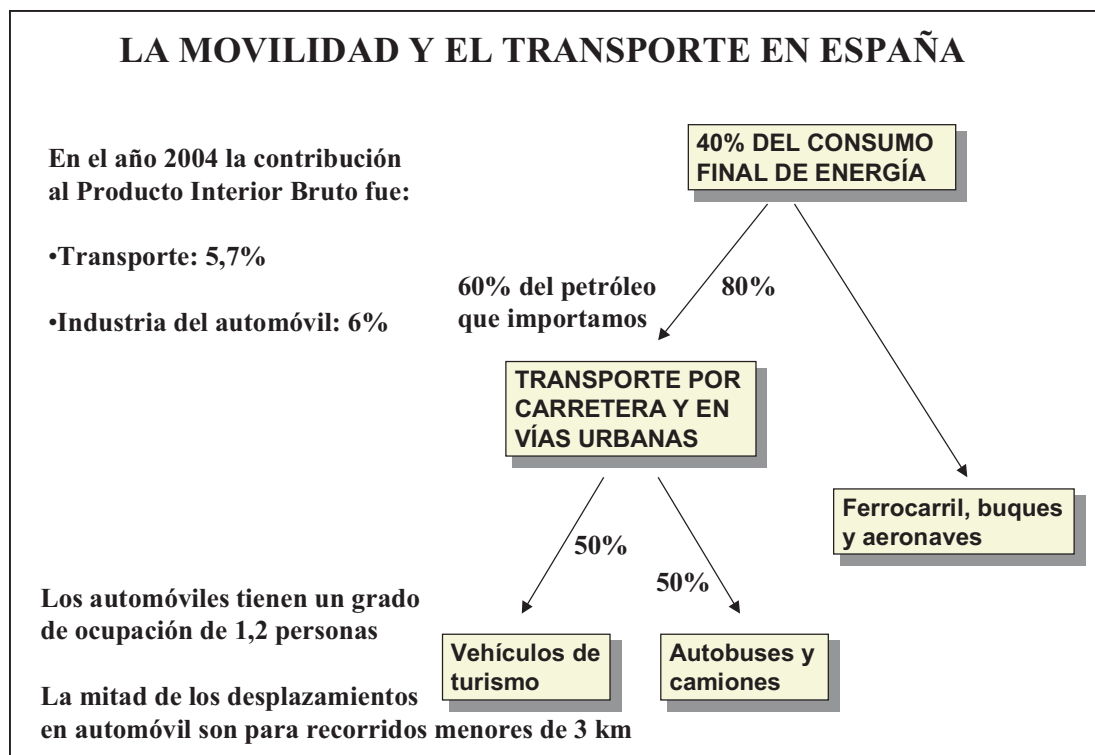


Figura III – 2.- Distribución del consumo energético en el transporte en España

Hay dos aspectos en los que incidir para cambiar esta situación: mejora de las infraestructuras de transporte eficiente, ferrocarriles de distinto tipo y camino hacia una cultura de ahorro energético en el transporte. Ambos son difíciles de conseguir, al menos a corto plazo.

● **Dependencia exterior.**- Como se ha indicado anteriormente es un problema preocupante en casi toda Europa, pero en nuestro país alcanza valores muy elevados. En torno al 80% del abastecimiento de energía primaria proviene del exterior, se liga a la demanda de petróleo y gas natural, pero también a la creciente importación de carbón.

En los años setenta del siglo pasado, en plena crisis de los precios del petróleo, éste representaba el 70% de la demanda de energía primaria. En la actualidad volvemos a que los hidrocarburos, petróleo más gas natural, pasan a superar el 70% del abastecimiento primario de energía, cuando vemos que vuelven a aparecer las señales de crisis en el mercado de ambos.

● **Aislamiento europeo.**- Es otro aspecto que se intuía en el capítulo I, hay que señalar que nuestras capacidades de interconexión para transporte de electricidad y gas natural con el resto de Europa, a través de Francia, representan una parte muy pequeña de nuestro abastecimiento, menos del 5%.

Por otro lado los planteamientos administrativos en política y estructura económica del sistema energético discrepan claramente de los de Francia, lo que hace difícil una rápida evolución hacia el incremento de esas conexiones. Más adelante se vuelve sobre este tema.

- **Incumplimiento del Compromiso de Kioto.-** Es notorio que hemos sobrepasado los valores de emisión de gases de efecto invernadero en valores muy por encima de nuestro Compromiso de Kioto, que admitía un incremento del 15% respecto a las emisiones del año 1990.

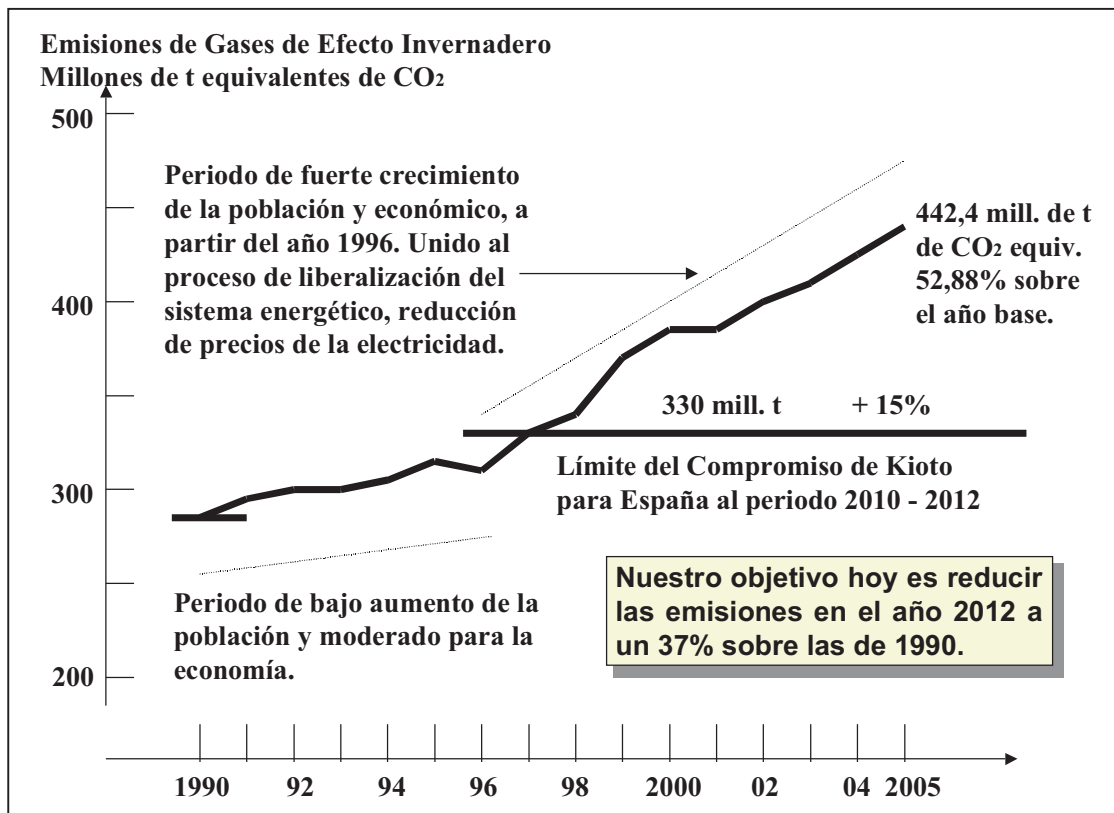


Figura III - 3.- Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España

Nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, para el año 2010, o el promedio del 2008 al 2012, en conjunto, no debieran sobrepasar la cifra de 330 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, pero en el año 2005 ya sobrepasaron los 440 millones de tep.

Las emisiones de los sectores incluidos en la "Directiva de Emisiones": generación de electricidad y diversas actividades industriales, representan menos del 45% de las emisiones totales, mientras que los sectores no incluidos en ella: transporte, usos domésticos y otros, representan más del 55% del total. Esto hace difícil una actuación correctora, sobre todo cuando esos denominados "sectores difusos" han incrementado sensiblemente sus emisiones y sobre el consumo energético de estos sectores no es fácil introducir medidas coercitivas.

Es lamentable que no haya habido una clara formulación de cuál sería nuestra evolución del consumo de energía y las consideraciones que se hacían al respecto, es decir de alguna manera un "Plan Energético". En el análisis de cualquier problema se requieren valoraciones técnicas y numéricas, y entendemos que eso ha faltado.

En la actualidad se propone que en el año 2010 nuestras emisiones sólo sobrepasen a las del año de referencia, 1990, en un 37%. En este informe se muestran aspectos de la evolución energética de nuestro país que hacen difícil pensar en el cumplimiento de ese objetivo.

Es posible que en la preparación de la Cumbre de Kioto se pensara que nuestra población crecería poco o se quedaría estancada en el valor de entonces, unos 39 millones de habitantes. Hoy sobrepasamos los 44 millones, es decir ha habido un crecimiento del orden de un 12%, y eso, entre otros aspectos, conlleva un incremento de la demanda energética.

Adicionalmente hemos de remarcar que estamos en un período de crecimiento económico significativo, y que éste se ha basado en aumentar, o dejar que crezca, el consumo; pues bien, ese aumento incluye a la energía.

El incumplimiento del Compromiso de Kioto nos lleva a pagar penalidades que se relacionan con el exceso de emisión. No se sabe cuál será la cifra final, a qué precio se contabilizará la tonelada de CO<sub>2</sub> emitida en exceso, y qué acuerdos se tomarán en la Unión Europea al respecto; pero todo apunta a que se ha de pensar en valores por encima de los 2.000 millones de euros, equivalentes al 0,2% de nuestro Producto Nacional Bruto.

● **Incertidumbre empresarial.**- Las empresas energéticas españolas han evolucionado rápidamente en la última década, se han extendido por otros países de Europa y América Latina, pero mantienen un tamaño pequeño a nivel internacional, como se vio en el capítulo 10.

Su situación accionarial, entre otros aspectos, y el ámbito de su actuación las hace comprables por otras de terceros países, con la consiguiente pérdida de control, que no olvidemos incluye la decisión de invertir, que en el ámbito energético es una cuestión crítica. Este ambiente de incertidumbre se observa claramente en los sistemas eléctrico y de gas natural. Los medios de comunicación muestran continuamente discrepancias públicas al respecto, en los niveles nacional y europeo.

En este informe se verá que es preciso tomar decisiones energéticas importantes en poco tiempo, en particular en la generación eléctrica con carbón y en la estructura física del sistema de gas. Esta situación ambigua no favorece para nada las actuaciones e inversiones a largo plazo.

## Evolución de la población

En el camino hacia evaluar cuáles serán los escenarios energéticos en el futuro es preciso pensar en primer lugar en la demanda. Varios factores incidirán en esa evolución, uno de ellos será la población que se estima residirá en este país.

Como se ha indicado más arriba, la población de derecho ha crecido con rapidez en los últimos años, en buena medida gracias a la llegada de inmigrantes, que por un lado han ocupado puestos de trabajo en áreas donde su presencia era necesaria, como agricultura y servicios, y por otro han contribuido, mediante sus cotizaciones laborales, a que tengamos equilibrados los balances económicos de la seguridad social.

En un informe de la Unión Europea de 2006, los datos comparados entre la Europa de los 25 y España para el período que va desde 1995 a diciembre de 2004, muestran que en el conjunto de la Unión el crecimiento de la población ha sido de un 3%, y la información referente a España propone un valor del orden del 10%, el más elevado de la Unión.

En la figura III – 4 se recoge una estimación de la evolución de la población española, tomada de datos del Instituto Nacional de Estadística, para las próximas décadas. Son valores estimados para mantener el equilibrio del sistema económico, en particular las cotizaciones y prestaciones sociales. Se supone que la población alcanzará los 50 millones de personas antes del año 2030.

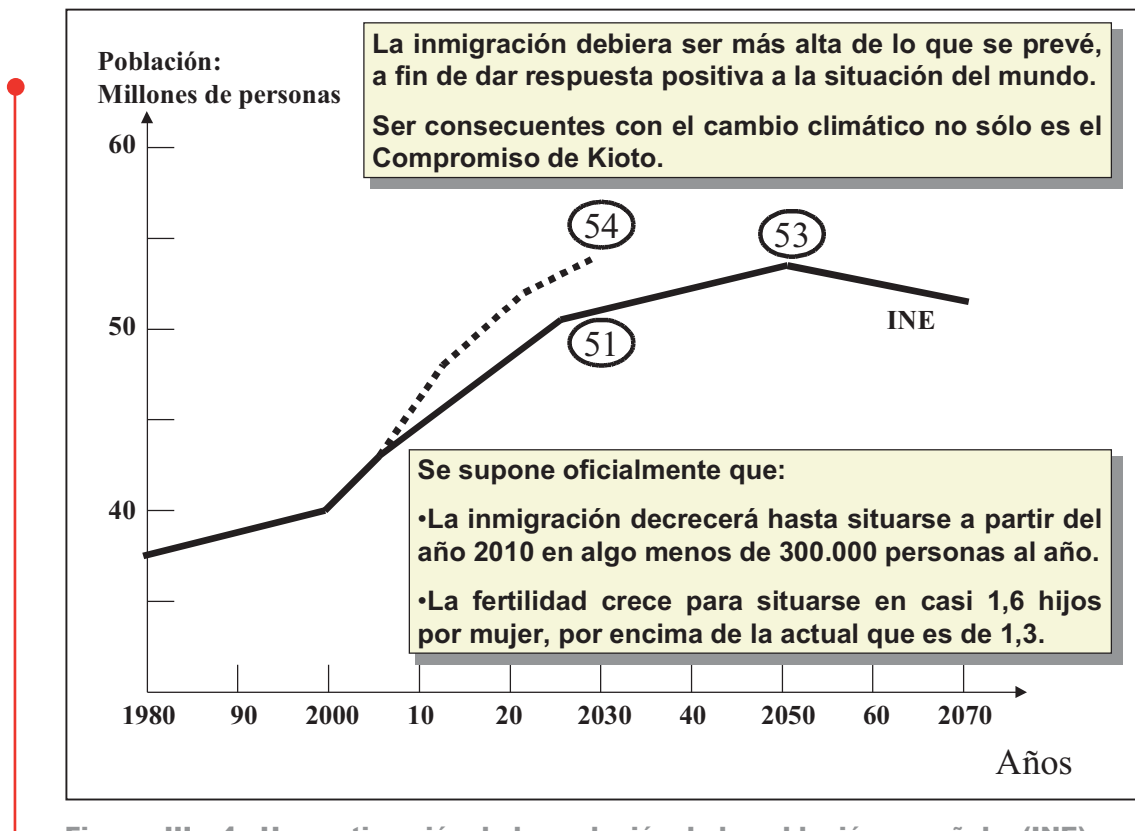


Figura III – 4.- Una estimación de la evolución de la población española. (INE)

En la frontera entre dos zonas del mundo en las que aparecen diferencias significativas de nivel de desarrollo económico el fenómeno de la emigración se da con mayor intensidad. Se puede pensar que esa es una de las razones de la importante llegada de inmigrantes a España, segundo país en número de entradas después de Estados Unidos, lo que puede considerarse probado al ser los marroquíes quienes constituyen el grupo más numeroso de inmigrantes en España.

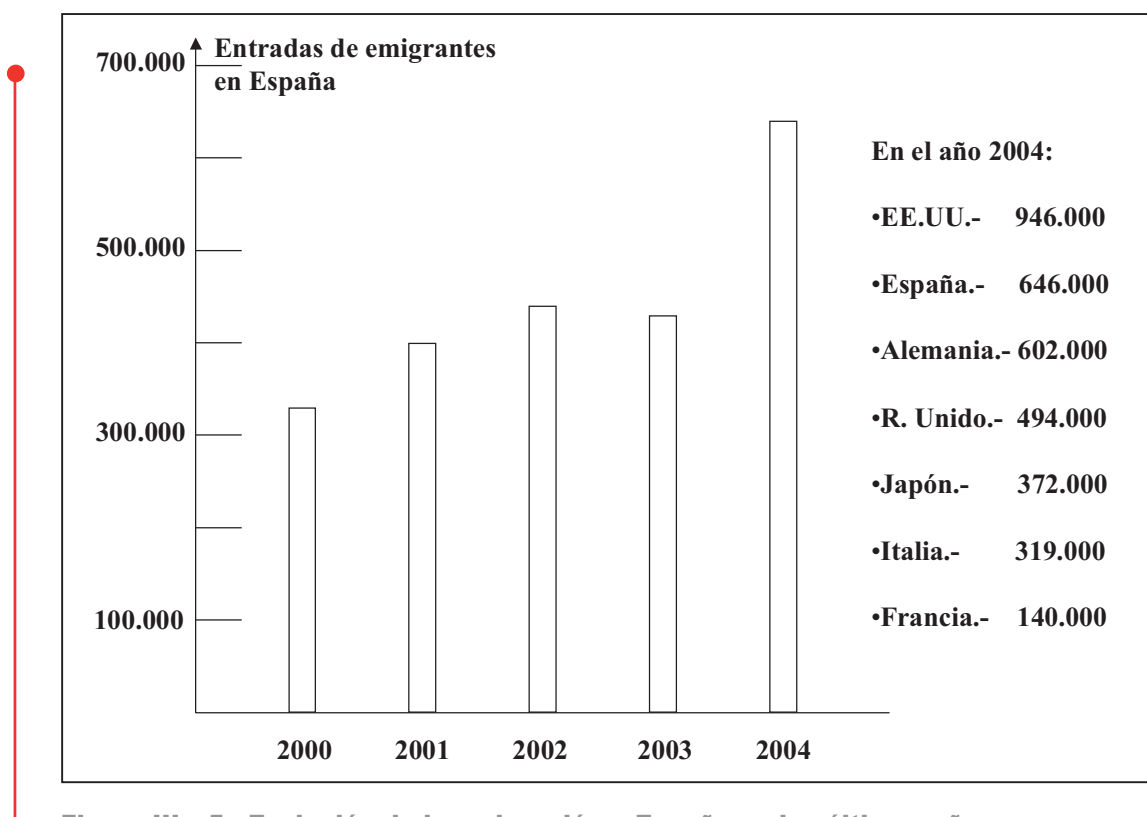


Figura III - 5.- Evolución de la emigración a España en los últimos años

La relación de Francia y España con el Magreb, tanto de proximidad como histórica, hace que la llegada de personas de los países de la zona tenga unas razones de ser. En Francia ya parece que se ha llegado a una situación de freno a la entrada de inmigrantes, en parte por actuaciones de su gobierno.

En España hay que señalar que si bien los marroquíes son los primeros componentes de la inmigración, le siguen los ecuatorianos, los rumanos y los procedentes de otros países de América Latina y del Este de Europa. Lo que indica que además de esa situación de frontera, se dan otras causas intrínsecas para que lleguen inmigrantes.

Hay que reflexionar sobre las razones ligadas a nuestra evolución económica, con actividades que demandan puestos de trabajo donde los inmigrantes encuentran un lugar de acomodo. De hecho, un informe de Caixa Catalunya, de agosto de 2006, indica que nuestra renta per cápita habría tenido un crecimiento negativo si no hubiéramos recibido inmigrantes en la última década. Llega a apuntar que esa renta per cápita habría caído un 0,6%.

Sin entrar en discusiones al respecto, que no son el objeto de este informe, hay que reseñar que de forma generalizada se asume que la inmigración está teniendo un valor positivo en

nuestro devenir económico, y que en este sentido hay que pensar que la inmigración seguirá siendo un factor de crecimiento de la población.

No se sabe en qué medida seguirá creciendo la llegada de inmigrantes, cuál será la evolución de nuestra economía, cómo será nuestra percepción de fenómeno y actitud frente a él. Así como cuáles serán las circunstancias de vida de los países de origen de esas personas.

Pueden mantenerse algunos factores de crecimiento. Por un lado ya constatamos la venida de otros europeos a residir en nuestro país no sólo de vacaciones, sino también en su jubilación, y vemos proliferar la cultura de la segunda residencia. Este hecho demanda más trabajadores en la atención de personas mayores y otros servicios. Aquí vuelve a aparecer la inmigración.

Pero por otro lado hay que pensar en el “efecto expulsión” más que en el “efecto llamada”. Las personas de los países menos favorecidos saben que en ellos tienen limitadas sus posibilidades de desarrollo, e incluso de atender a las necesidades básicas de ellos y sus más allegados. Saben que pueden buscar una actividad en otros lugares para poder enviar algunas remesas de dinero a sus países y sus gentes.

Estos envíos de divisas son ya importantes en las economías de países como en Marruecos y en Ecuador, pero también en otros con peor situación económica, como Senegal o Mali. Estamos ante un “efecto expulsión” resultante de la propia reflexión de los que salen o de las presiones de su entorno.

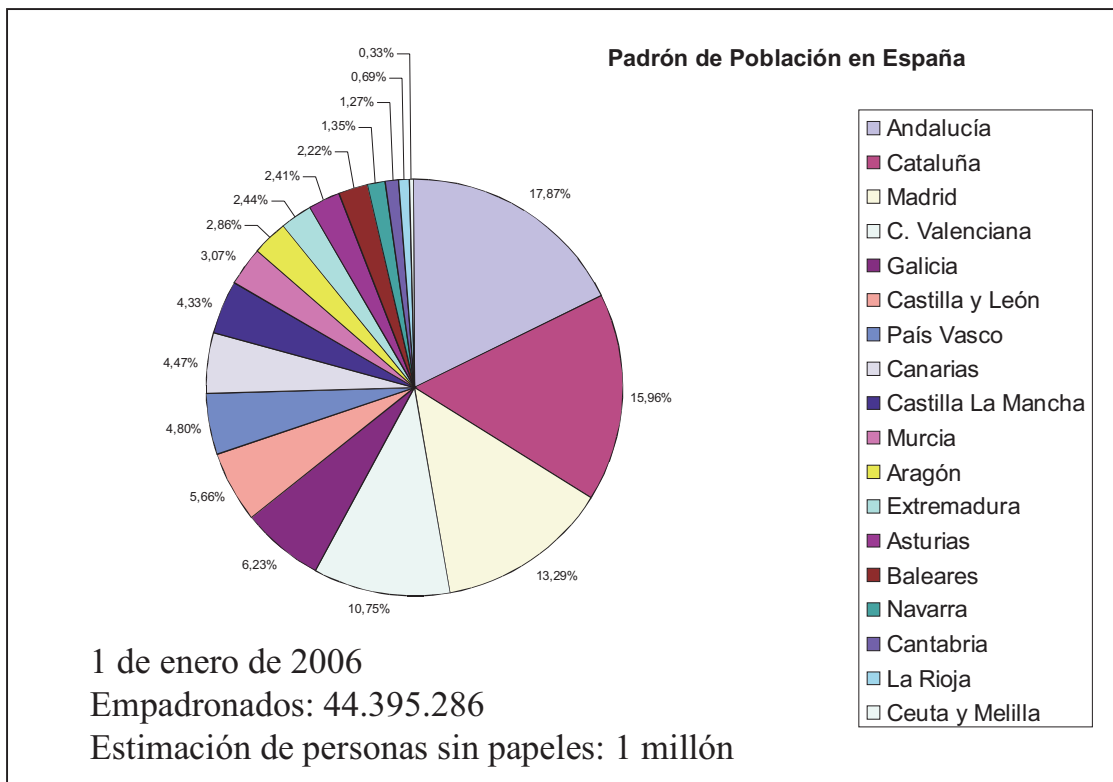
En este año 2006 hemos vivido la dramática salida de emigrantes desde países de África Subsahariana. La proporción de personas de esos países que viven en España u otros países de Europa no es grande, representa una parte minoritaria de la emigración; pero son indicación de la crítica situación de África, que es nuestro vecino más cercano.

Europa se ha de plantear que la sostenibilidad también es encontrar soluciones para esas gentes, en su propio país, pero también, al menos en la situación actual, en que encuentren trabajo aquí, que les permitan mandar divisas a sus países de origen. Debiera ser el tema de gran reflexión en nuestro país y otros países europeos.

Con todo esto se quiere indicar que esa cifra de 50 millones de personas para el año 2030 parece razonable, aunque quizás se quede corta, y haya que entender la emigración no sólo como algo necesario para nuestro esquema económico, sino también como una obligación de los países ricos de asumirla.

## **Asimetría territorial**

En cualquier área geográfica las zonas menos desarrolladas tratan de avanzar al menos para igualarse a las vecinas. España está experimentando un proceso de crecimiento económico que nos acerca a la media europea. Ahora bien, en nuestro territorio hay claras asimetrías y diferencias económicas, ese mismo proceso de equilibrado, o al menos el intento de hacerlo realidad, puede suponer un factor determinante en la evolución económica y energética de cada Comunidad Autónoma. Es conveniente reflexionar en cómo estamos y cuál puede ser nuestro objetivo, mirando como evolucionamos, pues puede que no sean buenos algunos esquemas de “venta del territorio a la especulación de la construcción”.



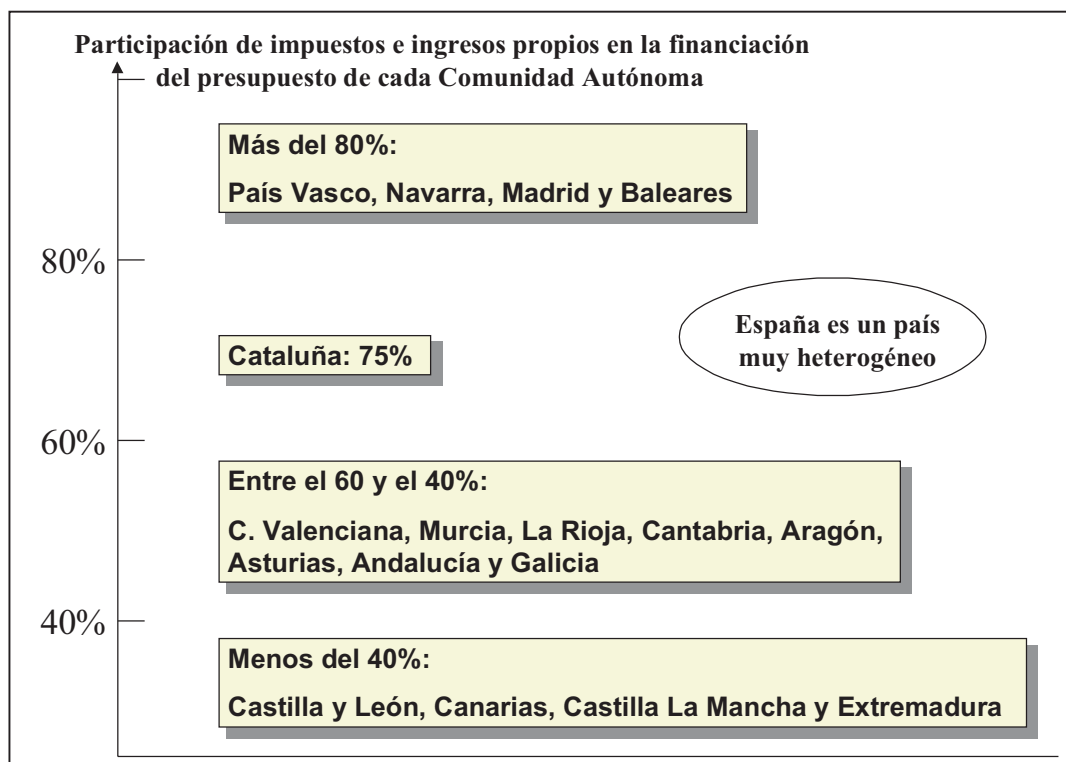
**Figura III – 6.- Distribución geográfica de la población en España**

En primer lugar hay que citar que la población se está concentrando en unas autonomías, todas las que tienen costa, más la de Madrid. Se está configurando un anillo exterior de alta densidad de población, con un núcleo central también muy denso, junto con unas amplias áreas casi vacías, salvo unas pocas ciudades en ellas. Este es un factor a tener en cuenta en los desplazamientos que conectan unas y otras poblaciones, y el consumo energético que ello conlleva.

A lo largo de las dos últimas décadas se ha configurado una red de autovías, que sigue en desarrollo, que permite esa comunicación, en el transporte de personas y de mercancías. El crecimiento económico de esas Comunidades Autónomas, periféricas y central, tiene un efecto llamada para el resto de la población española, acrecentando la diferenciación demográfica.

En ello aparecen además unos aspectos ambientales preocupantes, como son la ocupación de las costas, y la demanda excesiva de agua en el centro de la península y en la costa mediterránea.

Al analizar la situación de las Comunidades Autónomas se pueden mencionar diversos aspectos para reflexionar sobre la asimetría de nuestro país. Aquí se recoge la capacidad propia de cada una de ellas, con sus propios impuestos para atender los presupuestos de su Administración. Figura III – 7.



**Figura III – 7.- Capacidad de las Autonomías para atender sus presupuestos con ingresos propios.**

Una parte importante de nuestras Autonomías atienden sus presupuestos con transferencias del Estado y de la Unión Europea. Hay que llamar la atención de los dos grupos de la parte baja de la figura III – 7, en especial el de aportación propia de menos del 40% de su presupuesto.

Estas Autonomías han de incrementar las actividades que les den ingresos propios en el futuro, es decir han de conseguir un desarrollo económico, y eso significa, en cierta medida, un incremento en el consumo energético. Aparte de que se busquen actividades controvertidas, como puede ser el caso de la refinería de petróleo en Extremadura, que en ese gráfico ocupa la última posición.

### **Economía de servicios**

La economía española presenta imágenes que se prestan a visiones diferentes, desde las más optimistas a otras más pesimistas. El crecimiento del Producto Interior Bruto es elevado, ha llegado en el segundo trimestre del año 2006 al valor del 3,7%, el más elevado de los cinco últimos años. Estamos en un contexto mundial en el cual hay un crecimiento económico importante en diferentes países, entre ellos los de la Unión Europea.

Algunos parámetros significativos de la evolución interanual del PIB español son los siguientes:

#### **a) Lado de la Demanda:**

- Los bienes de equipo en la formación bruta del capital crecen un 9,1%. Esto es importante en un camino a incrementar, o al menos mantener: el peso de la industria en nuestro esquema económico.

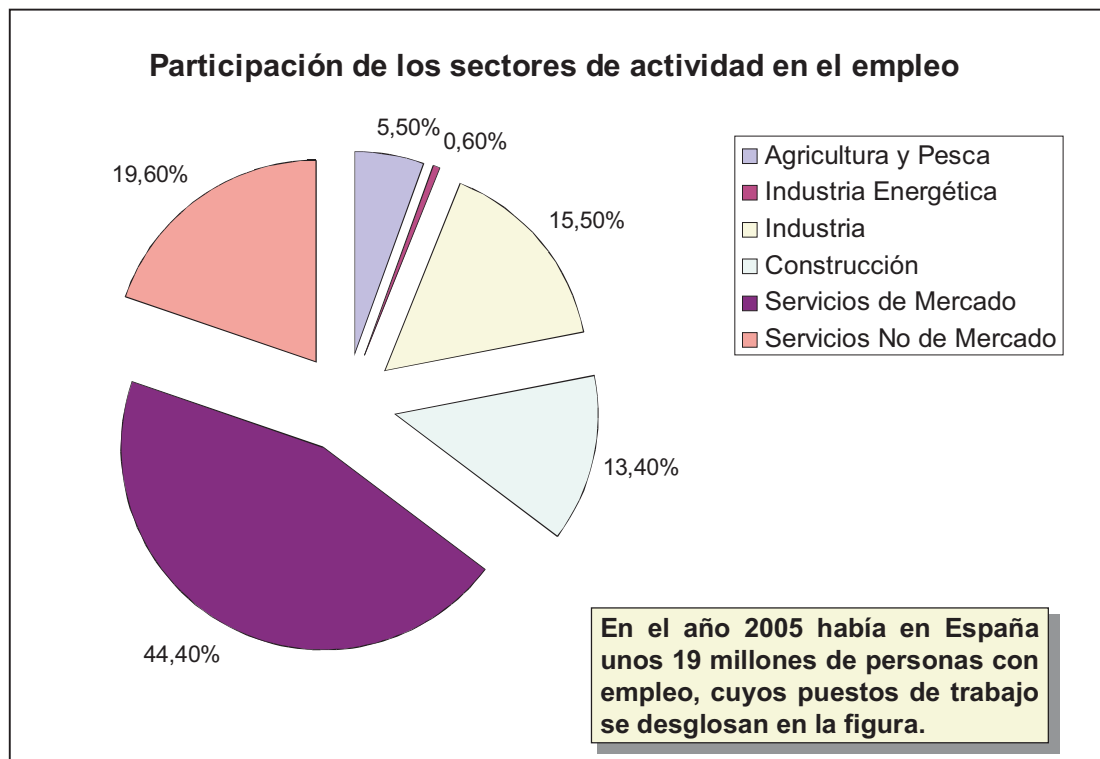


- La construcción en este mismo epígrafe crece un 5,7%. Presenta una cierta tendencia a la moderación, que a efectos del control de las demandas energéticas es importante.
- Las exportaciones crecen a un ritmo del 5,3%. Es un valor bajo comparado con las importaciones.
- Éstas, las importaciones crecen a un ritmo del 7,9%. Aunque en ellas la compra de productos energéticos tenga un peso importante, es un dato preocupante.

**b) Lado de la Oferta:**

- La rama industrial crece sólo un 2,8%. Es un ritmo bajo que debiera mejorarse en el futuro, como veremos a continuación.
- La rama de la construcción crece un 5,0%, sigue siendo el motor de la economía.
- Los servicios de mercado crecen un 3,5%, mantiene un buen ritmo.
- Los servicios de no mercado lo hacen en un 3,4%, valor ya significativo
- Los impuestos netos sobre productos crecen un 6,4%, es un componente importante a la hora de formular el PIB.

El análisis de la economía española desde una organización sindical debe tener una componente de empleo, es la que se recoge en la figura III – 8, que nos muestra cómo los servicios de mercado son con diferencia el primer concepto de actividad en nuestro país, que en gran medida se relacionan directa o indirectamente con el turismo.



**Figura III – 8.- Desglose del empleo en España por sectores de actividad**

Los servicios de no mercado, es decir, aquellos que en gran medida se relacionan con lo que se llamaba “El Estado del Bienestar”, que incluyen sanidad, educación y otras actividades de las administraciones públicas y organismos privados, son el segundo concepto de contribución al empleo.

En una primera impresión pudiera parecer que tienen un valor elevado en nuestra economía, pero si comparamos con el resto de la Unión Europea nos encontramos con que son una actividad de menor peso en nuestro país, con diferencias significativas en algunos casos. En la figura III – 9 se compara el gasto público y el empleo asociado en los servicios del bienestar en la Unión Europea a 15 países y dos de los situados en posiciones extremas: Suecia y España.

Es decir, es un concepto que debiera crecer, por lo que significa de atención a las necesidades de los ciudadanos. Pero también por que a efectos del análisis energético que aquí nos ocupa hay que señalar que los servicios de mercado son en sí más demandantes de energía, en especial en lo que respecta a la movilidad de los que los prestan, pero sobre todo de los que los utilizan.

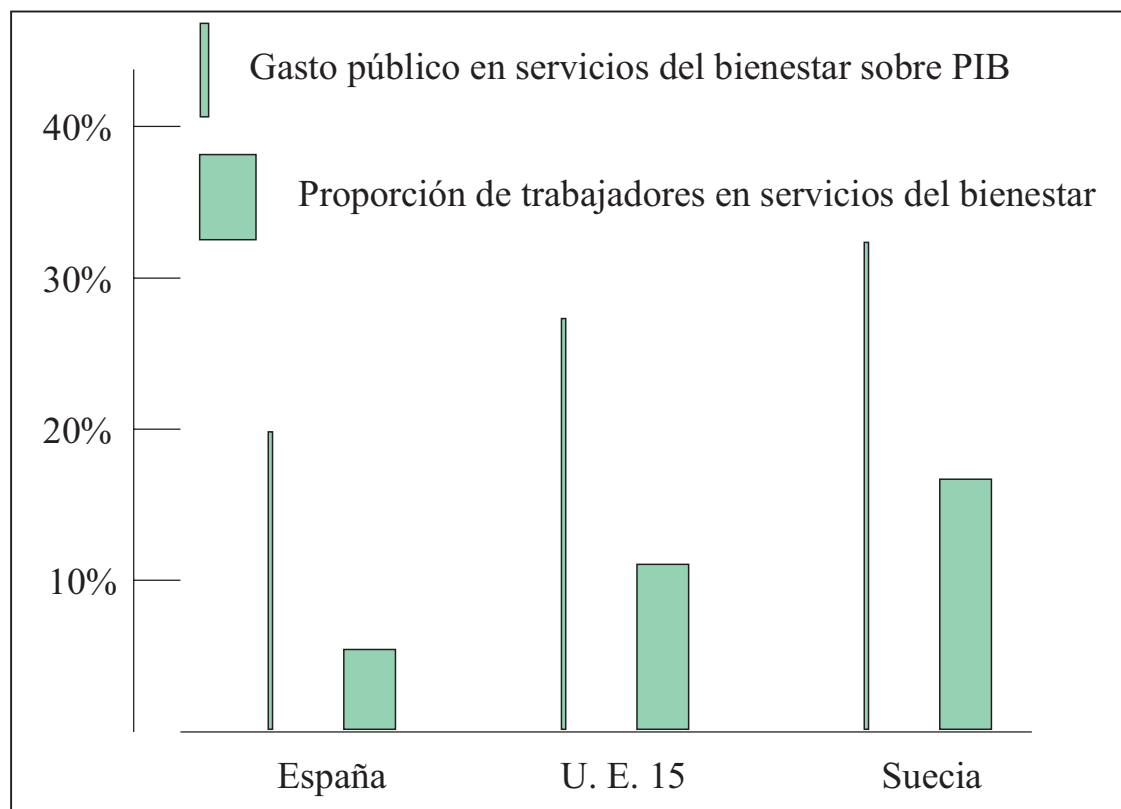


Figura III – 9.- Los servicios del bienestar en la Unión Europea y España

Un tema en el cual España recibe críticas constantes es el de la educación, en particular la primaria y la secundaria. Recientemente ha sido la OCDE, que informa sobre cómo junto a un elevado fracaso escolar, España se ha alejado de la media de los países de la OCDE en el gasto público en educación en el periodo entre 1995 y 2003.

En la figura III – 10 se reflejan esos datos de la mala situación española en ese servicio esencial, la educación primaria y secundaria, la que es obligatoria, donde estamos a la cola de los países desarrollados en la asignación de recursos públicos. El fracaso escolar es significativo en nuestro país, y entre otras actuaciones habría que incrementar el número de profesores de secundaria y darles motivación de trabajo.

En cierta manera, ello sería incrementar empleo en un servicio que no supone una elevada movilidad, sobre todo en los centros públicos, que suelen estar cercanos a la vivienda de los alumnos. Para ello quizás es preciso ir hacia una sociedad de mayor austeridad en sus gastos suntuarios, muchos de ellos derrochadores de energía, y en cambio una mayor dedicación de fondos a la educación.

Se ha escogido este servicio, pues si queremos ir hacia una sociedad concedora de los problemas importantes de futuro es necesario educar a los jóvenes en los diferentes conceptos relacionados con la sostenibilidad, los aspectos sociales y ambientales que condicionarán el mundo del futuro.

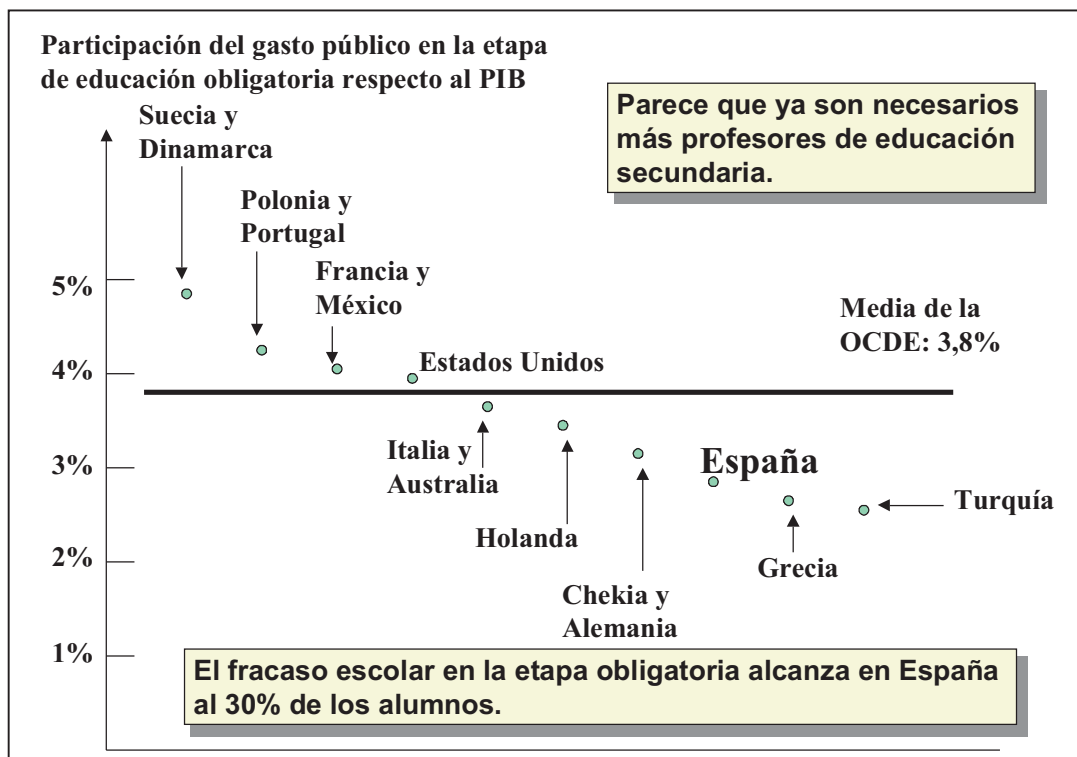


Figura III – 10.- Gasto en educación secundaria en diferentes países desarrollados

Pasemos a otros aspectos de la estructura económica de nuestro país, es decir, volvamos a la citada figura III – 8. Hay que referirse a otro sector de actividad y empleo, la agricultura, ganadería, y pesca, que progresivamente pierden peso en nuestro esquema económico; es un conjunto de actividades importantes a la hora de fijar población estable en el territorio, hecho que ya se apuntaba anteriormente como un factor preocupante, en la medida que se está produciendo un vacío demográfico en un anillo interior del país.

En el capítulo anterior se vio que la recuperación y transformación de la biomasa puede ser una opción para mantener actividad laboral en el agro, y contribuir a no incrementar los desequilibrios internos de nuestra geografía.

En estas referencias a las actividades y sectores que estructuran el empleo, es necesario hablar de sus carencias. El paro en España se mantiene en un valor significativo, el número de personas sin empleo es de algo más de dos millones, es decir, en torno al 10% de la población activa. Pero además hay que señalar que hay un elevado índice de precariedad laboral, uno de los más elevados de Europa.

Esto obliga a fomentar el crecimiento económico, en especial en los sectores que ofrezcan más posibilidades de trabajo. Ha habido creación de empleo en los últimos años, en servicios de mercado y en la construcción, pero hay que señalar sus frecuentes características de precariedad, por todos conocidas. Empleos, que como se verá más adelante, tienen una relación directa con el consumo energético.

Parece necesario, pues, en esta visión de conjunto, incidir en la apuesta por el desarrollo industrial, sobre todo en áreas de alto valor añadido, tanto tecnológico como económico, para crear empleo más estable y para mejorar nuestros índices de intensidad energética. Es una demanda que se hace de forma reiterada desde las organizaciones sindicales, y que conecta con las carencias de nuestro esquema económico.

## **Industria y Turismo**

Es conveniente reflexionar sobre estas dos actividades, que de una u otra forma inciden sobre el desarrollo económico de las diferentes Comunidades Autónomas, sus planteamientos de crecimiento económico, que ya se vio anteriormente es un aspecto importante en las menos desarrolladas, y finalmente inciden en los consumos energéticos globales de España y sus expectativas de evolución.

Las diferencias entre algunos parámetros, que se pueden relacionar con la actividad económica, e indirectamente con el consumo energético, de las distintas Comunidades Autónomas se recogen en tres figuras consecutivas, donde se agrupan las Autonomías en orden correlativo a su participación en la población total española.

Si se profundiza en el análisis de cada Autonomía nos aparecerían valores específicos que nos darían una idea mayor de esas asimetrías, y de cuáles pueden ser los intereses futuros de cada Comunidad Autónoma, tanto en desarrollo industrial como turístico; aparte de en otras actividades que aquí no se recogen, pero que no se le escapan al lector conocedor del país y de sus regiones.

La actividad industrial se puede desglosar de forma simplificada en dos grandes grupos de actividades, que a los efectos de este informe tienen aspectos diferenciados en lo que respecta al consumo de energía:

a) **Industria básica.**- La de producción de bienes primarios: acero, otros metales, cemento, cerámica, vidrio, celulosa y papel, productos químicos, etc. En general es una industria de alto consumo energético.

Una parte de ella suministra bienes estructurales, por ejemplo los que se unen a la construcción de edificios y obra pública, es decir cemento, cerámica y acero entre otros. Es importante en los países que de alguna manera están en construcción y evolución. En nuestro caso esto está ocurriendo desde hace varias décadas. Recordemos por ejemplo que España es en la actualidad el primer productor de cemento en Europa.

Otra parte de la industria básica suministra bienes de consumo directo o materias primas para su fabricación. Su presencia en España presenta ratios de actividad similares a los de otros países, o a la media, de la Unión Europea. Nos referimos a la industria química o la fabricación de celulosa.

En esta industria básica hay que incluir la energética: minería de carbón, la generación de electricidad y el refinado de petróleo, que en algunas regiones supone una actividad importante. Su desarrollo implica inversiones elevadas y actividad de construcción y montaje significativa, aparte de la fabricación de los bienes de equipo correspondientes.

En España la industria energética ha sido uno de los motores de desarrollo de otras industrias manufactureras. Las políticas seguidas en su día de fomento de la fabricación nacional, y de programas de I+D, hoy perdidos como el “Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico”, PIE, tuvieron su incidencia positiva en ello. En conjunto es una industria bastante repartida por el territorio nacional, aunque algunas regiones tienen especial relevancia en ella.

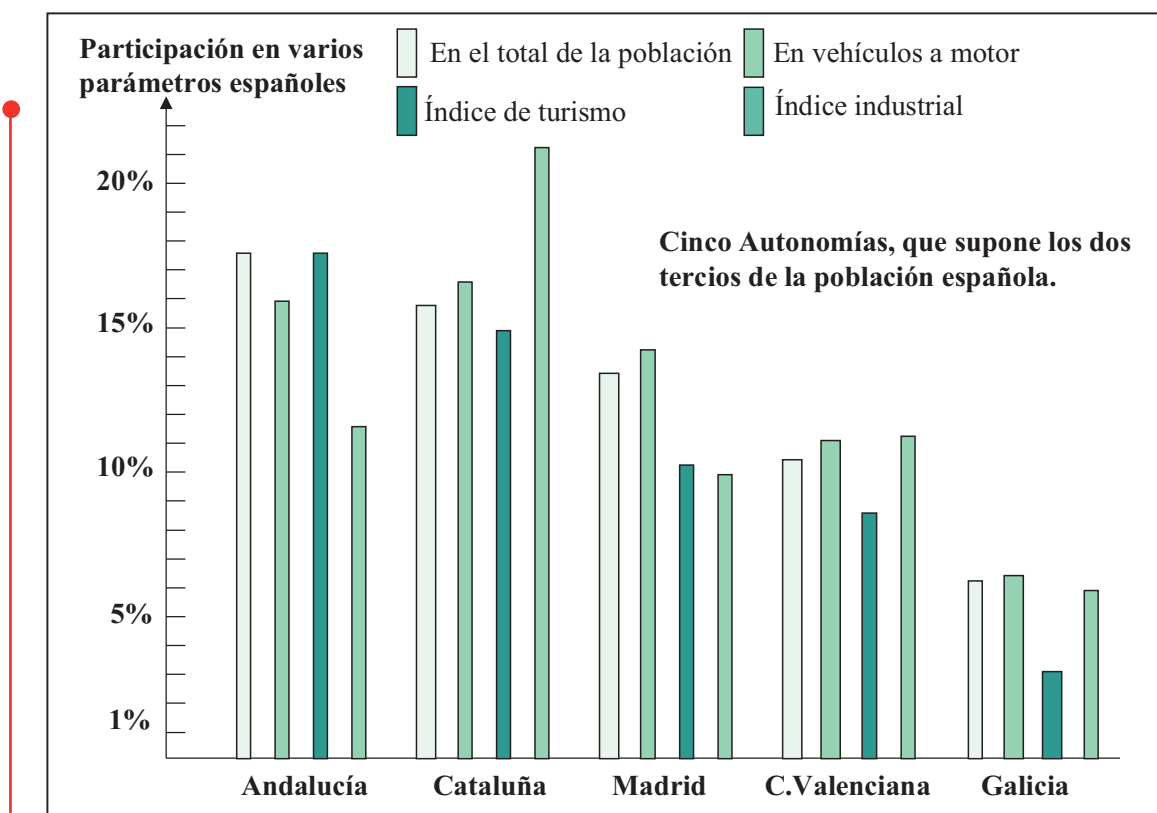


Figura III - 11.- Datos de las cinco Comunidades Autónomas de más población

b) **Industria manufacturera.**- Produce una amplia variedad de bienes de uso o de consumo. En general son actividades de bajo consumo energético, aunque hay que llamar la atención sobre los productos de usar y tirar, que en su obtención incorporan energía que se tira, esa energía se ha utilizado en el proceso de fabricación final, pero también en el de obtención de las materias primas, a veces este segundo concepto es muy importante, nos referimos a productos de aluminio, vidrio o celulosa.

También hay que resaltar que son actividades que implican una buena presencia de empleo directo o inducido, desde la industria textil a la de fabricación de automóviles.

Esta segunda supone unos cien mil puestos de trabajo en las propias fábricas, a los que hay que añadir los de la industria auxiliar, más todos los que induce, por ejemplo en los talleres de mantenimiento.

Se ha querido citar al sector del automóvil de manera especial ya que es nuestro primer rubro en el comercio internacional español. En el año 2004, las exportaciones de todo tipo de vehículos supusieron el 32,5% del total, y las importaciones el 22,2% del conjunto de estas.

Pero en el planteamiento de este informe de análisis energético y búsqueda de un uso eficiente de la energía, es preciso señalar que el transporte por carretera es el primer facto de consumo, que es preciso reducir, no yendo contra la industria del automóvil, sino intentando introducir conceptos y comportamientos de racionalidad.

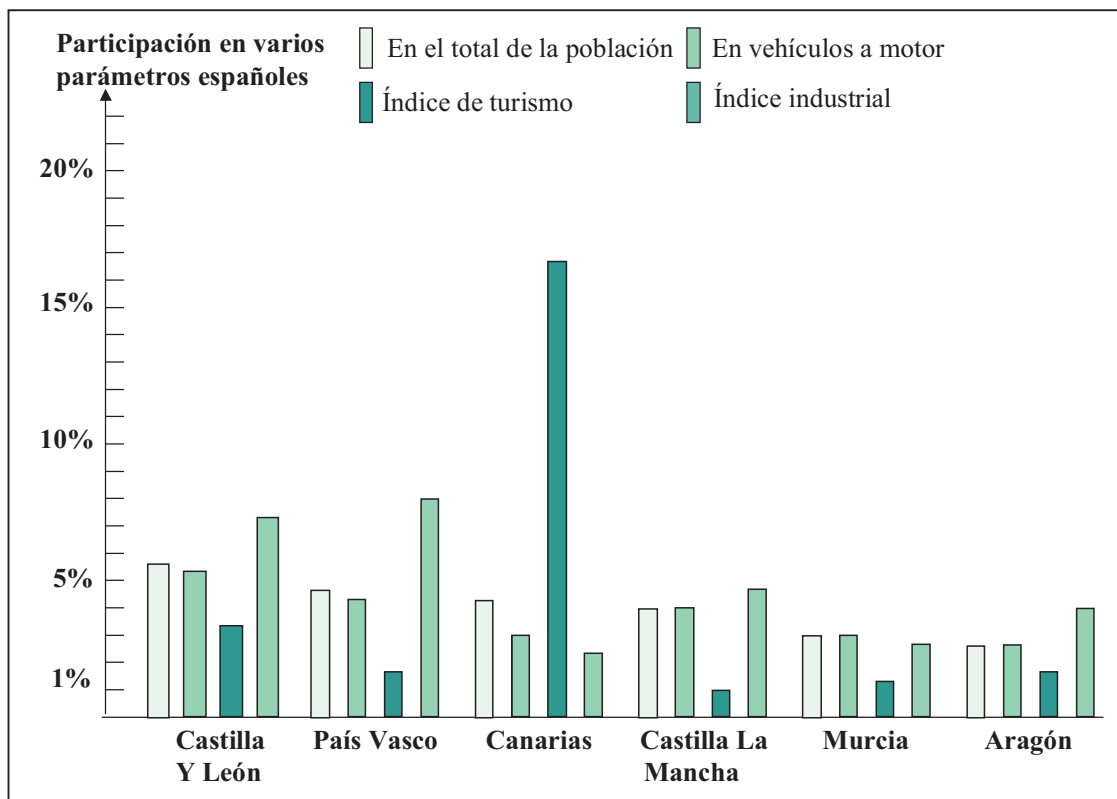


Figura III - 12.-Datos de las siguientes seis Comunidades Autónomas

La figura III – 14 nos muestra cómo España es uno de los primeros fabricantes mundiales de automóviles, aunque dependamos de firmas matrices foráneas, a las que aparte de una buena calidad de fabricación se intenta aportar una componente tecnológica. Pero también cómo tenemos una cultura contradictoria en la compra de automóviles.

En España se fabrican automóviles de gama media y baja, por el contrario se matriculan vehículos de gran tamaño, que son los de mayor consumo energético. Nuestra cultura del automóvil es derrochadora de energía sin necesidad, es el primer punto en el que hay que introducir cambios, debiéramos comprar coches más pequeños, que son los que se fabrican aquí, y aparte utilizarlos de forma más racional.

La industria del automóvil se debe mantener como un activo industrial y laboral en España, y para ello entre otros aspectos hay que potenciar las actividades tecnológicas, en la fabricación de vehículos y en la industria auxiliar, que afiancen la fijación industrial en nuestro país.

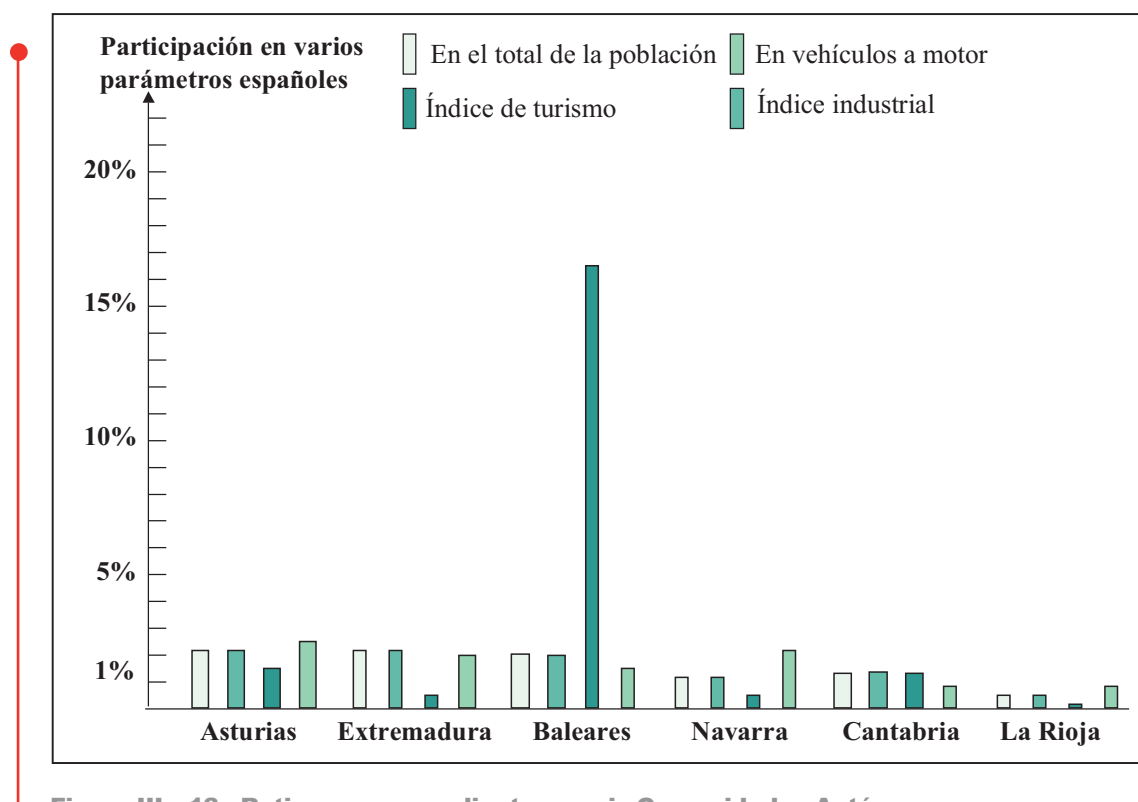


Figura III – 13.- Ratios correspondientes a seis Comunidades Autónomas

La industria española tiene especial relevancia en Cataluña y País Vasco, donde participa en porcentajes significativamente superiores a los que supone su población en el total nacional. Con poco más del 20% de la población representan casi el 30% del índice industrial. Figuras III – 10 y III – 13.

Por el contrario hay que señalar que en Andalucía aparece un bajo desarrollo industrial. Con un 17,7% de la población española, su índice industrial se sitúa en menos del 12%, a pesar de que en él se incluyen dos refinerías de petróleo y varias centrales de generación eléctrica.

En esa valoración de la industria del automóvil, hay que citar a título de ejemplo para reflexión, que Galicia, cuya participación en la población y en el índice industrial global es similar a la

media española, tiene en esta actividad de fabricación de automóviles e industria auxiliar su primer aporte a su producto interior bruto, ya delante de la pesca, que es y ha sido una labor tradicional en la región.

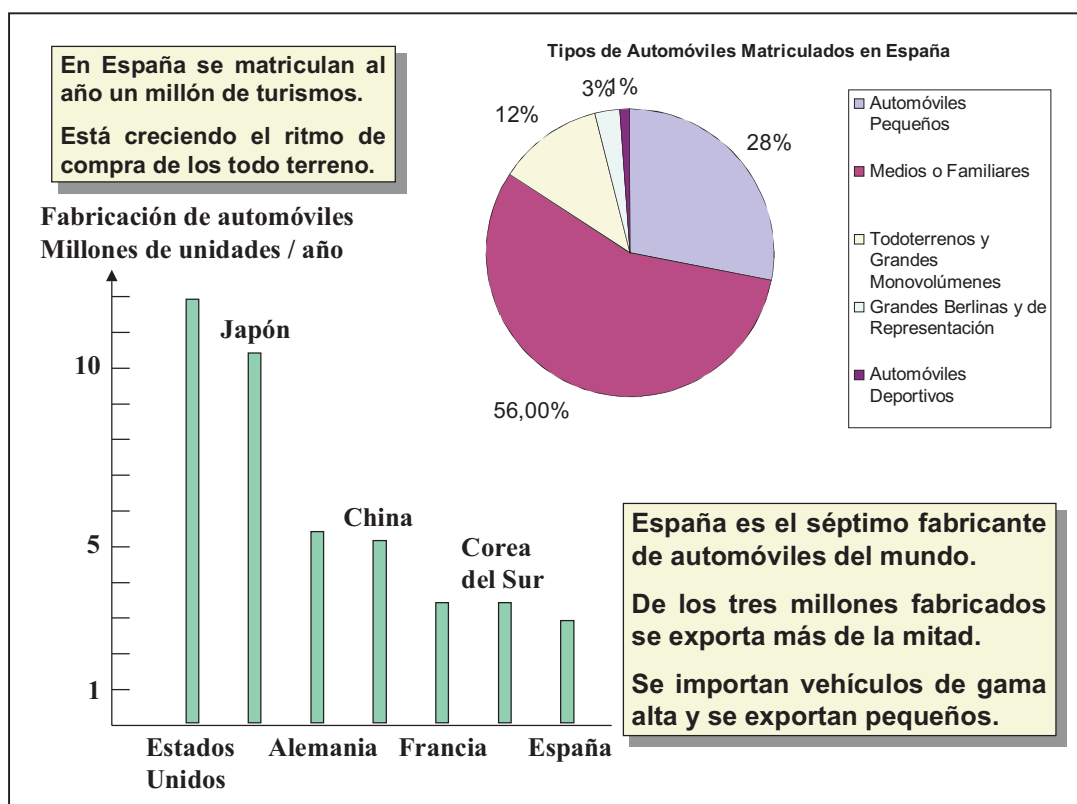


Figura III - 14.- Industria y matriculación de automóviles en España

En algunas Comunidades Autónomas, si se prescindiera de la industria del automóvil y las relacionadas con la transformación de energía nos encontraríamos con un vacío industrial preocupante.

La Comunidad Autónoma de Madrid es la tercera en población dentro del Estado. Su participación industrial es baja en relación a la media española, aunque cuenta con fabricación de automóviles. Es el gran centro administrativo y financiero del país, segundo concepto en crecimiento, como ocurre con algunas otras ciudades europeas, Londres o Francfort por ejemplo.

No obstante hay que señalar que la Comunidad de Madrid tiene un efecto dinamizador de la industria de zonas cercanas, por ejemplo en las provincias de Toledo y Guadalajara o en la Comunidad de Castilla La Mancha, que tiene una participación industrial similar a la media del conjunto del Estado.



En turismo, España es un país significativo. Ocupamos el segundo lugar en el mundo por ingresos derivados de él, después de Estados Unidos, y el segundo lugar en número de visitantes, después de Francia.

Es una actividad que implica una importante demanda energética, de la cual a veces no se es consciente:

● **Transporte.-** Básicamente la movilidad de los turistas, su medio de llegada a destino y los transportes alrededor de este. Hay que señalar que se están incrementando el número de viajes para pocos días de duración de la actividad turística, esto supone una mayor participación del transporte en la actividad total.

Este concepto de movilidad es el principal componente de consumo energético, y afecta también a los trabajadores del sector, que tienen horarios de trabajo que les obligan a adaptarse a las necesidades de los servicios que prestan, y a veces no son fáciles de llevar a transportes colectivos.

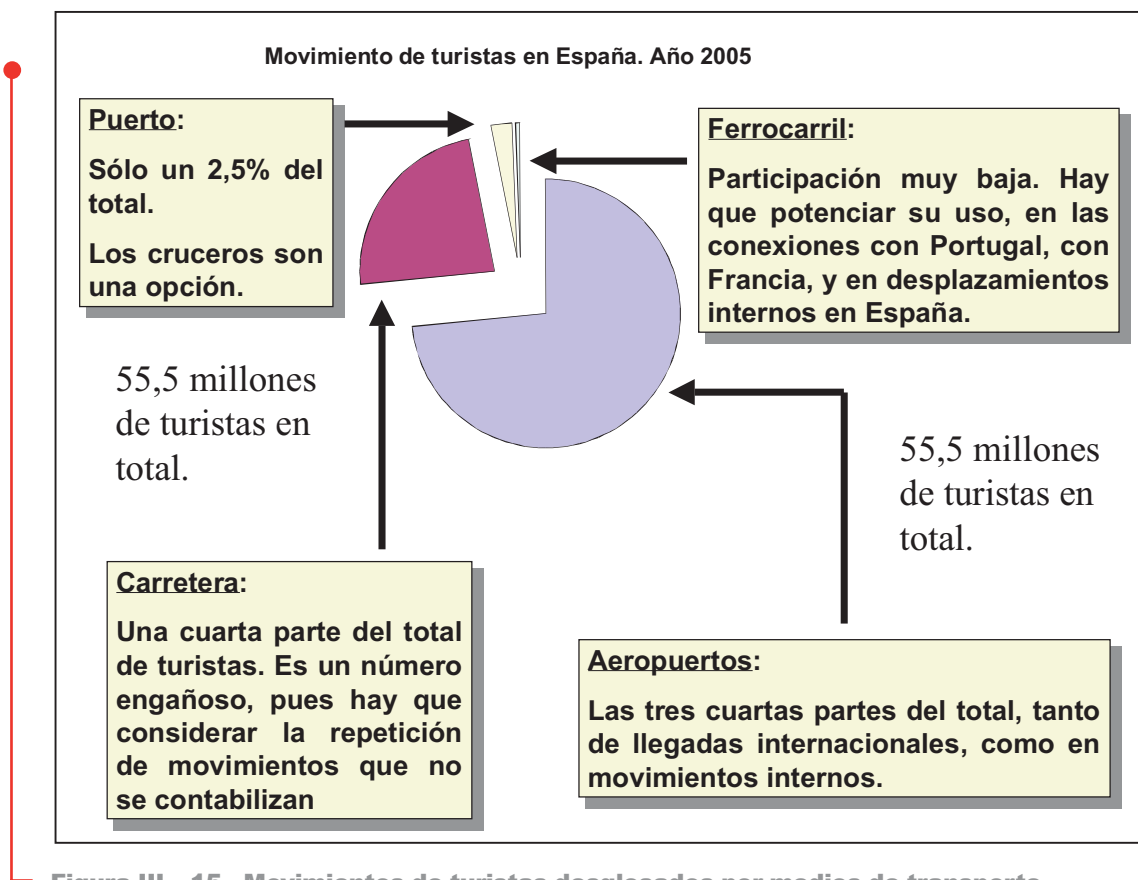


Figura III – 15.- Movimientos de turistas desglosados por medios de transporte

En la figura III – 15, se incluye el desglose de los movimientos de turistas en España, cincuenta y cinco millones de turistas anuales, con algunos comentarios al respecto. Los aeropuertos y las carreteras son los conceptos más significativos, y que se unen a un consumo energético importante. Los destinos se reflejan en la figura III – 15.

Es importante señalar el escaso peso del transporte por ferrocarril. Es un medio a recuperar, debiera pensarse en corredores de alta velocidad para un potencial alto uso, por ejemplo el que recorriera la costa mediterránea, desde Cataluña a Andalucía, o la cornisa cantábrica, desde el País Vasco a Galicia.

Hay que comenzar a pensar ya en ese momento en que puede descender la oferta de derivados del petróleo, utilizados en el transporte, tal como se comentó en el capítulo I, al que podemos llegar en un par de décadas, tiempo que se emplearía en la construcción de esos ferrocarriles. Se vuelve a este tema más adelante.

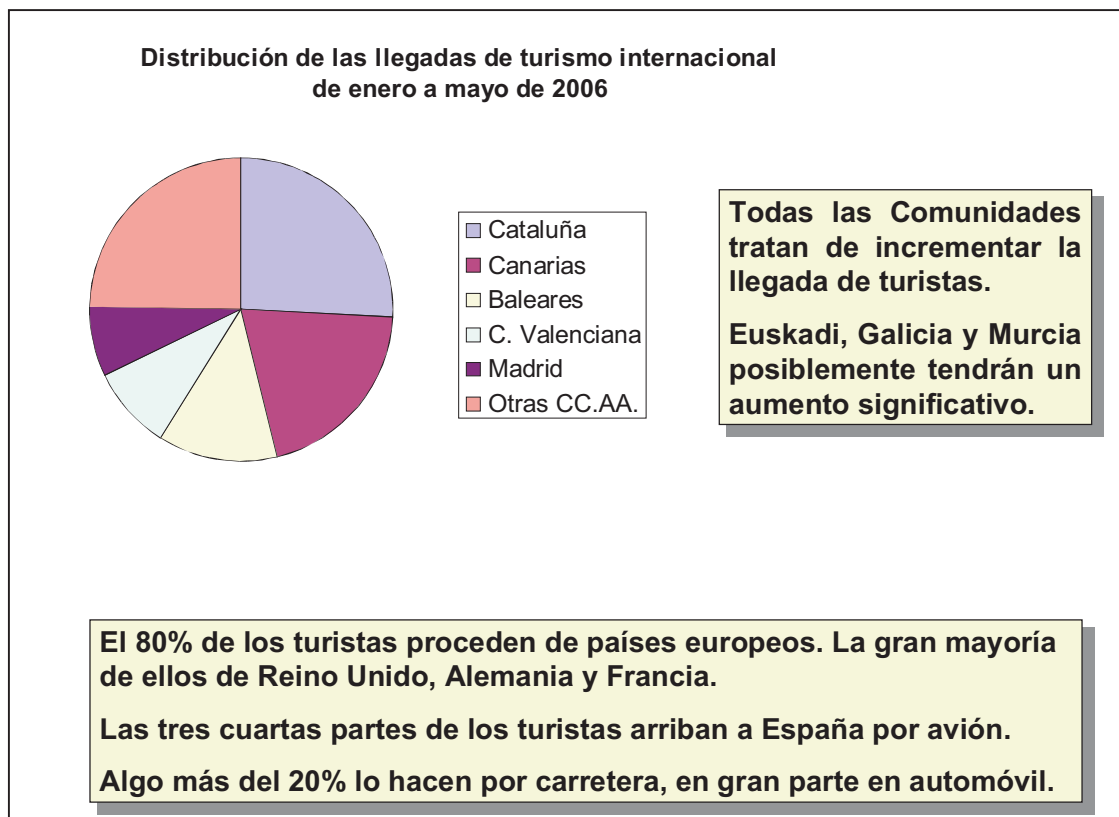


Figura III - 16.- Distribución de la llegada de turista a España y sus CC.AA.

● **Acondicionamiento.**- Incluye en primer lugar los hoteles y locales de restauración en general. En ellos pesa progresivamente la demanda de aire acondicionado y calefacción, a veces con utilizaciones poco racionales, por ejemplo con las puertas abiertas para atracción o comodidad de los clientes.

La demanda energética se dirige progresivamente al uso de electricidad, y también de gas natural, por limpieza y flexibilidad en su utilización.

El turismo es una actividad que merece una reflexión. Se es consciente de que es el gran dinamizador de la economía española. Se busca que crezca el número de turistas y lo que se denomina "calidad" de la actividad, es decir que se incremente el gasto por visitante en razón de una oferta más especializada.

El gasto unitario por turista se estanca, y se buscan nuevos atractivos, como son los campos de golf o el turismo náutico. La primera alternativa hay que señalar que es intensiva en consumo de agua, y si ésta procede de desalación, la demanda de electricidad para conseguirla es importante.

Otro fenómeno es el incremento del turismo de congresos y cultural, el primero suele tener más gasto unitario, y lo buscan las ciudades que se han promocionado con diferentes actividades, desde exposiciones o foros, a juegos olímpicos u otros eventos. Es el caso de Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Zaragoza o Bilbao. Esto supondrá un incremento de los viajes en avión y un consumo energético importante.

Hay que señalar que el turismo conlleva una actividad de exportación incluida en él, todas las compras que hacen los visitantes, o una parte de ellas. Los productos de alto valor añadido en el área alimentaria, los textiles y el cuero, y también la cerámica, son ejemplos a tener en cuenta.

El turismo es una actividad en la cual se han especializado España, y las empresas de nuestro país, por tanto es conveniente conservarlo y potenciarlo. Aunque en general es una actividad que conlleva un uso intensivo de energía que está unido a la movilidad; parece necesaria una reflexión sobre cómo modificar paulatinamente este aspecto para conseguir una menor intensidad energética, e incluso prepararse para mantener turismo aunque haya problemas con la energía en el futuro.

### **La construcción, motor económico**

La vivienda es un tema recurrente en las conversaciones, tanto el precio que va adquiriendo, como el número de ellas en construcción o los temas económicos y políticos en torno al fenómeno. Aquí nos vamos a referir a él, en los aspectos relacionados con el consumo de energía, básicamente la movilidad inducida, aunque sin olvidar la demanda de materiales de construcción de alto valor energético: cemento y cerámica, por ejemplo.

La población española ha crecido, y eso demanda más viviendas, pero además estamos ante el hecho de que el número de personas por vivienda disminuye, ya hay muchas de ellas con sólo una o dos personas. Casi sólo las ocupadas por la población inmigrante tienen cinco o más habitantes.

En la medida en que ha habido un aumento de población y crecimiento económico se ha incrementado el ritmo de construcción, tal como muestra la figura III – 17. Pero no sólo es la necesidad de vivienda, sino también los movimientos especulativos para ganar dinero en su compra y venta, o incluso una forma de ahorro, que da buenos rendimientos, y en la cual hay más confianza que en otras formas de inversión a largo plazo.

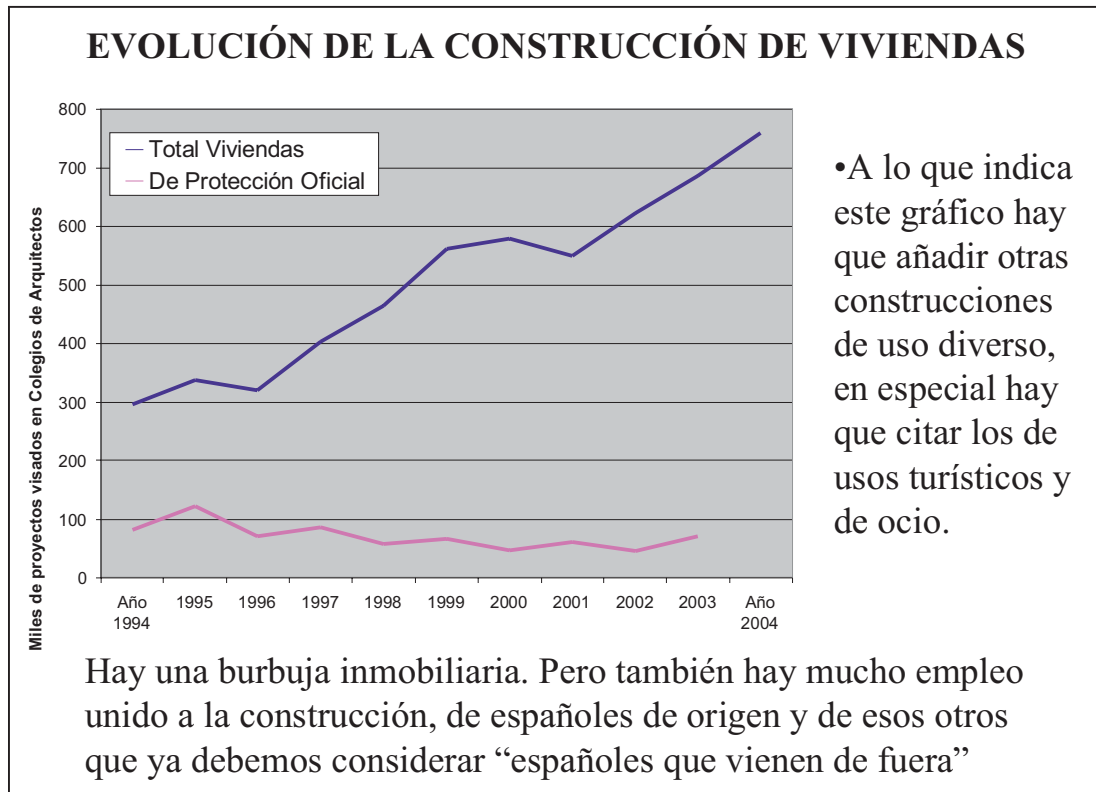


Figura III – 17.- Evolución de la construcción de viviendas en una década

Un problema conexo es que los municipios españoles tienen una participación en el gasto público total del país sensiblemente menor que el correspondiente a otros países europeos. Esto hace que tengan grandes dificultades para cuadrar sus presupuestos y recurran con frecuencia a la recalificación de terrenos para obtener ingresos adicionales.

Surgen así nuevos barrios en las ciudades sin disponer de medios de transporte colectivos eficientes implantados con antelación a la ocupación de las viviendas, se potencia el uso del automóvil en exceso en los desplazamientos urbanos, que son por otro lado los más frecuentes, tanto al centro de trabajo como de estudio.

En el actual proceso de modernización del Estado Español hay algunas asignaturas pendientes, una de ellas es la financiación municipal, que como vemos trae consigo importantes problemas de diverso tipo.

El grado de ocupación medio de las viviendas en España es de 1,9 personas por vivienda. Aunque este ratio nos dice poco, en el número total de viviendas, 23,2 millones en el año 2005, se incluyen las desocupadas y las segundas viviendas. En la figura III – 18 se refleja la situación de cada una de las Comunidades Autónomas.

Cada Autonomía admite un análisis específico, tanto de su situación actual, como de los planes que en ellas aparecen de construir viviendas, tanto para uso continuado, como de segunda vivienda, lo cual se vuelve a insistir tendrá influencia en el consumo de energía.

Las viviendas están invadiendo además los espacios de disfrute natural, lo han hecho en la costa mediterránea, pero ahora se extienden por otras marítimas y áreas de interior, por ejemplo, es llamativa la propuesta de construir en los próximos años más de 35.000 nuevas viviendas en la sierra madrileña.

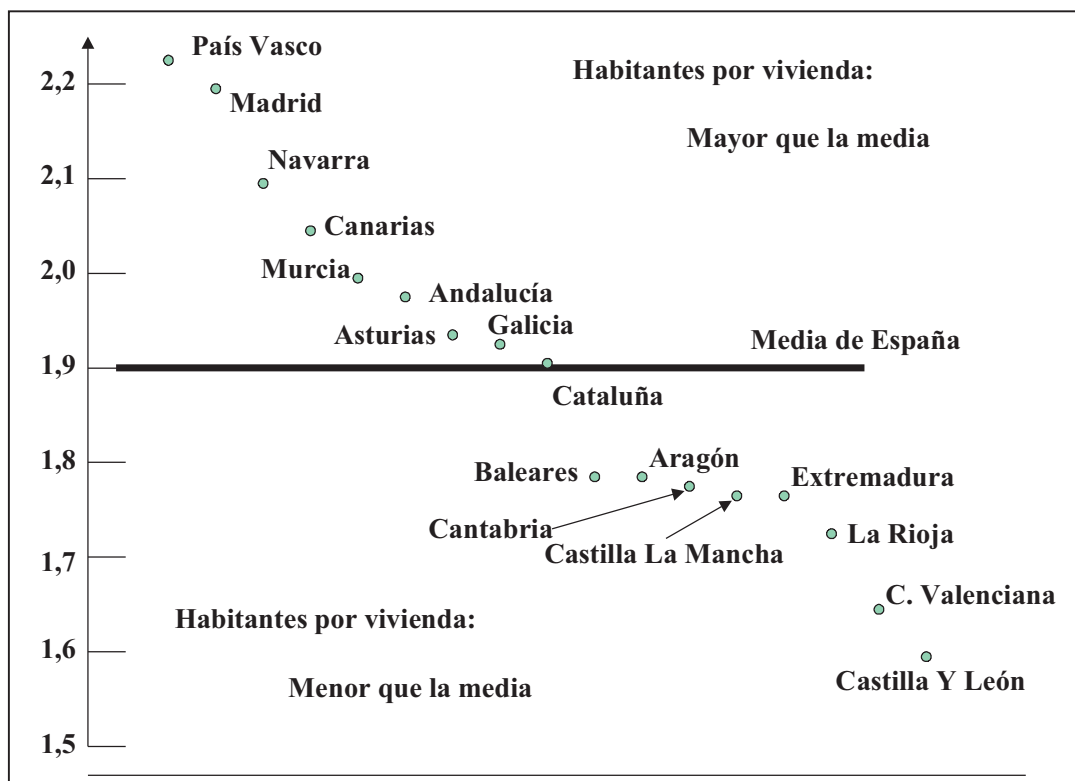
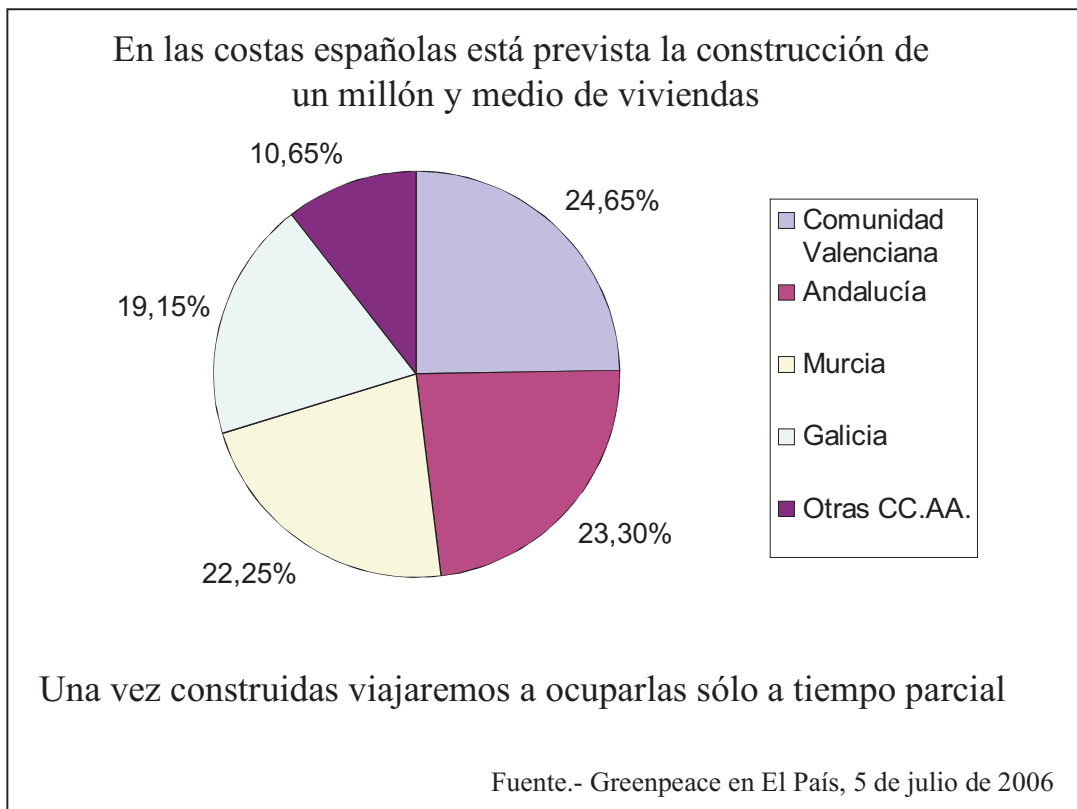


Figura III – 18.- Grado de ocupación de las viviendas en las diferentes Comunidades Autónomas

La ocupación de las costas ya es criticada desde diferentes ámbitos de la sociedad española. Aparte de la degradación de las costas, los problemas de congestión de tráfico, de vertidos de aguas residuales al mar, agravan la asimetría de disponibilidad y uso del agua en nuestro país. Figura III – 19.

En las costas se pretende construir un millón y medio de viviendas, la mayoría en la costa mediterránea; pero también se apunta Galicia a esta oferta de segunda vivienda, tanto para el mercado interior gallego como para acceder a otros, por ejemplo el de Madrid. La mejora de las comunicaciones terrestres potencia ese planteamiento.

No todo está claro en este afán constructivo. Por un lado hay que señalar que la deuda hipotecaria grava fuertemente el ingreso de las familias españolas. Los ingresos anuales totales y el valor de las hipotecas son dos valores de similar orden de magnitud. Por otro lado la subida de los intereses que se ha experimentado en el pasado año incidirá sobre la decisión de nuevas compras.



**Figura III – 19.- Ocupación prevista adicional de las costas españolas**

Hay que señalar además que la parte más joven de la población española tiene problemas para disponer de su propia vivienda. El valor de compra es muy elevado, se han construido pocas viviendas de protección oficial. Es posible que haya que potenciar la construcción para alquiler y, de hecho, ya se plantea desde diferentes instancias.

Es previsible que el sector de la construcción siga creciendo, o se mantenga al ritmo actual, al menos en los próximos años, lo cual, como se ha venido diciendo, es un motivo del aumento de la demanda energética, la propia de esos edificios, electricidad en buena medida, y la de movilidad. Bien es verdad que las nuevas normativas técnicas de la edificación fomentan aspectos positivos como el aislamiento y la instalación de paneles solares térmicos para calentamiento de agua.

De todas formas hay que señalar que recientemente el Fondo Monetario Internacional, FMI, ha advertido sobre la sobrevaloración de las viviendas en España, lo cual introduce un factor de riesgo en nuestra evolución económica. De hecho este organismo ha reducido nuestra expectativa de crecimiento económico para el año 2007 a un valor del 3%, lo cual no es un valor nada despreciable tal como está el mundo hoy día.

## Transporte urbano e interurbano

La entrada de España en la Unión Europea en el año 1985 supuso, entre otras cosas, un aporte de fondos desde ella que se dirigió a mejorar las infraestructuras de comunicación. Ese impulso no se ha detenido. Presenta un aspecto positivo cual es la vertebración del territorio, pero con matices discutibles en su ordenación final.

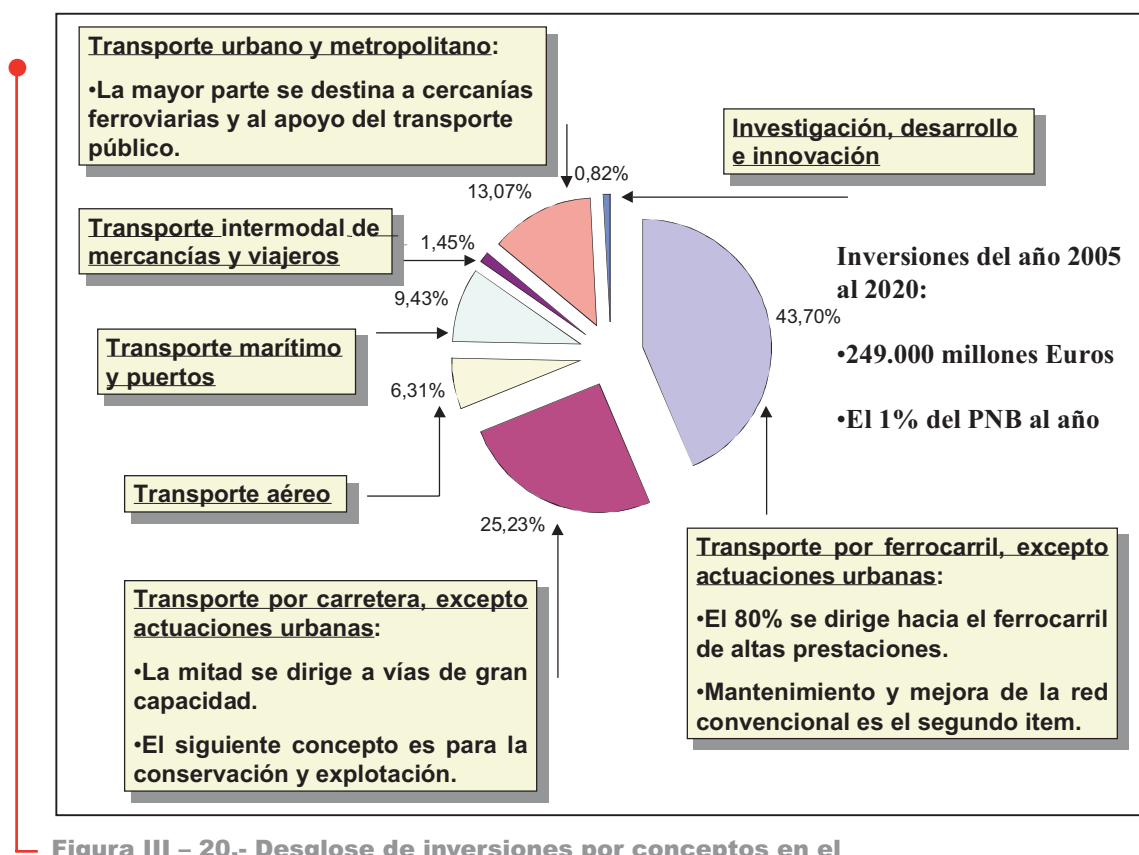


Figura III - 20.- Desglose de inversiones por conceptos en el

Sí que hay que señalar que esas actuaciones han incrementado sensiblemente el transporte y la movilidad, y por lo tanto el consumo de energía. El hecho de que las actuaciones se dirigieran de forma preferente a carreteras y autovías ha disparado la demanda de carburantes, fundamentalmente gasóleo.

A finales del pasado año 2005 publicó el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, PEIT, que significa ante todo un esfuerzo inversor muy significativo, equivalente al 1% del Producto Nacional Bruto en un periodo de quince años, desde el actual al 2020.

Es necesario señalar que se hace un esfuerzo significativo en el desarrollo del ferrocarril, el de altas prestaciones, que va a unir una serie de ciudades o áreas urbanas del país a velocidad alta. Es una opción para que hubiera un cierto cambio de modos de transporte, al menos de personas, éstas pueden sustituir los viajes de avión por los de ferrocarril, o incluso, y de forma deseable, los de automóvil por línea férrea.

- El cambio de avión por ferrocarril puede suponer un menor consumo energético, pero sobre todo introduce el cambio de derivados del petróleo por electricidad, más fácil de obtener ésta por energías renovables; aparte de que ayuda a descongestionar los aeropuertos. Es una opción válida para los movimientos ciudad a ciudad.
- La sustitución de la carretera por el ferrocarril provoca una mayor eficiencia energética, sobre todo en los automóviles con poco grado de ocupación, y cambia además derivados del petróleo por electricidad. Es útil en el turismo urbano, que ahora se está promocionando. Ahora bien, se han de considerar dos temas: el coste del billete de ferrocarril, y la necesidad de disponer de una movilidad colectiva fácil y flexible en los entornos urbanos, para así incitar al cambio.

La situación de partida es asimétrica en dos aspectos. En la actualidad tienen más peso las conexiones por carretera que las de ferrocarril, y además en ambos casos hay un mayor desarrollo en el lado mediterráneo que en el del Atlántico; volvemos a recordar esa asimetría regional a que se ha hecho referencia reiteradamente.

Pero además se ha de indicar que existe una mala conexión entre la red española y las de Portugal y de Francia. Ambos aspectos son relevantes, el primero porque muestra esa vivencia de poca relación con el vecino del oeste, y el olvido de una realidad peninsular, que podría enriquecer a ambos países; ya se ha indicado que la Península Ibérica es una isla energética, lo que nos sugiere la necesidad de una mayor y mejor relación.

La conexión con Francia sólo se realiza en los dos extremos de Los Pirineos, a pesar de que hay una constante reclamación aragonesa de abrir y desarrollar los pasos fronterizos, en particular los de ferrocarril, "El Canfranco". En el contexto energético se ha comentado la falta de acuerdos con Francia. Como se ve aquí, la cuestión puede ser más amplia.

Hacia futuro hay que pensar sobre qué opción se le da al Norte de África, si se mantienen las conexiones con barco entre los dos lados del Estrecho de Gibraltar, con las frecuentes situaciones de congestión, o hacer unas ligazones por carretera y ferrocarril, el túnel o el puente, lo que daría una mayor posibilidad de movilidad y comercio a los pueblos del Magreb.

Sea como sea hay que esperar un aumento del transporte en esa conexión de África a Europa, lo cual, entre otras cosas, significa un mayor consumo de energía. En este sentido sería interesante tanto un mayor peso de la unión por ferrocarril, que ahora es débil, como muestra la figura III – 21, como una conexión mediante corredores marítimos, bien por el Mediterráneo, bien por el lado atlántico de Europa.

En relación con el transporte marítimo, que es más eficiente que la carretera en el uso de la energía, hay que señalar que se están estudiando y promocionando las terminales de contenedores como alternativa para el transporte de mercancías frente a las vías terrestres, sobre todo cuando las distancias a recorrer superan los 500 km. En este sentido se debieran considerar las dos alternativas costeras españolas, que ya se incluyen en el PEIT:

- Puertos del corredor mediterráneo, que pueden atraer el tráfico desde y con el Norte de África, también con otros destinos: Algeciras, Cartagena, Valencia, Tarragona y Barcelona, que son los de mayor volumen de tráfico, pero que están en entornos geográficos de cierta congestión en tierra.



- Puertos del Cantábrico y Galicia, que debieran atraer parte del tráfico de Marruecos y África Occidental, pero también de América y otros destinos: Bilbao, Gijón, Ferrol, A Coruña y Vigo, entre otros, que todavía no están aprovechados en todo su potencial. Pero que demandan una buena línea férrea para todo el Norte de España.

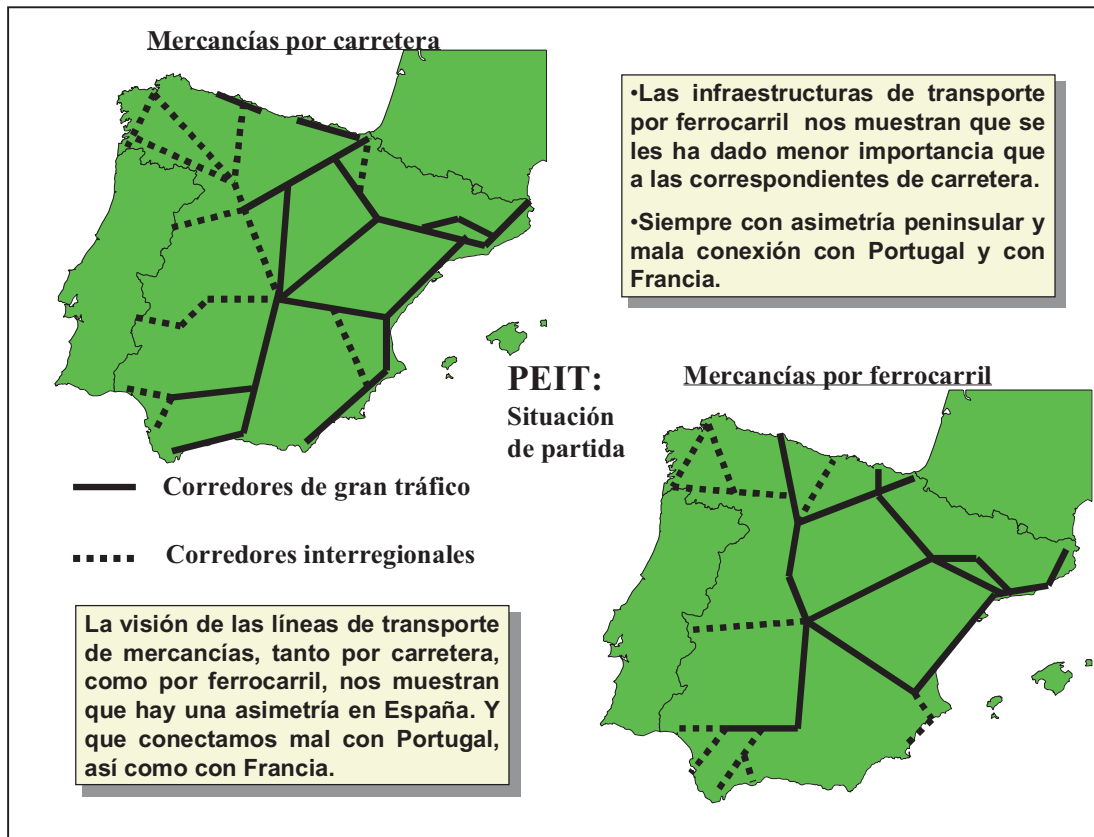


Figura III – 21.- Situación de partida en transporte de mercancías por carretera y ferrocarril

El transporte aéreo ha crecido significativamente en toda Europa en los últimos años. En España hay un cierto interés por el control de los aeropuertos más importantes, y por la construcción de otros nuevos, bien con inversión pública, el posible de Camporreal en Madrid, bien con inversión privada, caso de Ciudad Real.

La creación de centros logísticos de transporte será un condicionante para la evolución del transporte por carretera y ferrocarril, conexiónados con puertos y con aeropuertos. El planteamiento alrededor de Zaragoza es significativo, es el centro de los cuatro pilares del desarrollo económico de este país, las Comunidades Autónomas de: Cataluña, Euskadi, Madrid y Valencia; se encuentra en lo que un clásico de los estudios de la economía española dio en llamar “Los centros de gravedad de la economía española” ya en los primeros años setenta del pasado siglo.

Aquella visión hablaba ya de varias Españas. En primer lugar estaba el cuadrante noreste, definido por los vértices de Barcelona, Bilbao, Madrid y Valencia, pero con un vacío interior marcado por Aragón y áreas aledañas. Luego las otras regiones españolas que se quedaban retrasadas, pero muy distintas entre sí. No parece que las cosas hayan cambiado mucho desde hace treinta años.

En cualquier caso, y aparte de las disgresiones sociales e históricas, hay que señalar que las diferentes modalidades de transporte en España van a tener opciones para incrementar su volumen, lo que ineludiblemente supondrá un aumento del consumo energético.

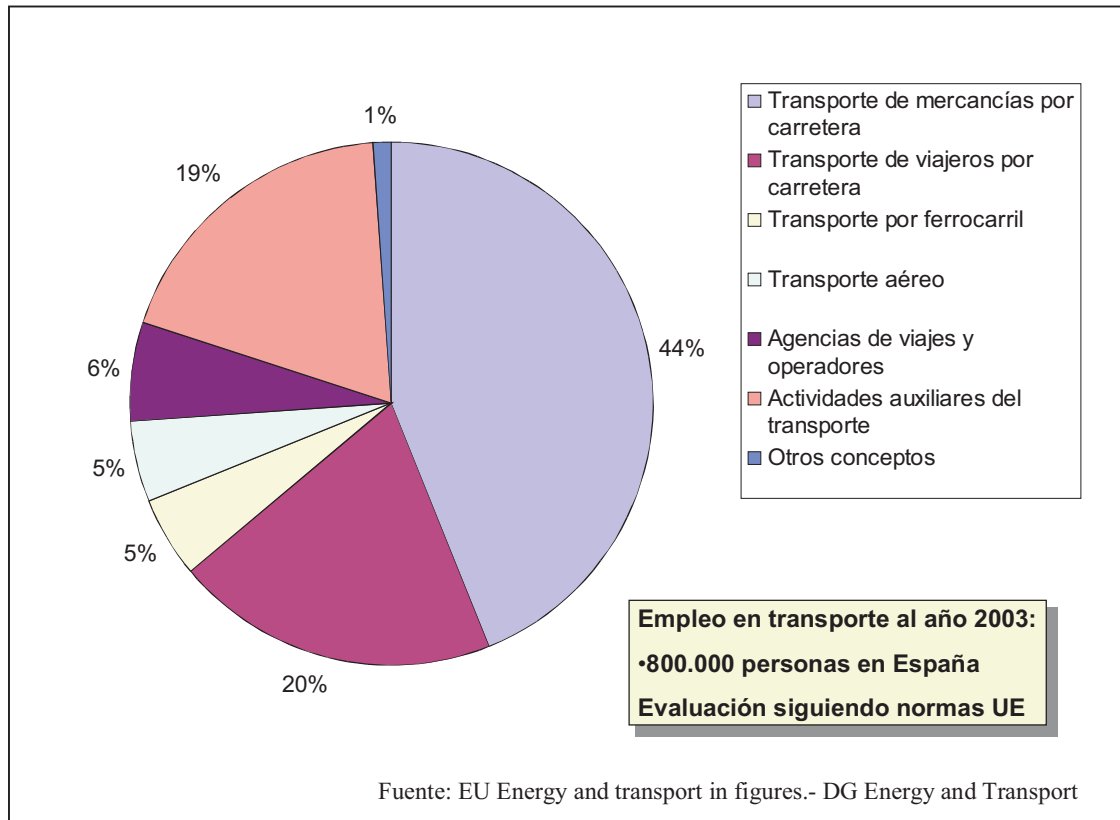


Figura III – 22.- Empleo ligado al sector transporte en España, año 2003

El transporte es un sector sobre el cual habrá que incidir a la hora de caminar hacia un consumo más eficiente de la energía y de conseguir un cierto ahorro. Pero es un entorno a estudiar cuidadosamente, supone al menos 800.000 puestos de trabajo, lo cual representa en torno al 4% del empleo en España.

En nuestro caso hay que estudiar el esquema empresarial, donde por ejemplo hay más de 125.000 empresas de transporte de mercancías por carretera, y más de 65.000 de pasajeros también por carretera, lo que significa, en relación al empleo generado, que hay una elevada presencia de trabajadores autónomos.

Por otro lado hay que considerar que el transporte, y en especial la carretera, es un motivo de accidentes mortales; en el caso de la carretera sobrepasamos los 4.000 fallecidos al año, una parte importante en "accidentes in itinere", y otra de trabajadores del propio transporte. Nos encontramos en ratios de mortalidad superiores a la media europea. Por ejemplo, en el año 2003 hubo en España 126 fallecidos por cada millón de habitantes, mientras que en la Unión Europea fueron 102.

Se están tomando medidas para reducir la siniestralidad. En el caso de los conductores particulares parece que están siendo positivas; pero hay que llamar también la atención sobre la situación de los profesionales, con presiones negativas en su trabajo sobre horarios a cumplir o número de viajes, etc.

## Consumos energéticos

Al final del capítulo I se proporcionan datos globales de las demandas de energía primaria y consumos de electricidad. Conviene aquí hacer un repaso a los principales sectores, buscando la intensidad energética de los mismos e intuyendo las posibilidades de evolución.

**I. Usos domésticos.-** Suponen casi el 17% del total del consumo final de energía en España; entre los usos domésticos hay que destacar que la calefacción se lleva el 40% del conjunto, y el agua caliente sanitaria supone el 27%. Es decir, entre ambos suponen las dos terceras partes de la energía en las viviendas.

Las normativas sobre calidad en la edificación, en particular sobre el aislamiento, debieran contribuir a reducir las demandas individuales para calefacción. También será importante una cultura de no derroche, de no llevar la temperatura interior a valores altos para luego abrir las ventanas.

En esa línea la instalación de paneles solares de agua caliente sanitaria, tanto en nuevas viviendas como en la rehabilitación de las existentes, debiera llevarnos a un ahorro importante en combustible, o eventualmente en electricidad.

El consumo de energía por vivienda se sitúa en torno a 1,2 tep al año, valor inferior al de la mayoría de los países europeos, incluidos los del sur como Grecia o Italia; pero presenta una tendencia ascendente mayor que la de cualquiera de los países europeos.

En ese consumo de energía por vivienda, el reparto entre la electricidad y los combustibles da una mayor participación a la electricidad en España con respecto a otros países europeos. Hay unas carencias en el suministro de gas natural a las viviendas, que se va uniendo a hábitos de uso hacia la electricidad.

No hay que olvidar que es energéticamente más eficiente el uso directo en las viviendas de combustible para procesos de calentamiento, que la electricidad, la cual ya arrastra las pérdidas en su generación. Pero hay que constatar que el suministro de gas natural a viviendas cubre un número reducido de estas, y mayoritariamente en dos de las Comunidades Autónomas ricas, volvemos al tema de la asimetría territorial. Figura III – 23.

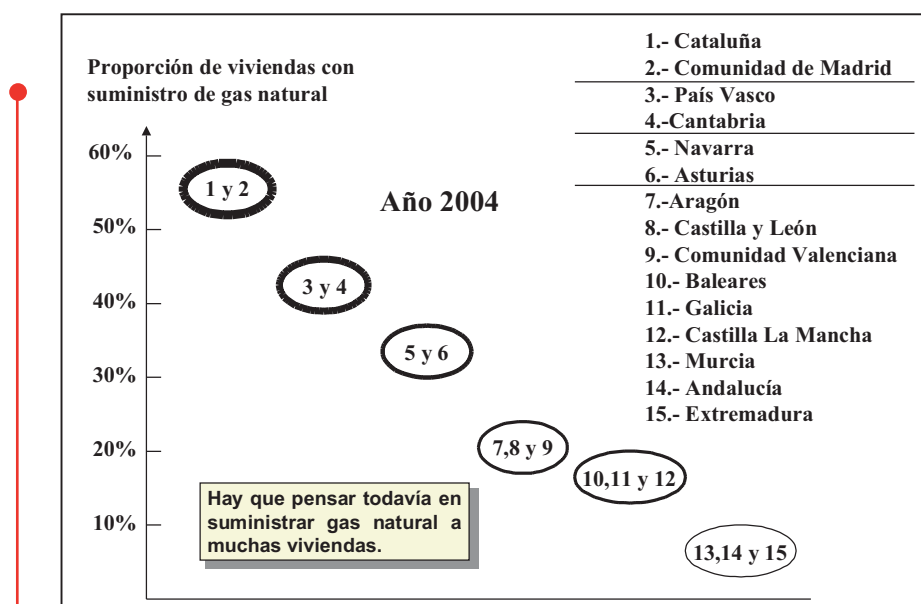


Figura III – 23.- Acceso de las viviendas españolas al gas natural

**II. Servicios.-** Significan casi el 9% del consumo final de energía. En principio es un ratio bajo si se piensa en la población que emplean, aunque aquí no se incluye la movilidad que inducen. El consumo por empleado se ha incrementado de 0,6 a 0,8 tep anuales, desde 1980 a 2003.

El mayor consumo energético se sitúa en oficinas y comercio, aproximadamente las tres cuartas partes. Hay que resaltar que se observa en la mayoría de estos locales una temperatura alta en invierno y baja en verano; es decir que se podría plantear una moderación en el uso de calefacción y aire acondicionado.

El consumo en restaurantes y alojamientos supone algo más del 12% del total del sector servicios. Una cifra no muy alta en función de lo que representan en la economía española. Pero que presenta tendencia a incrementarse.

La intensidad energética en el sector, es decir, el consumo de energía por unidad monetaria, ha pasado de ser uno de los más bajos de Europa a situarse en la media de la Unión, 0,025 kep por Euro del año 1995, pasando por encima de los ratios de Italia, Bélgica o Alemania. Hay que tener en cuenta que tenemos servicios de moderado valor añadido.

**III. Industria.-** Representa el 31% del consumo total de energía en España. Ya anteriormente se indicó que la industria básica: siderúrgica, metalúrgica, cemento, vidrio, cerámica y química, suponen el 60% del total del consumo industrial. Alimentación, bebidas y tabaco consumen otro 10%, y pasta y papel un 9%.

La intensidad energética en la industria es de 0,18 kep por euro de 1995, valor por encima de los correspondientes a la media europea, 0,13, o de países que están por debajo de esa media: Italia, Francia o Alemania.

No estamos ante una situación de ineficiencia energética generalizada, que puede darse en algún caso concreto, más bien nos encontramos con un elevado peso de algunas industrias básicas de bajo valor añadido respecto a la energía que consumen, por ejemplo la producción de cemento, que en España supone el valor mayor de Europa, con gran diferencia sobre los países arriba citados.

Es factible pensar en reducir consumos energéticos, pero no de forma significativa a corto plazo; es posible introducir mejoras en grandes fábricas, por ejemplo instalar variadores de velocidad en máquinas rotativas que tienen cambios en el flujo, bombas o ventiladores.

El cambio mayor se dará si se produce una reducción de actividades como la construcción, que demanden menores cantidades de esos productos intensivos en energía, cemento u otros.

También es factible a medio plazo extender la instalación del calentamiento solar, tanto para edificios como para agua de proceso o vapor a baja temperatura. El consumo energético en calentamiento es significativo.

**IV. Transporte.-** Su consumo energético es casi el 40% del total del consumo final en España. La carretera se lleva el 80% del total en transporte, pero hay que señalar que el aéreo ya supera el 12% del mismo; es decir el transporte aéreo supone el 5% del total del consumo final de energía en nuestro país.

La intensidad energética, algo más de 0,06 kep por euro de 1995 es muy superior a la media de la Unión europea, 0,04 kep por euro de 1995. Por encima de la de la mayoría de los países de la Unión, salvo Portugal y Grecia, también periféricos; este es un factor determinante.

También hay que tener en cuenta el escaso peso del ferrocarril en nuestros movimientos de personas y mercancías. Pero es preciso resaltar que se mueven muchas mercancías en largos recorridos, con valores añadidos no elevados, en un esquema de competencia alto. Es factible ahorrar energía en transporte, con racionalización del mismo, reduciendo la velocidad, buscando las formas de utilizar más el ferrocarril, ocupando mejor los automóviles privados, etc.

El consumo final de energía en España ya sobrepasa los 100 millones de tep anuales, en el año 2003 fueron 100,8 millones de tep, son valores ligeramente inferiores a los correspondientes a la media europea. La energía primaria demandada para atender este consumo fue de 142 millones de tep en 2005, es decir, caminamos en números redondos a 150 millones de tep anuales.

### **Asimetrías energéticas**

En el esquema de transformación de energía primaria y de uso final de energía somos un país de tamaño medio en Europa, en el cual aparecen asimetrías regionales, que tienen explicaciones sociales, históricas y estructurales, que inducen a mirar el Estado en su conjunto a la hora de análisis y toma de decisiones. Desde luego, muestran una falta de lógica si por ejemplo aspectos globales como el de las emisiones de CO<sub>2</sub>, o el del abastecimiento global, se quieren regionalizar.

Hay Comunidades Autónomas con elevado peso en la industria básica, y en sus demandas de combustibles o electricidad. Es el caso de Asturias en la siderurgia de horno alto, que consume carbón, o del País Vasco con siderurgia de acería eléctrica en la actualidad, después de haber clausurado la de horno alto; o el de Galicia, con la mayor producción de aluminio en todo el Estado. También es importante ubicar las fábricas de cemento, o la industria química y de celulosa.

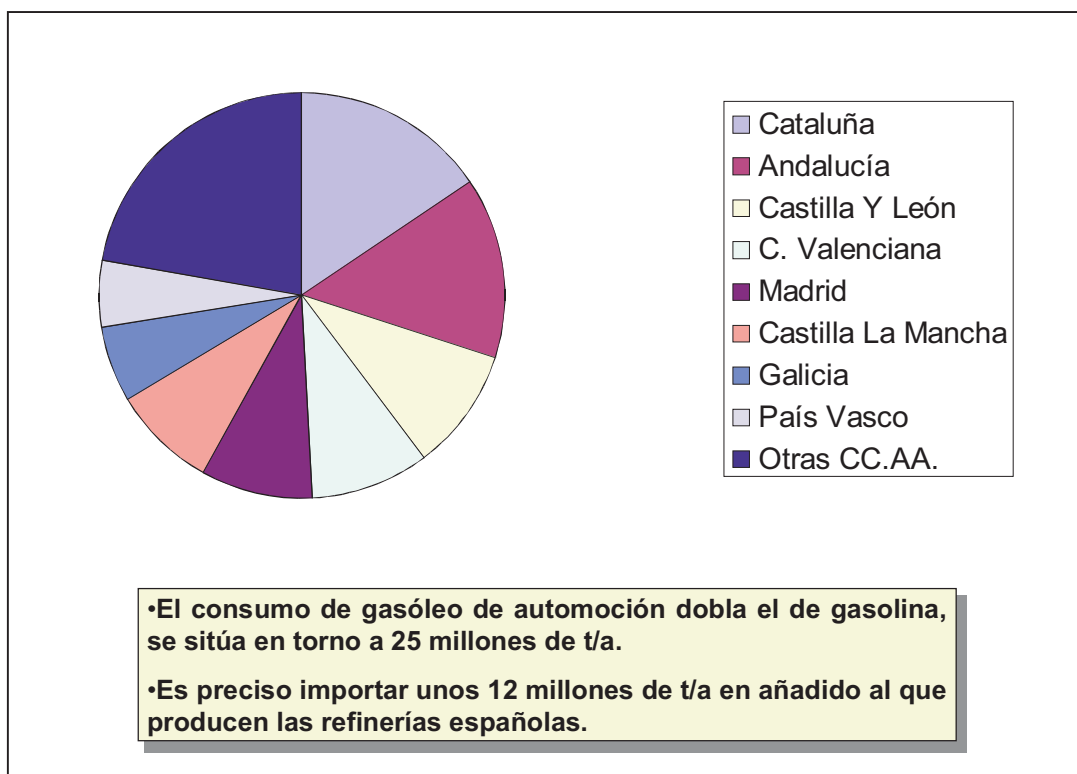
La primera fuente de generación de electricidad en España es el carbón, las Comunidades con participación significativa en este aporte de electricidad al Estado son: Asturias, Castilla y León, Galicia, Aragón y Castilla La Mancha. Lógicamente en ellas se dará una elevada emisión de CO<sub>2</sub> para atender un servicio que es una necesidad y demanda de todos los españoles.

Otras Comunidades son de amplia superficie, y se encuentran en ese anillo central que es paso obligado de pasajeros y mercancías. Es el caso de Castilla Y León y Castilla La Mancha, que participan en el consumo de gasóleo de automoción en proporciones mucho mayores que las correspondientes a su participación en la población total española. Véase la figura III – 24.

En esa figura no se ha querido resaltar el número de orden de la participación concreta de cada autonomía, pues aparecen algunas pequeñas discrepancias a la hora de la valoración exacta de los consumos asignables a automoción. Pero los datos comparativos son válidos a los efectos que se quieren resaltar, tanto en la importancia del transporte en nuestro país, como sobre ese vacío interior, salvo el de la Comunidad de Madrid, que nos trae una preocupación por la ordenación y uso del territorio.

Otro tema de análisis es el correspondiente a los consumos y generación de electricidad por Comunidades Autónomas. Hay una concentración de generación en el cuadrante noroeste de la Península, incluyendo en el mismo a Extremadura, que ya está en la parte sur de ella. La disponibilidad de recursos hidráulicos hizo que esto fuera así desde los inicios del sistema eléctrico, luego a ello se añadió la producción de electricidad con carbón, que fue la que mantuvo el servicio durante décadas, y sigue siendo, como se ha indicado anteriormente, la fuente mayoritaria de generación.

Ese carbón en sus formas más tradicionales de uso, hulla y antracita, se localiza en Asturias y Castilla y León. La extensión de la minería a cielo abierto, en grandes explotaciones, permitió la extracción de lignitos negros en Aragón, y de lignitos pardos en A Coruña, dirigidos fundamentalmente hoy hacia generación eléctrica.



**Figura III - 24.- Desglose del consumo de gasóleo de automoción por Comunidades Autónomas**

Un tema controvertido fue la ubicación de las centrales nucleares. La sociedad en general se opuso a este desarrollo, hubo manifestaciones en contra, tanto de los vertidos radioactivos en la Fosa Atlántica, como en la ubicación de nucleares, sobre todo cuando en los primeros años se propusieron hasta más de 30 grupos de generación.

Cataluña, que tiene un elevado consumo de electricidad, instaló cuatro grupos, hoy en operación tres. Con ello consigue tener una generación equilibrada con la demanda,

exportando un excedente si el año hidráulico es bueno en Los Pirineos, y hay alta disponibilidad de las nucleares.

La Comunidad Valenciana, que es otro consumidor importante, dispone de una central nuclear que reduce sus importaciones del resto del Estado. Otras Comunidades con fuerte consumo eléctrico, Madrid en primer lugar, y País Vasco, no cuentan con centrales nucleares; en el segundo caso con trágicos sucesos durante la construcción de la central de Lemóniz.

En Extremadura hay una central con dos grupos nucleares, en un contexto de fuerte rechazo social. Es la segunda Comunidad Autónoma en exportación de electricidad. También hay centrales nucleares en Castilla y León y en Castilla La Mancha; en esta segunda Autonomía cerca de Madrid, que es el gran importador de electricidad en el conjunto del Estado.

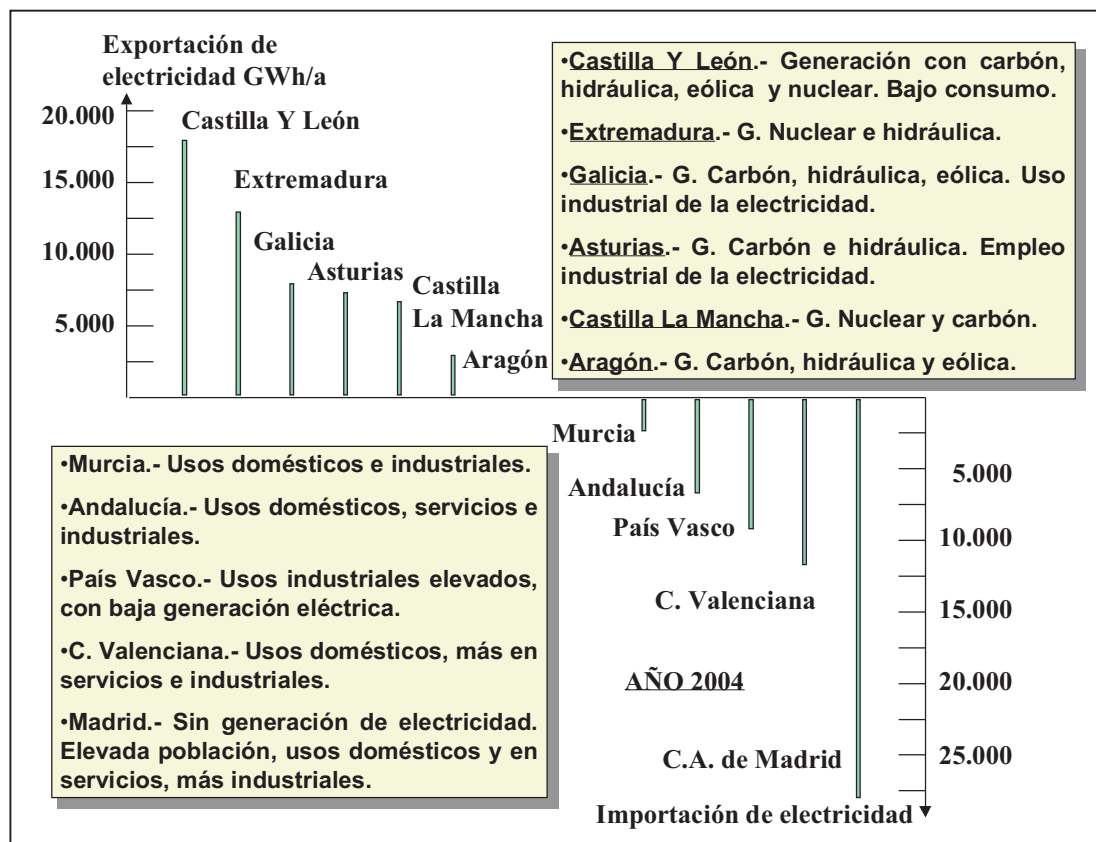


Figura III - 25.- Balance de electricidad por Comunidades Autónomas en el año 2004

El sistema eléctrico es un punto crítico con respecto a la elaboración de escenarios energéticos de futuro, sobre él se volverá más adelante, en este mismo capítulo.

## III.2.- ESCENARIOS TENDENCIALES

### Criterios de evolución

Lo expuesto en el apartado III.1 indica que previsiblemente seguirá creciendo el consumo energético en España, aunque hay aspectos que presentan tendencias a la moderación, así como que existen posibilidades de inducir hacia el ahorro, tanto en usos domésticos como en movilidad, especialmente si se adoptan políticas de precios que progresivamente encarezcan la energía.

En ese contexto se pueden considerar los siguientes ratios de aumento de la demanda de energía primaria y en el consumo de electricidad, que son los parámetros frecuentemente utilizados para valorar tendencias:

a) **Energía primaria.**- Se estima que progresivamente se producirá un desacoplamiento entre el crecimiento de la economía y la demanda energética. Adicionalmente se supone que aunque los valores de crecimiento de la economía española se mantendrá en los próximos años en torno al 3%, en el futuro este valor será más bajo, ya que a nivel mundial se supone que habrá un enfriamiento económico. Esto significaría:

- Lo que resta de década, incremento de un 2% de la demanda de energía primaria.
- Siguiendo década, se reduce al 1,5% de aumento promedio.
- Tercera década, se va a un aumento de sólo el 1% anual.

b) **Energía eléctrica.**- Se suponen valores mayores, en todo el mundo se camina hacia una mayor participación de la electricidad en el consumo final de energía:

- Lo que resta de esta década, un 3% anual acumulativo.
- Siguiendo década, un 2% anual acumulativo.
- Tercera década, 1,5% anual acumulativo.

Se estima que los criterios y actuaciones en eficiencia energética irán moderando el ritmo de crecimiento de la demanda y el consumo de energía. Así mismo es previsible que haya un claro encarecimiento de la energía a partir de la segunda década de este siglo, lo que fomentará el ahorro.

### Consumo final directo

Las estimaciones de evolución de cada sector de consumo nos llevan a dibujar un esquema de consumo final directo como el que se recoge en la figura III – 26. En él se sugiere un incremento de consumo de un 40% en los próximos veinticinco años, con un aumento de población del 25%. Habría incremento del consumo per cápita, pero no muy elevado, del orden de un 15% en el total del período.



Se ve que el transporte será el consumidor mayoritario de energía, ese aumento tendrá previsiblemente mayor ritmo de crecimiento en ésta y la próxima década; luego se espera que se hagan patentes las llamadas a la moderación, tanto por medidas económicas restrictivas, como por una cierta cultura de necesidad de él. Es preciso llamar la atención al previsible incremento de demanda de combustibles de aviación.

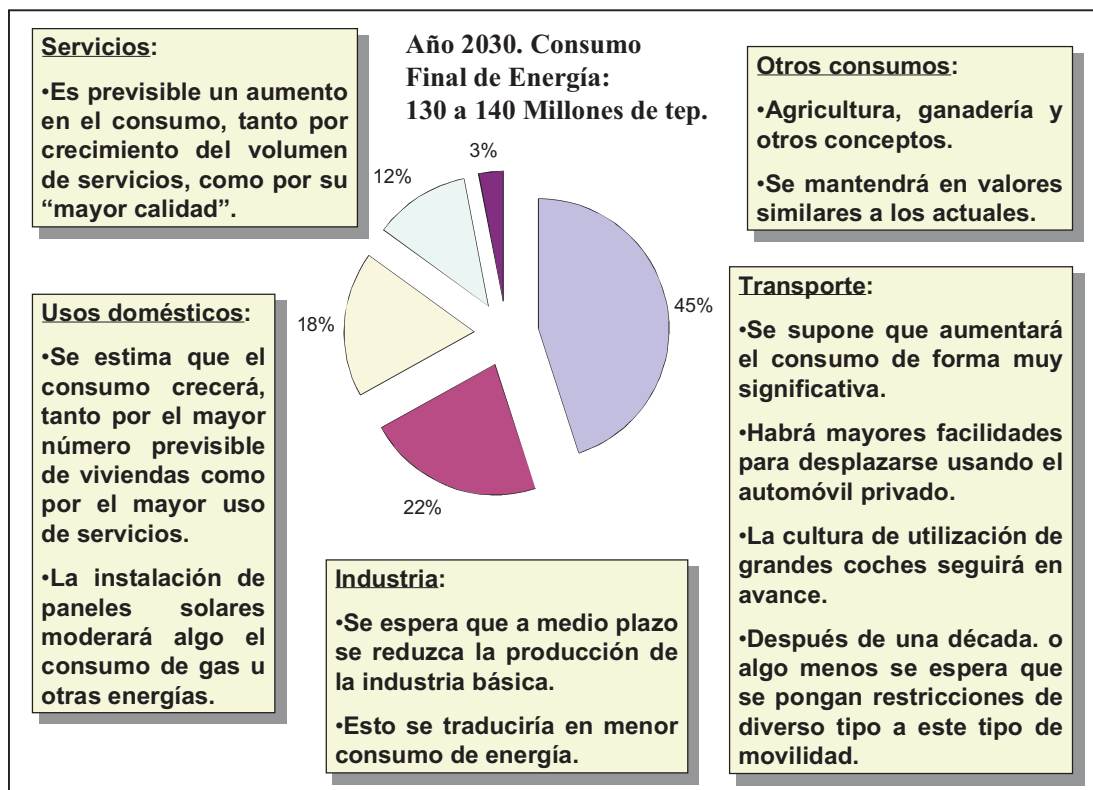


Figura III - 26.- Un posible escenario de consumo final de energía al año 2030

La industria básica seguirá, durante unos años, pujante en la producción de cemento, acero y otros materiales de uso en construcción; previsiblemente a partir de la próxima década presentará una lenta y progresiva reducción de su actividad y consiguientemente de su consumo de energía.

El número de viviendas seguirá creciendo, al menos en lo que resta de década y en los primeros años de la próxima. En ese sentido se incrementará el consumo de energía, y será moderado en parte por los efectos del “Código Técnico de la Edificación” y la instalación de paneles solares térmicos.

Los servicios seguirán creciendo en su consumo final de energía, y la agricultura y otros conceptos se mantendrán estables previsiblemente.

## Demanda de energía primaria

Para atender los consumos antes citados es preciso utilizar una cantidad de energía primaria del orden de 200 millones de tep, es decir un 40% más que la demanda actual. Las opciones de abastecimiento se recogen en la figura III – 27, en la cual se reflejan las variaciones posibles en las diferentes fuentes primarias de energía.

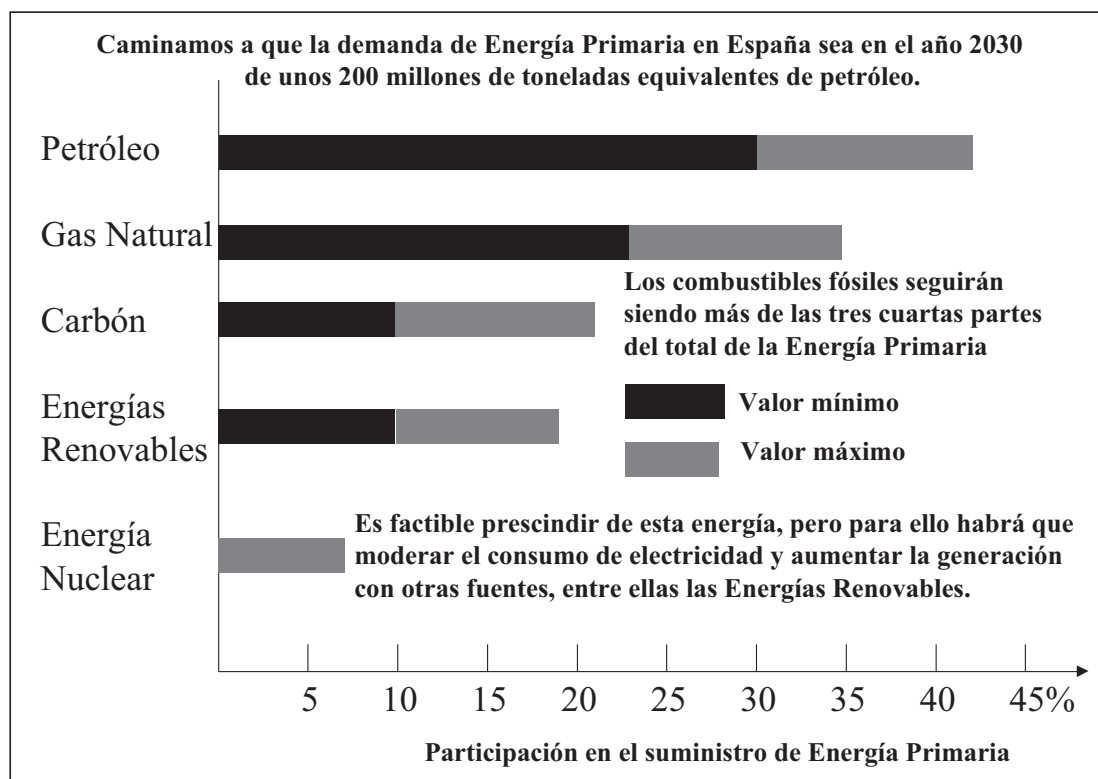


Figura III – 27.- Posible esquema de abastecimiento de energía primaria en 2030

- La participación del petróleo será mayor o menor en la medida que otras fuentes primarias puedan sustituirlo en los usos de transporte. El mercado mundial se va a enrarecer previsiblemente, y sería conveniente disminuir nuestra demanda.
- El gas natural puede llegar al valor máximo de participación que aparece en esa figura si hay abastecimiento suficiente, es decir, si se consigue una buena presencia en el mercado mundial, y se dispone de las adecuadas infraestructuras de gasoductos y puertos.

La distribución de los consumos de gas dependerán de si se hace un esfuerzo para dirigir parte del mismo hacia los usos de transporte o no, o como se avance en el grado de abastecimiento de las viviendas.

- El carbón es la fuente segura de suministro primario. Será preciso disponer de suficiente potencia rodante instalada en generación de electricidad. En este informe se supone que esa potencia se utilizará en la medida en que haya falta de gas natural o estiaje eólico, pero que es necesaria para asegurar la estabilidad del sistema eléctrico.

- Las energías renovables participarán más o menos en función de tres cuestiones. En primer lugar en la medida en que se avance en la instalación de paneles solares térmicos, primero para agua caliente sanitaria, pero después para calefacción y aporte de calor en ciertas demandas industriales.

En segundo lugar habrá que ver el esfuerzo que se hará en seguir desarrollando la energía eólica, con los supuestos de bombeo hidráulico y de potencia rodante ya citados en el capítulo II, asumiendo los costes que de ello se deriven y la resolución de los problemas técnicos correspondientes.

En tercer lugar habrá que conseguir un elevado aporte de los biocarburantes, tanto etanol, como biodiésel. Pero haciendo un esfuerzo para usar materias primas propias, en especial con el amplio desarrollo de las tecnologías de obtención de bioetanol con materias celulósicas y hemicelulósicas.

Se cuenta con una cierta participación de la generación eléctrica de origen solar, se han supuesto 30.000 MW de potencia, lo cual es importante para abrir una vía de desarrollo de esta energía, pero su contribución al suministro total será moderado, un 10% de la generación bruta de electricidad.

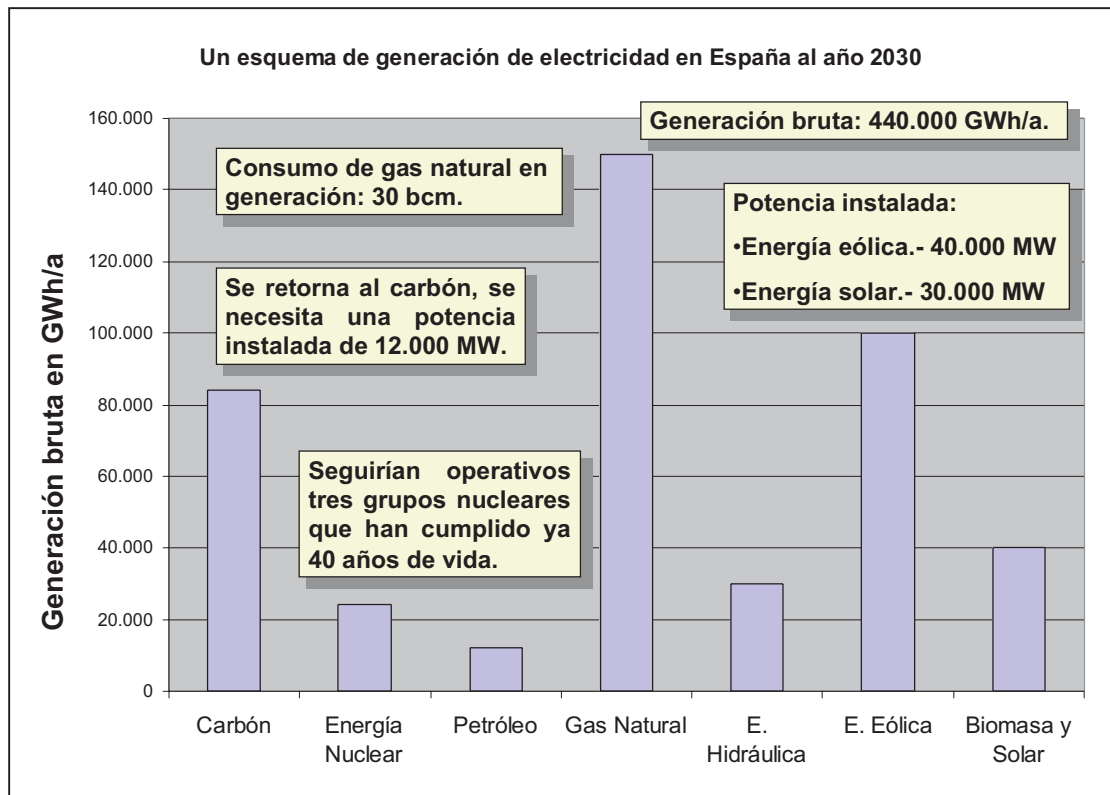
- La energía nuclear previsiblemente será parte del suministro de energía primaria, con varios de los grupos actuales, que para esas fechas ya habrán pasado de los cuarenta años de vida. No se han previsto grupos de nueva construcción, en relación con lo que se comenta más adelante. Es posible prescindir de la energía nuclear, es una opción política, pero obliga a incrementar el consumo de carbón.

## **Generación de electricidad**

La parte del sistema energético donde es preciso afinar más a la hora de pensar en definir esquemas de transformación es el subsistema eléctrico. Los supuestos de incremento de la demanda antes citados, el de atender una pequeña parte del consumo portugués, tal como se hace actualmente, más las necesidades de bombeo para avanzar hacia una participación, nos llevan a un volumen de generación bruta en torno a 440.000 GWh/a.

Esto significa un crecimiento del 60% respecto al consumo actual, en concordancia con esa mayor participación de la electricidad en el consumo final de energía, que se da en todo el mundo y que se ha citado anteriormente.

Esta mayor participación de la electricidad en el uso final de la energía, es un tema a analizar en relación con la necesidad de inversiones en redes eléctricas y en generación.



**Figura III – 28.- Un esquema posible de generación eléctrica en 2030**

Aquí se sugiere un esquema de generación, en el cual se va a una elevada participación del gas natural, algo más de un tercio de la producción total. Se consumiría un volumen similar al de la importación total en el año 2004; no se considera razonable dar más peso a este combustible fósil, tal como se intuye que será su mercado internacional.

Se presupone una buena participación de la energía eólica y solar, y no muy alta de la biomasa, que como se sugiere en el capítulo II debiera dirigirse hacia los usos directos de calor o producción de biocarburantes; en conjunto, las energías renovables supondrían un 38% de la generación bruta.

Se mantiene una generación con energía nuclear, equivalente a tres de los actuales grupos, ya con más de 40 años de vida. Evidentemente es factible mantener en operación los siete grandes grupos actuales, esto supondría una menor necesidad de potencia y generación térmica con combustibles fósiles.

Este esquema obliga a retornar al carbón en generación de electricidad, esta fuente primaria habría pasado por un menor nivel de participación a lo largo de la segunda década de este siglo, cuando la demanda no haya alcanzado las cuotas que aquí se plantean para ese año 2030, y cuando el gas natural sí hubiera crecido hasta esa cota máxima de generación que aquí se apunta. Sobre el esquema de participación del carbón y el gas natural se reflexiona más adelante.

## Emisiones de CO<sub>2</sub>

Aquí sólo se van a mencionar las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético. Según los datos de EUROSTAT, las emisiones debidas a los usos energéticos, incluido el transporte, en España han evolucionado de la siguiente forma:

- Año 1990.- 204 millones de t
- Año 1995.- 226 millones de t
- Año 2000.- 264 millones de t
- Año 2003.- 307 millones de t

Las reflexiones sobre las cuales se basa este informe sugieren un lento y leve crecimiento de las emisiones en lo que falta de década y en la próxima. Es previsible que para el año 2020 las emisiones de origen se sitúen en unos 330 ó 350 millones de t/a. Esto significaría unas emisiones de 7,5 t/habitante y año.

No olvidemos que en el año 2003 esos valores eran: en España, 7,38 t/a; la media de la Unión Europea, 8,4 t/a; un país que frecuentemente se usa como referencia, Alemania, 10,24 t/a; y en Francia, 6,2 t/habitante y año. Fuente EU ENERGY AND TRANSPORT IN FIGURES.- EUROPEAN COMMISSION.

Esta moderación en el crecimiento español de las emisiones energéticas se relaciona con la penetración del gas natural en el abastecimiento de energía primaria; es un fenómeno en cierto modo similar al habido en otros países europeos.

En la tercera década del siglo habrá previsiblemente un fuerte repunte de las emisiones de CO<sub>2</sub>, en la medida en que se modere el crecimiento de la demanda, y en razón de la disponibilidad de gas natural y la participación de las renovables en el esquema final.

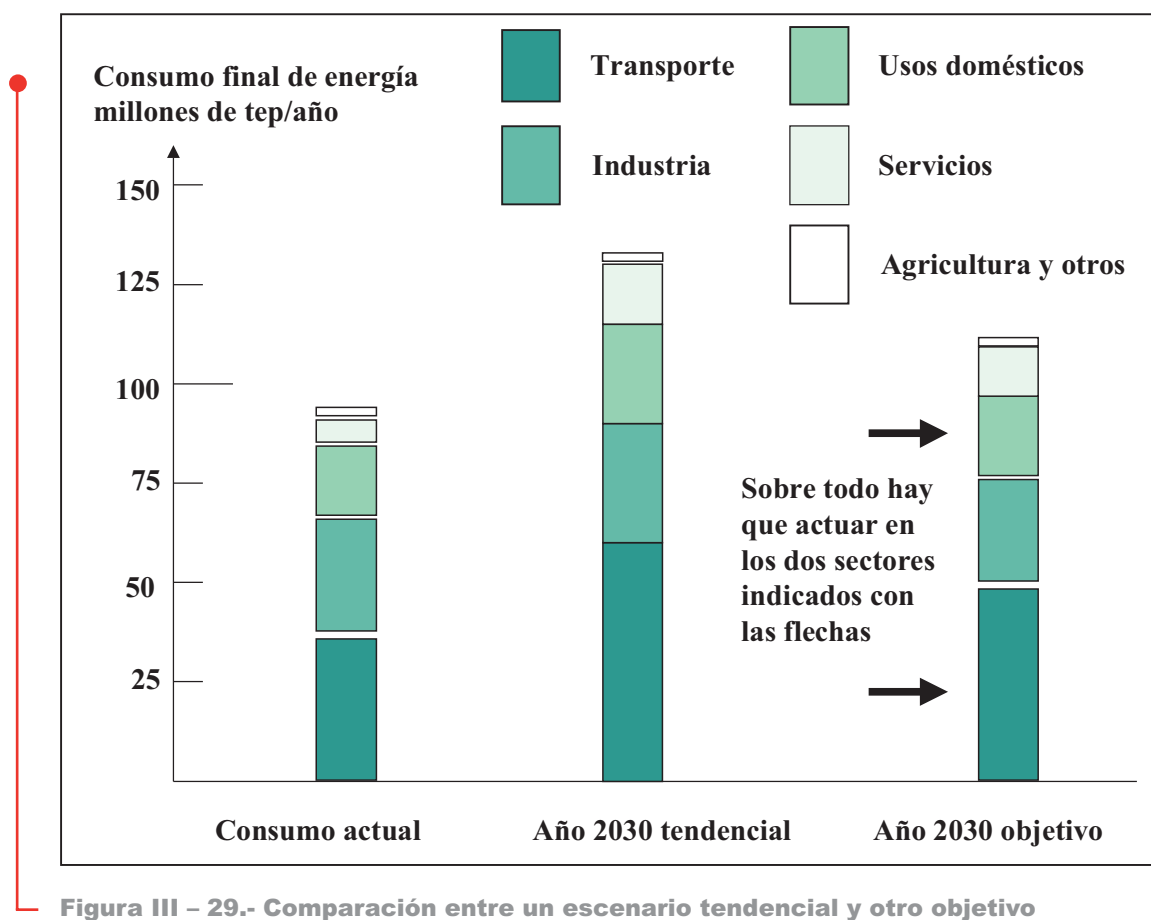
Caminamos a que las emisiones de origen energético, en el año 2030, se sitúen entre 360 y 400 millones de t/a. Es decir entre 7 y 8 t/habitante y año, según sea la población y el esquema energético. Es un valor que será similar al de otros países europeos.

La emisión global es un valor muy alto, sobe todo si se piensa en él en razón de lo que se plantea o todavía se piensa para lo que se ha venido en llamar "Post Kioto".

### III.3.- UNA HIPÓTESIS DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO

#### Planteamiento

El análisis de la evolución de tecnologías que se ha hecho en el capítulo II, junto con un esfuerzo en ir hacia el “uso inteligente de la energía”, nos podría llevar a un esquema de consumo final directo objetivo como el que se plantea en la figura III – 29, que supone un valor final en torno a 115 millones de tep, en el año 2030, es decir, sólo un incremento del 20%, frente a un aumento de población esperado del 25%.



Esto resulta fácil de decir, el papel y los discursos soportan muchas cosas, pero es evidentemente mucho más difícil de conseguir. Para avanzar en esa línea parece necesario introducir impuestos que graven el consumo energético, así como medidas disuasorias para ciertos consumos, sobre todo los que se consideren excesivos. A continuación se plantean algunas de ellas:

- **Energía solar térmica.-** Se puede hacer un esfuerzo intenso en extender esta forma de ahorro, en viviendas, en edificios de uso público; tanto en todos los casos de nueva construcción como en parte de los ya existentes.

Pero también, con tecnología mejorada sobre la actual, en todos aquellos usos que demanden calor a media temperatura, bien sea agua caliente, vapor u otras aplicaciones. Entre ellas, muchas de calefacción donde el clima lo permita.

- **Mejor uso de electrodomésticos.**- Aquí es necesario asumir que un pequeño ahorro individual pero extendido a muchos equipos pueden ser importante, por ejemplo en hacer un uso racional de los equipos consumidores de energía, o incluso compartir con otros esa utilización, para que se trabaje en las condiciones más parecidas al óptimo de diseño. Es el caso de poner la lavadora sólo a plena carga de ropa sucia.

- **Moderación en calefacción.**- Crear una cultura en viviendas, oficinas y locales de servicios, para tenerlos en invierno a temperatura no muy alta, aunque ello conlleve el uso de una cierta ropa de abrigo.

- **Restricciones al aire acondicionado.**- En línea con lo anterior ser moderados en la refrigeración, aunque ello suponga que por ejemplo no se lleve corbata en verano en las oficinas, sean cuales quiera que sean estas.

- **Movilidad en automóvil.**- Esta es la gran cuestión, que debe tener un cambio cultural, haciendo ver al ciudadano de forma unánime desde el Gobierno y otras instituciones que el cambio climático y la energía son un binomio que supone un gran problema social.

Habrá que dar facilidades y efectividad para el transporte colectivo, junto con medidas restrictivas equilibradas para el uso no eficiente del automóvil. Ir a formas de empleo compartido y de conducción eficiente.

Es necesario potenciar el uso de automóviles de gama pequeña y media, que por otra parte son los de mayor fabricación en España.

- **Transporte en ferrocarril.**- Se une al punto anterior. Por un lado hay que potenciar las uniones con Francia y Portugal, así como con la periferia de este país, de Galicia a Andalucía. Es imprescindible que la mayor parte del transporte de mercancías hacia todos los centros logísticos se haga en ferrocarril.

El ferrocarril de cercanías, rápido y flexible es una necesidad para todas las áreas urbanas del país. Pero además es preciso conseguir que se induzca a que los movimientos de turismo a las costas se hagan en ferrocarril, aprovechando los corredores de altas prestaciones.

No se ha querido incidir en el aspecto de reducción drástica de la construcción, sobre todo de segundas viviendas, que repercutiría en menor demanda de cemento, menor consumo de energía de forma directa e indirecta. Esto iría buscando un cambio drástico de modelo que podría dar lugar a problemas de pérdida de empleo en varios conceptos, así como reducción de opciones económicas a varias Comunidades Autónomas, recuérdese ese gran problema de asimetría que se ha comentado repetidamente. Este cambio no obstante se producirá lenta y progresivamente, salvo que haya factores de crisis internacional no deseados.

## Energía primaria y emisiones de CO<sub>2</sub>

Un esquema de consumo final como el anterior nos puede llevar a un esquema de abastecimiento de energía primaria como el de la figura III – 30. Se puede prescindir de la energía nuclear, pero hay que hacer un alto esfuerzo en desarrollo de las energías renovables, para electricidad y para biocarburantes, lo que encarecerá el coste final de la energía.

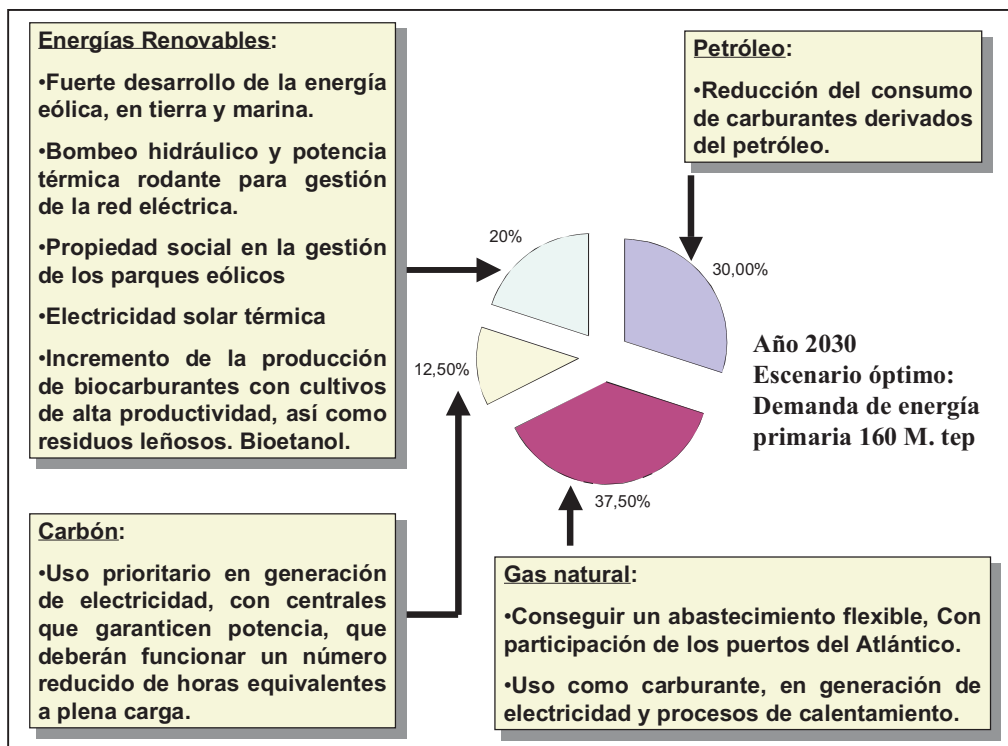


Figura III – 30.- Escenario óptimo y posible de demanda de energía primaria al 2030

Se basa en que conseguimos acuerdos para un amplio suministro de gas natural que pasaría a ser la primera fuente primaria, habría que abrirse al Atlántico, buscar la llegada de este combustible a grandes puertos del lado occidental de la Península. El gas debería cubrir una parte de la demanda de carburantes de automoción.

El carbón representaría una pequeña parte del suministro de energía primaria, pero sería la fuente de generación de electricidad segura. Habría que disponer de potencia rodante, que se utilizaría según lo demandara el sistema. Esto encarece la generación eléctrica, pero ese no debiera ser un gran problema en relación a lo que significan otros temas relacionados con la energía. Más adelante se vuelve sobre este tema.

Con todo ello se podría conseguir una emisión de CO<sub>2</sub> de origen energético del orden de 350 millones de t/a, similar a la que teníamos en el año 2000; podríamos situarnos en una emisión de CO<sub>2</sub> de origen energético de 6,4 toneladas por habitante y año, similar al ratio francés actual. No es un resultado maravilloso, pero es esperanzador.

Hemos de recordar que hoy avanzamos hacia el escenario del apartado anterior, y que no se observan hoy planteamientos políticos, tecnológicos y sociales que apunten a un cambio de dirección; sí que es cierto que la concienciación sobre el cambio climático es progresiva, y es previsible un cambio hacia esquemas como el aquí sugerido, u otros en los que se dé más peso a la energía nuclear.



### III.4.- OPCIONES DE EVOLUCIÓN ENERGÉTICA Y AMBIENTAL

#### Crecimiento de la demanda de energía

En un informe como éste, con un primer objetivo de búsqueda de menores emisiones de gases de efecto invernadero, acompañada necesariamente de un menor consumo energético, puede parecer un fracaso que se den evoluciones que nos muestran que el objetivo es muy difícil de cumplir, salvo que se cambien de forma drástica los modelos económicos y de demanda energética.

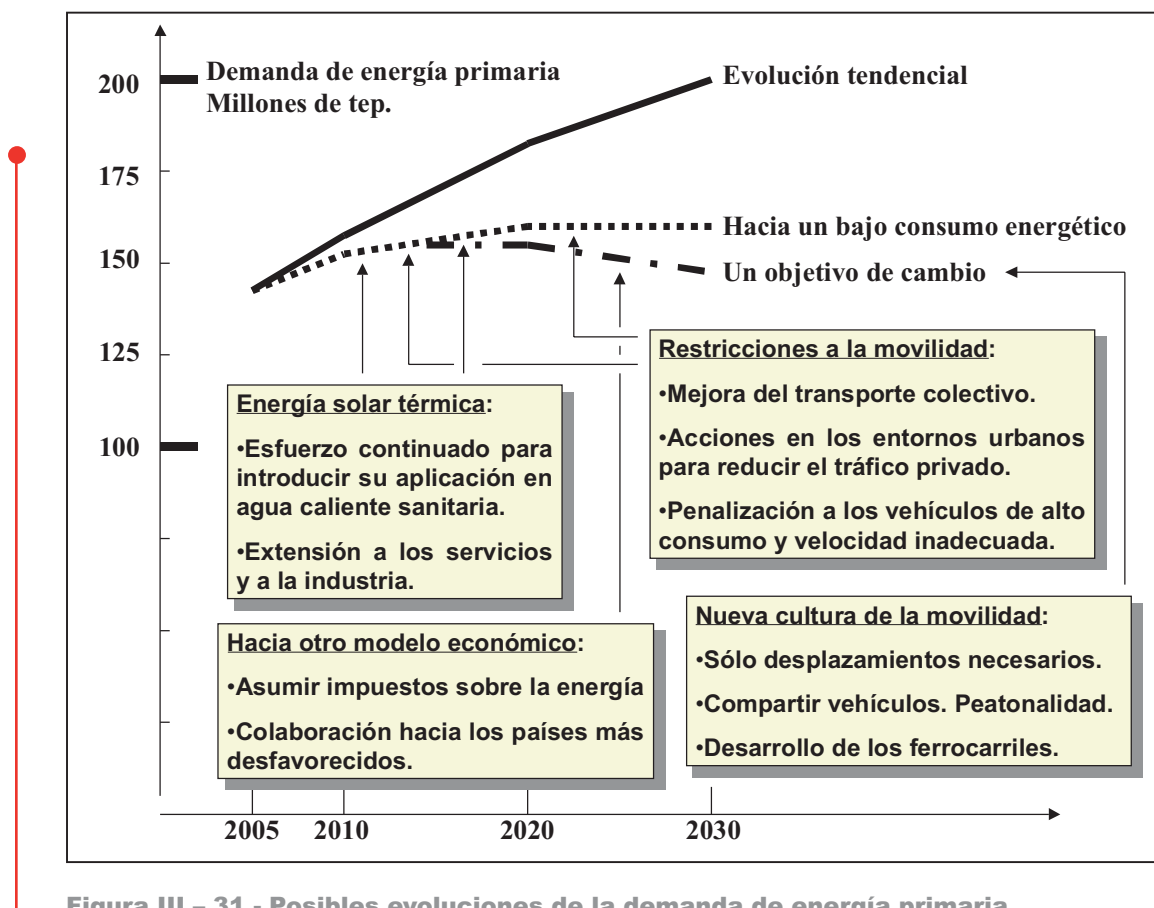


Figura III – 31.- Posibles evoluciones de la demanda de energía primaria

La conclusión de este documento es precisamente esa, que o nos ponemos a diseñar nuevos modelos o es vano, e incluso contraproducente, decir que se van a cumplir unos objetivos, que por un lado son deseables, pero de otro son irrealizables. En la figura III – 31 se muestran las previsible evoluciones de la demanda de energía.

La evolución tendencial se basa en los diferentes razonamientos que se han expuesto en los dos capítulos anteriores, y las condiciones específicas de España reseñadas en la primera mitad de éste. No nos gusta, pero hay que pensar que si no se trabaja para conseguirlo, aun puede ser peor.

El escenario de bajo consumo supone actuaciones significativas en el fomento del ahorro, en especial en lo que respecta a consumos en edificios y en transporte. Por un lado haciendo un esfuerzo para que sea realidad la instalación de una gran superficie de paneles solares térmicos, alcanzando los 5 millones de m<sup>2</sup> en menos de una década, y extendiendo su aplicación en la siguiente a la industria, al calor de baja temperatura en proceso y servicios.

De otro lado supone establecer unos planes de movilidad urbana, grandes ciudades y conglomerados turísticos, en los que se facilite el transporte colectivo, y a la vez se pongan restricciones al uso excesivo del vehículo privado. Con una segunda fase de desarrollo del ferrocarril para transporte de cercanías y de larga distancia, mucho mayor que lo previsto en el PEIT.

La diferencia con el escenario tendencial se podría hacer patente a partir del año 2010, pues los cambios son difíciles y necesitan un tiempo para que las alternativas tomadas sean una solución física real. Pero sobre todo en la tercera década se verían los efectos, sobre todo por esa actuación en la industria y la amplia disponibilidad del ferrocarril.

En la figura citada nos hemos atrevido a presentar lo que llamaríamos un “objetivo de cambio”, que podría plasmarse en que hacia el año 2030 tuviéramos el mismo consumo energético que en el año 2005, pero con una población que hubiera crecido casi un 20%. Es fácil de decir, pero muy difícil de conseguir. Aunque como veremos es una necesidad para luchar contra la evolución del cambio climático.

Desde aquí se entiende que sólo es factible caminar hacia esa solución con un nuevo modelo económico, en el cual haya claramente impuestos energéticos con diseño finalista, que por un lado inciten al menor consumo energético, y de otro ayuden a crear nuevos esquemas de empleo para paliar los efectos de las restricciones en el consumo de bienes y servicios que se derivarían de actuaciones económicas de este tipo.

No olvidemos que se propone una nueva cultura de la movilidad, reduciendo los viajes innecesarios, lo que ha de traducirse en un freno en la construcción de segundas viviendas, y un menor desarrollo del turismo.

Habría que desarrollar los servicios de ciudadanía, o del bienestar, frente a los de mercado, a la vez que se va hacia una industria significativa de las energías renovables. Todo ello en un marco de ayuda a terceros países para que consigan modelos de uso energético eficiente. Es un reto para pensar como debe diseñarse, pues puede traer consigo alteraciones en la estructura social y de empleo no deseables.

### **Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético**

Es el aspecto más crítico de este informe, no parece factible en ningún caso que las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético puedan bajar de las correspondientes a 1990 incrementadas en un 15%. En la figura III – 32 se refleja el entorno de las previsiones para la evolución de estas emisiones.

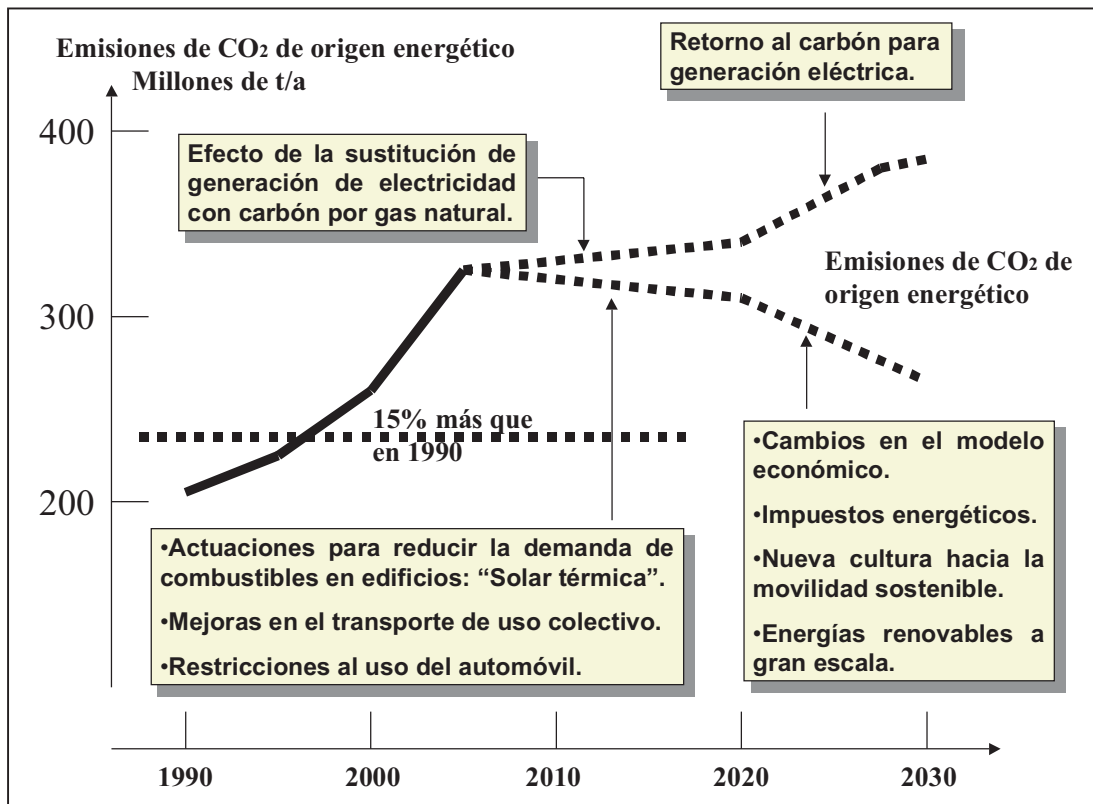


Figura III - 32.- Estimación de evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético

El ritmo de crecimiento de las emisiones en los últimos años ha sido muy rápido. Es posible que veamos una moderación en ese aumento en los próximos, que no deben llevarnos a engaño:

- Una parte importante de la reducción se unirá al incremento del uso del gas natural, en generación de electricidad fundamentalmente. Pero esa participación del gas tiene un límite previsible en su evolución, estimamos que hacia el año 2020 se habrá alcanzado una capacidad de importar de 80 bcm, que difícilmente seguirá creciendo.
- Otra parte, posiblemente menor de esa moderación se relacionará con la introducción de la energía solar térmica, y los menores incrementos en el uso del automóvil privado. Un esfuerzo importante en este campo podría hacer que incluso se redujeran ligeramente las emisiones en los próximos quince años.

Lo más importante a nuestro entender, es que tipo de preparación haremos para la tercera década de este siglo. En ese momento aparecerá un aspecto crítico ligado al aumento mayor o menor de la demanda de electricidad, junto a:

- Los problemas para disponer de más gas natural en esa generación extra de electricidad. El mercado internacional no parece favorable a ello. Adicionalmente el gas tendrá otros usos, entre ellos el transporte.
- Los grupos nucleares cumplirán cuarenta años de vida. Su eventual sustitución obliga a nuevos grupos con carbón, que en sólo una parte pueden ir acompañados de sistemas de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

- La potencia eólica instalada puede incrementarse de forma significativa, pero para ello es preciso desarrollar sistemas de almacenamiento de energía, en buena medida con bombeo hidráulico, lo cual obliga a un claro diálogo ambiental.

Parece necesario volver a hacer referencia a la necesidad de introducir factores que nos vayan llevando hacia otro modelo económico y energético, los impuestos finalistas pueden favorecer esto, dando cabida también a que se puedan instalar energías renovables a gran escala.

Hay que recordar que el crecimiento de la energía eólica puede ser muy importante, pero progresivamente a más potencia instalada resulta un mayor coste de generación por razones de la gestión de la red. La electricidad de origen solar es costosa, como se ha visto anteriormente; es factible instalar una elevada potencia, pero su coste repercutirá en el precio final.

La ruptura tecnológica para disponer de nuevas opciones a gran escala con energías renovables y el vector hidrógeno no parece que pueda darse antes del año 2030. Estamos atrapados entre el deseo de menores emisiones de CO<sub>2</sub> y la gran dificultad para conseguirlo.

Puede que en este informe nos equivoquemos, pero todo apunta a la necesidad de prudencia a la hora de plantearse nuevos objetivos. Y sobre todo de empezar a cambiar ya el modelo energético.

### **III.5.- ASPECTOS CRÍTICOS. LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO**

#### **Presentación**

Los escenarios que se han mostrado en los apartados anteriores no son propuestas o reflexiones que nos dejen tranquilos, aparecen soluciones que no nos gustan o que introducen incertidumbres. Los puntos críticos más significativos se reflejan en el cuadro de la figura III – 33, agrupados en dos conceptos: el cambio climático, al que nos referimos más adelante en este mismo apartado, y los riesgos de suministro, sobre los que se reflexionará en siguientes apartados.

#### **Fracaso en la lucha contra el cambio climático:**

- **España no cumplirá con su parte del Compromiso de Kioto, aunque sus emisiones por persona de gases de efecto invernadero serán previsiblemente menores que la de algunos otros países europeos.**
- **Pero eso no es lo más grave. No se está ayudando desde los países desarrollados a los menos favorecidos de manera efectiva para que dispongan de sistemas energéticos eficientes y limpios.**

#### **Incertidumbres en el suministro de energía primaria a España:**

- **La demanda de gas natural crecerá fuertemente en el futuro, y no hay garantía de suministro para todos los potenciales consumidores.**
- **Las energías renovables avanzan lentamente. La Unión Europea en el año 2012 no llegará a que participen en un 12% de su abastecimiento de energía primaria.**
- **Esto obliga a un debate social sobre el retorno a la energía nuclear, con altos ratios de participación, o el incremento del uso del carbón.**

**Figura III – 33.- Aspectos más críticos de la evolución del sistema energético**

Ambos temas afectan en su planteamiento y resolución tanto a los españoles, como al conjunto de todos los europeos y a otros países desarrollados; pero entendemos que los correspondientes a la seguridad de suministro no van a ser vistos en común dentro de la Unión Europea antes de que pasen bastantes años, cada país tendrá que resolver sus propios problemas. Por eso los vamos a tratar de forma individualizada para el caso español.

#### **Lucha contra el cambio climático**

La Unión Europea se comprometió, en relación con el Compromiso de Kioto, a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 8%, respecto a las de 1990, para el período de 2008 a 2012. Todo apunta a que no se va a conseguir esta reducción, aunque se ha avanzado en dirección a ella.

El problema de futuro estriba en que no se pueden proponer nuevas reducciones de valores significativos, con expectativas de cumplirlas. A la vez no se puede presentar una amplia extensión de los mecanismos de desarrollo limpio hacia el Tercer Mundo. Luego no parece que sea factible una lucha efectiva contra el cambio climático.

La situación española es aún peor, vamos a superar ampliamente el límite propuesto de sólo un 15% de incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, y lo que nos muestran los apartados anteriores es que en el futuro no podemos ofrecer mejores perspectivas, sólo tal vez moderación en las emisiones en lo que hemos denominado el "Escenario Objetivo" expuesto en el apartado III.3.

Ya se ha dicho en otros lugares que entendemos que el Cambio Climático es uno de los grandes problemas a que se enfrenta la Humanidad, y España y su entorno hacia el SUR en particular. Por tanto hemos de forzarnos para paliar sus consecuencias, y en ello es iluso pensar en ir solos, como se ve a continuación.

Sabemos que es muy difícil proponer planteamientos comunes en Europa, pero es preciso preparar el terreno durante unos pocos años para que eso sea posible. El esfuerzo que se debe pedir es muy significativo pues ha de caminar en dos direcciones paralelas:

- Cambio significativo del modelo económico hacia otros de menor intensidad energética. Esto hecho desde un país, le dejará previsiblemente fuera de los esquemas de competitividad y desarrollo socio económico.

Estructurado desde el conjunto de la Unión Europea puede tener visos de realidad, para ir hacia situaciones en que países específicos no se queden fuera y pierdan nivel relativo respecto a otros. Sería el caso de España con una fuerte dependencia en su economía de la construcción y los servicios de mercado.

Evidentemente la Unión Europea puede perder posiciones frente a Estados Unidos, y quizás Japón. Esto es un problema grave a la hora de plantearlo, pero hay que reflexionar ya sobre ello.

- Establecer impuestos energéticos para ir frenando el consumo energético a la vez que se inducen usos más eficientes, con demandas específicas menores de energía para un mismo fin.

No es un tema fácil de establecer, pero no olvidemos que en Europa ya tenemos impuestos significativos sobre los combustibles de automoción, es decir, no es nada nuevo. Y hoy sería posible decir que el coste real de la energía para los ciudadanos europeos es sensiblemente menor que el que teníamos en los años ochenta del pasado siglo.

Evidentemente nuevos impuestos serían impopulares, afectarían negativamente al crecimiento económico, y previsiblemente darían lugar a pérdidas de empleo, más en unas actividades que en otras.

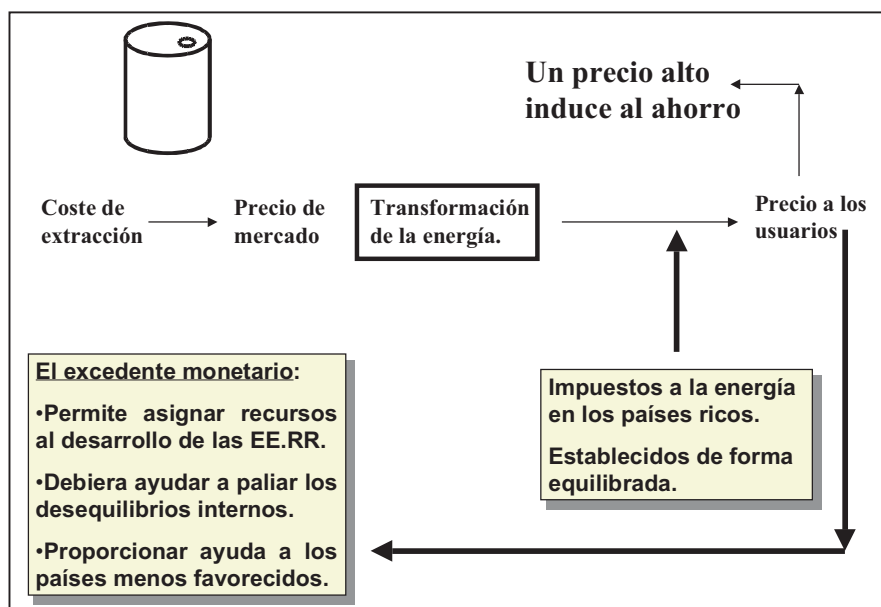


Figura III – 34.- Unas reflexiones sobre impuestos energéticos y sus consecuencias

Un sistema finalista de impuestos energéticos puede llevarse hacia el desarrollo de las energías renovables a mayor ritmo que el que hoy tenemos, y sobre todo dirigido hacia los países de todo el mundo. Figura III – 34. Debiera ser parte de un nuevo concepto de “Ayuda al Desarrollo” del cual ya se habla en diversos foros.

Puede parecer algo iluso o fuera de lugar que aquí se plantee la cuestión de los impuestos, cuando lo que se abordan son los escenarios energéticos de futuro, pero no olvidemos que ya existe un movimiento internacional, ATTAC, que propugna la aplicación de la “Tasa Tobin” a los flujos financieros internacionales.

No es este el lugar para hacer un manifiesto al respecto, y los que redactamos este documento no somos conocedores del tema. Pero ahí queda como una sugerencia de trabajo.

Las conclusiones a que se ha llegado en las reflexiones de los apartados anteriores son: que la evolución tecnológica es lenta, y no nos va a resolver el problema del cambio climático; que la concienciación personal al respecto está condicionada de forma negativa por los diferentes problemas que afectan y percibe el ciudadano; y finalmente que el modelo energético global camina hacia un incremento de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

Por lo tanto hay que ir pensando en algo más, pudieran ser los impuestos u otras medidas. Nos decantamos por un sistema de impuestos, que avance progresivamente en el tiempo, y de forma equilibrada. Pero es una cuestión que se deja a reflexiones de los lectores y a análisis posteriores. Aunque sin olvidar que el problema del cambio climático ya parece demandar una solución urgente.

No olvidemos que España, su sistema energético y los ciudadanos finalmente, habrán de pagar una fuerte penalización por no cumplir con el Compromiso de Kioto. Nos vamos a pasar en el año 2012 en más de 100 millones de t de CO<sub>2</sub> equivalente, y si el precio es de unos 20 Euros/t, la cifra resultante global será de unos 2.000 millones de euros, sea cual sea la asignación, su reparto y el origen de los fondos.

Es una cifra ya muy significativa para un impuesto energético finalista. Pero como se ha dicho antes, el tema queda fuera del contenido de este informe.

### III.6.- SEGURIDAD EN EL SUMINISTRO DE GAS NATURAL

#### Punto de partida

El esquema de futuro que se dibuja para el sistema energético español se basa en el incremento del consumo de gas natural, que en la actualidad se sitúa en 35 bcm, y hacia el año 2030 debería alcanzar una cifra en torno a 60 bcm, es decir el 30% del abastecimiento de energía primaria. Para que esto sea factible debiéramos disponer de capacidades de recepción equivalentes a 80 bcm, a fin de cubrir las incertidumbres que aparecen en el funcionamiento del mercado internacional.

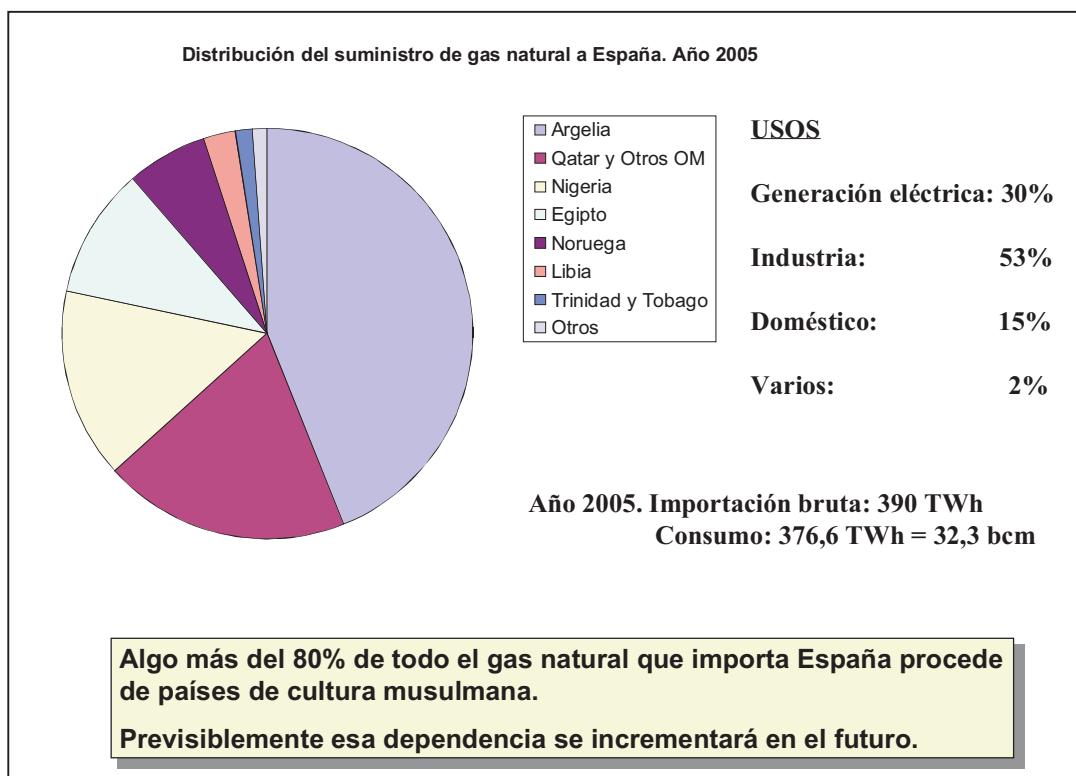


Figura III - 35.- Esquema de abastecimiento y consumo actual de gas natural

En la actualidad el 80% del gas natural que utilizamos proviene de países del mundo islámico, en gran medida de Argelia, Libia y Egipto, es decir a través de una ruta que podemos considerar mediterránea. La figura III - 35 nos da los datos correspondientes al año 2005, donde se ve que otros países musulmanes de Oriente Medio, Qatar, o el Golfo de Guinea, Nigeria, son grandes suministradores.

Las previsiones que hoy se ven son las de incrementar esa vertiente mediterránea del gas, tanto en su demanda, con ciclos combinados de generación de electricidad en emplazamientos cerca de la costa de este mar, y con mayores consumos en servicios y usos domésticos, como en el abastecimiento. Esto último ligado por un lado al proyecto de gasoducto entre Orán y Almería, que incrementaría en una quinta parte nuestra capacidad de llegada de gas natural, y con nuevos atraques como el de Sagunto.



En su día, a finales de la década de los ochenta, se planteó la conveniencia de hacer que el gas natural llegara también de forma significativa por el lado atlántico de España, desde Noruega en concreto, que era entonces un país emergente en la exportación de este combustible. Se proyectó así el puerto exterior de Ferrol, que no tuvo el adecuado apoyo institucional y empresarial para ser la gran terminal de gas en nuestro país.

Recordemos en este informe con carácter ambiental, que de haber existido el puerto exterior de Ferrol quizás la catástrofe del Prestige no hubiera sido de la magnitud que hoy todavía percibimos. Con motivo del hundimiento del Mar Egeo frente a Coruña, todavía una diputada exigía en las Cortes Españolas que se dispusiera un puerto exterior “para que nunca más” nos viéramos amenazados por un hecho así. El Prestige se hundió en el año 2001, nueve años después del Mar Egeo.

### **Reflexiones sobre el abastecimiento futuro de gas natural**

Hoy se vuelve a ver esa necesidad, pues a nuestra asimetría operativa en lo que respecta a abastecimiento de la red interna de gas, atendida en gran medida sólo desde un lateral de su estructura poligonal, el que va de Algeciras a Barcelona, se unen las incertidumbres que presenta el mundo islámico y en general el entorno de suministro de gas natural; veamos y comentemos la figura III – 36.

- La opción europea de abastecimiento de gas se basa en gran medida en el suministro desde Rusia y Asia Central, “línea 1”; nosotros estamos al final de esa línea, pero además la capacidad de transporte a través de Los Pirineos es muy baja, poco más de 3 bcm, menos del 10% de nuestro actual consumo.

Sería importante incrementar nuestras conexiones, pero no avanzamos en línea hacia un entendimiento con Francia y sus empresas. La confianza en conseguirlo a corto plazo es pequeña. Y en el otro extremo de la línea aparece la posición de Rusia como país suministrador, que frecuentemente introduce incertidumbres.

De todos es conocida la discrepancia del invierno pasado en lo referente al paso de gas por Ucrania hacia Europa. Ahora aparecen en otro lado del mundo las presiones de Rusia a la empresa Shell para que acepte a Gazprom como socio en un proyecto de extracción y comercialización de gas en la Isla de Sajalín para suministro a Japón; en este proyecto los socios son: Shell, Mitsui y Mitsubishi.

En el centro de todo este entramado está Alemania, que ya se ha visto que se mueve al respecto con ideas propias, a veces sin contar con los intereses de otros países europeos. Recordemos el gasoducto que se citaba en la figura I – 6. Ahora aparece que la Comisión Europea investigará con cuatro años de retraso las condiciones de fusión entre E.ON y Ruhrgas, en la cual el gobierno alemán puso determinadas condiciones para preservar una posible entrada de Gazprom en su sistema de abastecimiento y distribución de gas natural.

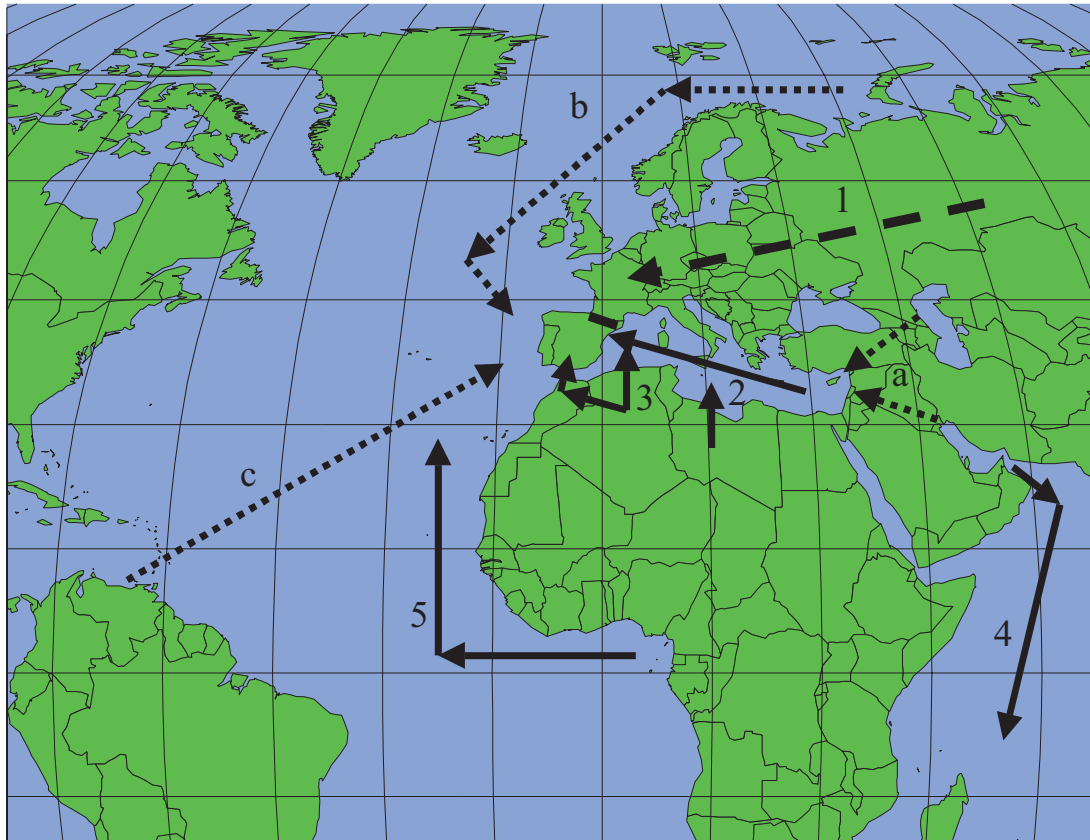


Figura III - 36.- Consideraciones geopolíticas en el abastecimiento de gas natural

- Nuestros abastecimientos por el Mediterráneo, por vía marítima y con gasoductos, “líneas 2 y 3” se intentan aumentar; esto pudiera verse favorecido por las hipotéticas conexiones de grandes gasoductos que llegaran a Siria y Turquía desde Oriente Medio y Rusia, “línea a”. Todo ello está condicionado por las incertidumbres políticas en esos entornos, y por las inversiones que sería preciso realizar.
- Estas hipotéticas mayores salidas de gas desde Rusia o de Oriente Medio hacia el Mediterráneo, por Turquía o Siria, son una opción a contemplar, pero van a tener muchas demandas, no podemos basar sólo en ellas el incremento de nuestro abastecimiento de gas.
- Las alternativas de abastecimiento desde Oriente Medio y Golfo de Guinea, “líneas 4 y 5” han de ser consideradas, aunque en ellas haya la competencia de otros países, en particular de Estados Unidos, que busca el suministro de sus cuatro puertos con regasificación en el Atlántico. Hay que pensar en nuestro caso en grandes barcos metaneros y por lo tanto en puertos de buen calado en el Atlántico.
- La opción de llegada de gas desde el Ártico, bien de Rusia o bien de Noruega, “línea b” es quizás la oportunidad más realista, pero en la que hay que trabajar y unirla a los puertos del Atlántico y el Cantábrico, adecuados para grandes buques metaneros.
- Por último no se debiera olvidar la posibilidad de un gran pacto con Venezuela para suministrarnos desde la planta de licuación Mariscal Sucre y otras de posible construcción, “línea c”. Evidentemente con llegada a puertos del Atlántico.

- Así mismo hay que señalar que nuestra capacidad de almacenamiento de gas es pequeña, en torno a una semana de consumo, y debiera incrementarse sensiblemente, sobre todo para esquemas de alta participación de este combustible como se ha propuesto más arriba.

La gran cuestión va a ser la definición de las infraestructuras de suministro de gas natural. Aunque la demanda de este combustible se quedara en 60 bcm anuales en el entorno del año 2030, habría que estar preparados, como se ha indicado anteriormente, para recibir 80 bcm, dadas las incertidumbres del mercado internacional que se han mencionado anteriormente.

Pero también la apuesta por una elevada capacidad de recepción de gas se une al interés por aumentar la participación de este combustible en el abastecimiento de energía primaria y así reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Es necesario pues contemplar este tema tanto con visiones industriales, como medioambientales; pero además siempre pensando en la vertebración del territorio.

Está en proyecto el gasoducto Medgaz, que uniría Orán, puerto de Bini Saf, con Almería, con una capacidad de transporte de 12 bcm. Con ello la capacidad total desde Argelia por gasoducto se situaría en 20 bcm. Es un aspecto de seguridad a considerar positivamente.

La capacidad de recepción mediante metaneros en puertos debería sobrepasar los 50 bcm, lo cual ya de por sí obliga a pensar en grandes puertos en la costa del Atlántico y Cantábrico, desde el País Vasco a Galicia, aparte de los que se sitúen en el Mediterráneo, donde hay dudas sobre el tráfico de aprovisionamiento en este mar.

Parece preciso pues contar con los puertos de Bilbao, Gijón, exterior de Ferrol y exterior de Coruña, aparte de Mugaros, situado en el interior de la ría de Ferrol. La capacidad conjunta de recibir barcos metaneros y regasificar la carga tendría que sobrepasar los 30 bcm anuales.

La reciente propuesta de los Gobiernos de Argelia, Niger y Nigeria de construir un gran gasoducto a través del Sahara debe mirarse con atención, y a ser posible participar en él, tal y como proponen los promotores; lo cual ni mucho menos debe limitar la puesta en práctica de las infraestructuras de puertos que se acaba de citar. Véase la Figura III –37.

No cabe duda que es una toma de posiciones de Argelia y Nigeria como países extractores de gas, el primero además ha planteado la necesidad de un mayor retorno de los beneficios de extracción y venta de gas hacia el propio país, reduciendo los beneficios de las empresas foráneas que participen en la explotación de sus hidrocarburos.

Es un macro proyecto, como el que en su momento presentó el Gobierno de Venezuela para el transporte y conexión en América del Sur, cuya inversión no es nada despreciable, pero que permite atender a las demandas africanas de desarrollo, con los problemas técnicos que tenga ese largo recorrido por el desierto, pero que son solubles.

Este nuevo gasoducto sería una opción para que la Europea del Mediterráneo tuviera mayor conexión con el gas de África del Norte y de Nigeria, en detrimento de los planes de Estados Unidos de monopolizar el gas del Golfo de Guinea. Pero también hay que considerar el aumento de dependencia de Argelia, que obliga a fortalecer los planteamientos de relaciones con este país, y el resto del Magreb, a largo plazo.



**Figura III - 37.- Una nueva propuesta en el desarrollo del comercio del gas natural**

Parece deseable un entendimiento de Francia y España al respecto, con o sin la participación de otros países europeos, como es el caso de Alemania o Italia. Es pronto para seguir escribiendo sobre este tema, pero ahí debe quedar como una nueva opción que debe ser considerada, y como muestra de lo complejo que puede ser el mundo del gas natural, y la necesidad de tener posiciones y empresas fuertes en este tema.

Es posible que en la Unión Europea se avance hacia tres o cuatro grandes empresas de gas natural, previsiblemente con participaciones en otras áreas energéticas. No sabemos cual será el papel de las empresas españolas, si serán absorbidas en esos movimientos, o por el contrario si los Estados juegan un papel decisivo a la hora de que haya esas grandes corporaciones, pero con participación firme de cada país.

Las Islas Canarias tienen un papel específico que jugar respecto al gas natural. En la actualidad cuenta con una refinería de petróleo en la Isla de Tenerife, que atiende la demanda del conjunto de las Islas. Se ha barajado la opción de dos puertos metaneros en las dos islas mayores, pero también hay que considerar la oportunidad de recibir los derivados del gas natural, por ejemplo metanol o "GtL". Es una cuestión que demanda un análisis social y ambiental realizado en ese propio entorno.

En una reflexión más amplia no se debería olvidar la relación con Portugal, el mercado ibérico de la energía debería ser una realidad en pocos años. La integración de las redes de gas y electricidad son una urgencia y deberían incidir en la definición de los puertos gasistas en la Península.

## III.7.- EL RETORNO AL CARBÓN

### Visión global de la cuestión

En las próximas décadas es previsible que en el mundo haya menor oferta de petróleo y gas natural que lo que requeriría la demanda global. Frente a ello el carbón puede ser una alternativa energética para abastecer una parte importante de las necesidades energéticas de la Humanidad.

Pero el carbón ha ido adquiriendo una imagen de una energía sucia. Este es un tema discutible en relación con diversos contaminantes, para los cuales las fracciones pesadas del petróleo son combustibles más sucios; pero no lo es con relación a las emisiones de CO<sub>2</sub>, que son mayores en el uso del carbón que en el del petróleo o el gas natural.

Las reflexiones sobre un retorno significativo al carbón tienen tres componentes que se traducen en factores a considerar como pros o contras de las decisiones que se vayan a tomar al respecto:

a) **Disponer de energía segura.**- Permitiría que muchos países cubrieran sus necesidades energéticas, y ello disminuiría las posibles tensiones internacionales, que de darse previsiblemente derivarían en un entorno global incontrolable y en guerras.

Recordemos que el carbón no sólo es una fuente para la generación de electricidad, sino que también cuando ha sido necesario fue fuente de carburantes de automoción, como se ha visto en el capítulo II, o incluso de materias primas para la carboquímica.

b) **Mayores emisiones de CO<sub>2</sub>.**- Esa es una verdad incuestionable, al menos durante las próximas décadas. El paso de usar gas natural o petróleo hacia utilizar carbón, dobla o añade un 50%, respectivamente, a las emisiones de CO<sub>2</sub>, para un mismo fin energético.

Las tecnologías de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> en estructuras geológicas profundas son factibles, se debe investigar en ello y asegurarse de su inocuidad. Puede ser una pequeña parte de la solución, en particular “secuestrando” las emisiones en algunas centrales térmicas situadas en zonas apropiadas.

c) **Freno a la diseminación nuclear.**- Este es uno de los grandes problemas de la energía nuclear, se valora como una puerta a la pérdida de un control total en la cadena de enriquecimiento, uso y almacenamiento del combustible usado. Evidentemente esto afecta menos a lo que en su día el Presidente Carter vino a llamar “países seguros” a efectos de desarrollo de la energía nuclear; pero el límite entre seguro e inseguro no es fácil de fijar.

### El carbón en la evolución energética de España

La generación de electricidad a partir del carbón se estima que decrecerá en los próximos años, ha habido señales de diverso tipo sobre que el carbón no era una opción prioritaria, tanto ligadas a las emisiones crecientes de CO<sub>2</sub>, como al interés prioritario por el gas natural. Este decrecimiento parece lógico en tanto haya gas natural disponible, pero no debiera hacer que se pierda potencia de generación con carbón.

En la actualidad se vuelve a hablar de que el carbón es una opción estratégica. Los movimientos empresariales que puedan derivar en posibles compras desde el extranjero de las empresas españolas han traído el concepto a la actualidad informativa de nuevo; pero también las incertidumbres respecto al futuro a medio plazo del gas.

Las dudas sobre que se pueda disponer de todo el gas que se precisa para generación eléctrica sugieren contar con potencia de centrales térmicas de carbón que supliera esa incertidumbre, por ejemplo los 10.000 MW que se reflejan en la figura III – 38, que funcionarían con carbón de origen español, hasta cubrir la disponibilidad del mismo, y adicionalmente con carbón de importación.

Ahora bien, disponer de esa potencia de carbón supondría unos problemas económicos y ambientales a considerar:

- Las centrales de carbón suponen inversiones elevadas, por ello las empresas propietarias tenderán a que funcionen el mayor número de horas posibles, es decir entre 6.000 y 7.000 anuales, en detrimento de las centrales de gas natural. Pero esto implicaría una generación de electricidad con carbón elevada, y consecuentemente unas emisiones de CO<sub>2</sub> muy fuertes.

La captura de CO<sub>2</sub> es una alternativa sobre la cual es preciso disponer pronto de opiniones fundamentadas. Pudiera ser una solución para las centrales de Teruel, donde hay acuíferos profundos posiblemente útiles para el almacenamiento; también quizás en Asturias, en minas profundas ya clausuradas.

En la medida en que hubiera altas horas de funcionamiento de las centrales de carbón sería preciso disponer de una elevada generación eólica para compensar. Es preciso pues estudiar conjuntamente ambos sistemas de producción eléctrica.

- A la hora de pensar en centrales térmicas con pocas horas de funcionamiento, hay que señalar que una parte importante de esa potencia con carbón, arriba citada, podría ser la hoy instalada, que se sometería a programas de alargamiento de vida de inversión moderada en acuerdos especiales de funcionamiento. En particular, en relación con las normativas europeas de “Grandes Instalaciones de Combustión”, que estarán en vigor el 1 de enero de 2008.

- En relación con estas normativas europeas de grandes instalaciones de combustión, hay que señalar que en España se asume un techo para los óxidos de nitrógeno, a partir de 2008, que en números redondos es de 800.000 t/a. Es factible una consideración del conjunto de las centrales térmicas como un todo de emisión, en la parte que le correspondería de ese techo.

- La generación de electricidad con carbón ha supuesto hasta ahora unas emisiones entre 250.000 y 300.000 t/a. La reducción de actividad de las centrales de carbón en los próximos años, funcionando menos horas al año, puede situarnos en buenos parámetros a la hora del cumplimiento de ese techo.

- Solamente a título informativo, y como elemento de comparación, hay que señalar que el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, cita unas emisiones globales de óxidos de nitrógeno en automoción y transporte de 700.000 t/a, que en buena parte se dan en entornos urbanos.

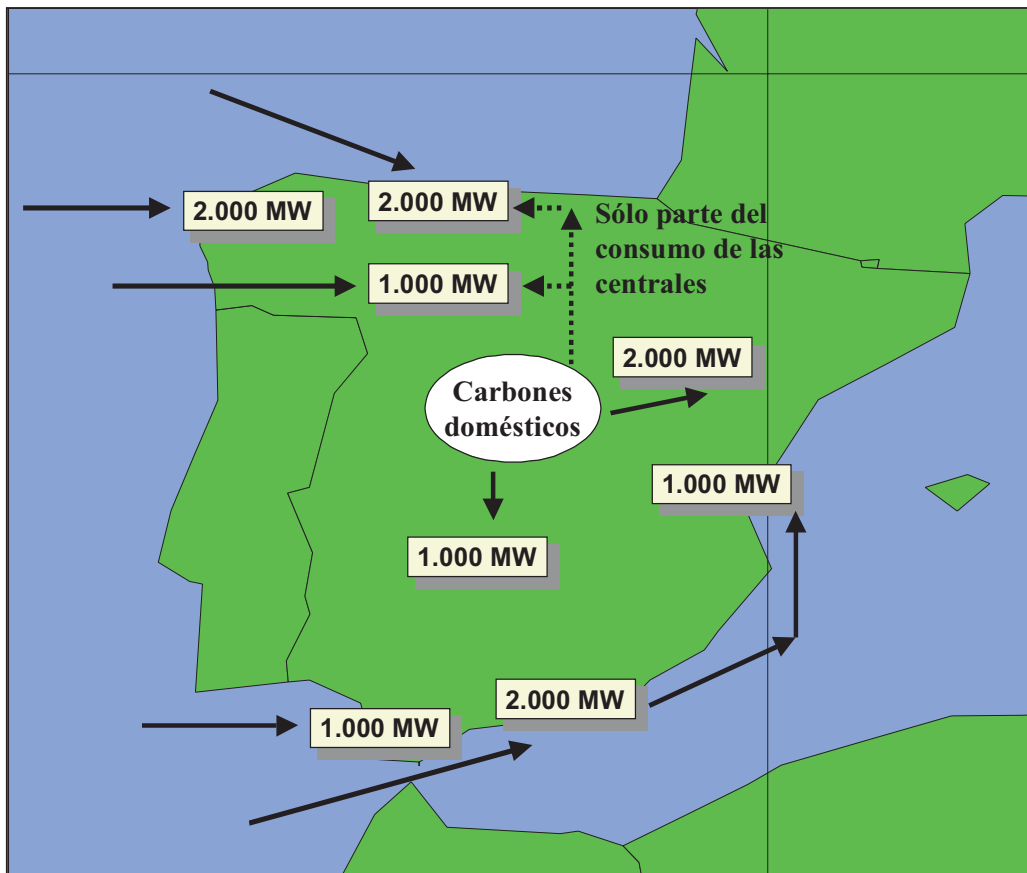


Figura III - 38.- Posible potencia instalada de carbón en el año 2030

La situación es, pues, compleja. Parece necesaria una reflexión sobre nuestro sistema de generación de electricidad, el papel que se desea para el carbón y cuáles serían los parámetros técnicos y económicos que se asumirían. La solución será la que se tome en su momento, la intención de este informe es aflorar un problema y plantear la necesidad de que se tomen decisiones al respecto, entre las cuales la figura III – 38 es sólo una sugerencia.

La toma de decisiones sobre el futuro de los grupos térmicos actuales deberá hacerse próximamente, antes de la entrada en vigor de la Normativa sobre Grandes Instalaciones de Combustión. En relación a ello no sólo hay que pensar en las instalaciones existentes, sino también en la alternativa de nuevos grupos con tecnologías limpias, ya citadas en el capítulo II, que suponen bajas emisiones de óxidos de nitrógeno.

Evidentemente hay una cuestión de costes finales de la electricidad, que se incrementarían con grupos nuevos, por tanto en período de amortización, funcionando un número reducido de horas.

Otro tema es el del empleo ligado a la minería del carbón y a las centrales térmicas, que ha de tener la consideración adecuada en su momento. Teniendo en cuenta la incidencia además sobre la vida en las comarcas correspondientes.

Aquí conviene recordar que cada país europeo tiene la posibilidad de gestionar un 15% de la energía primaria con las medidas regulatorias que considere oportuno. Parece que el carbón propio debiera ser considerado como una opción para este planteamiento.

### **III.8.- EL RETO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES**

En el capítulo I se vio que la situación de España en el desarrollo de las energías renovables está ligeramente por encima de la media europea, significativamente por encima de Alemania o Francia, y sensiblemente detrás de Austria o Finlandia, en el promedio de todas las fuentes renovables.

Toda la Unión Europea debiera avanzar en este desarrollo sobre el cual ya se ha dado una visión técnica en la segunda parte del capítulo II. Aquí se van a comentar algunos aspectos de gestión que pueden ser importantes para llegar a valores significativos.

a) **Solar térmica para calentamiento.**- Es una solución que no vierte energía al exterior, ahorra consumo de combustible; es de aplicación individualizada, tanto en viviendas privadas, como en edificios de uso público, o eventualmente en usos industriales. Pero es una de las soluciones más interesantes en el uso eficiente de la energía.

Hay normativas que favorecen su aplicación, también se dan subvenciones a la instalación. Parece importante seguir en esta línea pero forzando el avance de manera mucho más intensa que en la actualidad. Habría que hacer un seguimiento para acercarse al objetivo de 5 millones de m<sup>2</sup> en el año 2012, pero luego además proponerse otros más ambiciosos.

b) **Biocarburantes.**- Es importante incidir en la necesidad de desarrollar cultivos y recuperaciones propias de biomasa, obtenidos en condiciones sociales y ambientales adecuadas. Posiblemente sea necesario discutir en la Unión Europea la necesidad de defender la actividad rural correspondiente, con esquemas de precios regulados, valorando el empleo que pueda generarse, quizás incluyendo los biocarburantes en ese 15% de energía primaria a regular en cada país de la Unión, como se ha citado para el carbón en el apartado anterior.

Es posible que los ciudadanos acepten pagar un precio mayor por los biocarburantes si ven que eso es un retorno hacia el mundo rural, todos o casi todos provenimos del campo, y deseamos que nuestro pueblo vuelva a tener vida. Parece lógico pensar en un plan de desarrollo de los biocarburantes, contando con los agentes sociales que se verán afectados.

c) **Energía eólica.**- El desarrollo en España ha sido espectacular si se compara con otros países, el sistema de primas, similar al alemán y danés, ha favorecido una instalación amplia, ya que el negocio de un parque eólico es muy beneficioso para el promotor.

Se crearon una serie de empresas de generación de electricidad con energía eólica, en buena medida de tamaño medio o pequeño, que en parte ahora transfieren sus activos a empresas constructoras o energéticas.



Se paga una prima adicional al valor de subasta de la generación convencional, que equivale a unos dos tercios de la media del valor de dicha subasta. Esto hace que en la actualidad el global de esas primas se acerque a los 1.000 millones de euros anuales. Es preciso reflexionar sobre el valor de esas primas y su destino:

- La amortización de las instalaciones, o la recuperación del capital invertido, se consigue en unos diez años; a partir de ahí la prima es un beneficio extra muy cuantioso para los propietarios. Bien es verdad que si no existiera ese beneficio sería difícil fijar capitales en este desarrollo.

- Los parques eólicos están en el entorno rural, donde hay personas y organizaciones locales, que en muchos casos no reciben nada de los grandes beneficios de la eólica. Parece lógico pensar en una propiedad con participación social del entorno, como sucede en Alemania y ya se propone en alguna instalación aquí.

- Algunas Comunidades Autónomas han favorecido la instalación de parques en su territorio, buscando el beneficio social de la creación de empleo; pero el retorno de beneficios al capital ha sido moderado. Otras Comunidades, algunas entre las más ricas de España, se han opuesto a los parques por razones ambientales.

- Parece lógico pensar en que la propia Comunidad Autónoma reciba beneficios por los parques eólicos en ella instalados. Hace un esfuerzo para conseguir una energía limpia, que evita emisiones de CO<sub>2</sub> y por tanto el pago de las penalizaciones correspondientes, recuérdese que España habrá de pagar una fuerte multa. Va a ser importante en el desarrollo eólico futuro.

- Conviene recordar a título de reflexión, que cuando se propuso el desarrollo eólico marino en las costas de Barbate, no se asumió un retorno social al entorno pesquero, que se manifestó fuertemente contra los parques. Estos, con 1.000 MW de potencia instalada, podrían facturar unos 200 millones de euros anuales, con un valor de primas de más de 50 millones anuales.

Si parte de esas primas se hubiera dirigido hacia el entorno social, de una forma lógica, por ejemplo con inversiones que crearan empleo y retornos a las organizaciones sociales, quizás hubiera habido un entendimiento. Este año además se ha visto que la pesca de almadraba se reduce sin que hayan influido los parques marinos, y sí otras actividades pesqueras en el interior del Mediterráneo.

Por otro lado hay que constatar que crece la oposición a que la participación de la electricidad de origen eólico siga creciendo en el total de la red, por los problemas técnicos y económicos que esto trae consigo. Es preciso decir que será necesario aflorar esos problemas y buscarles solución.

En este documento se ha planteado que para el año 2030 se tenga una potencia instalada de 40.000 MW, se ha tomado esta cifra por que se está viendo que frente a los problemas no se toman actitudes proactivas, que se dejan correr sin buscarles una solución.

Pero en otro documento anterior de UGT se planteó la posibilidad y necesidad de que en España se llegue a 60.000 MW en el año 2030. Para que eso sea así hay que creer en ello, buscar soluciones, unas técnicas como el bombeo en centrales hidráulicas reversibles, pero otras sociales, como el diálogo con los entornos de población afectados.

Ese documento se basaba en la creencia de que es necesario abordar la segunda parte de este siglo con más energías renovables representando más de la mitad del abastecimiento de energía primaria en España, tal como sugiere la figura III – 39.

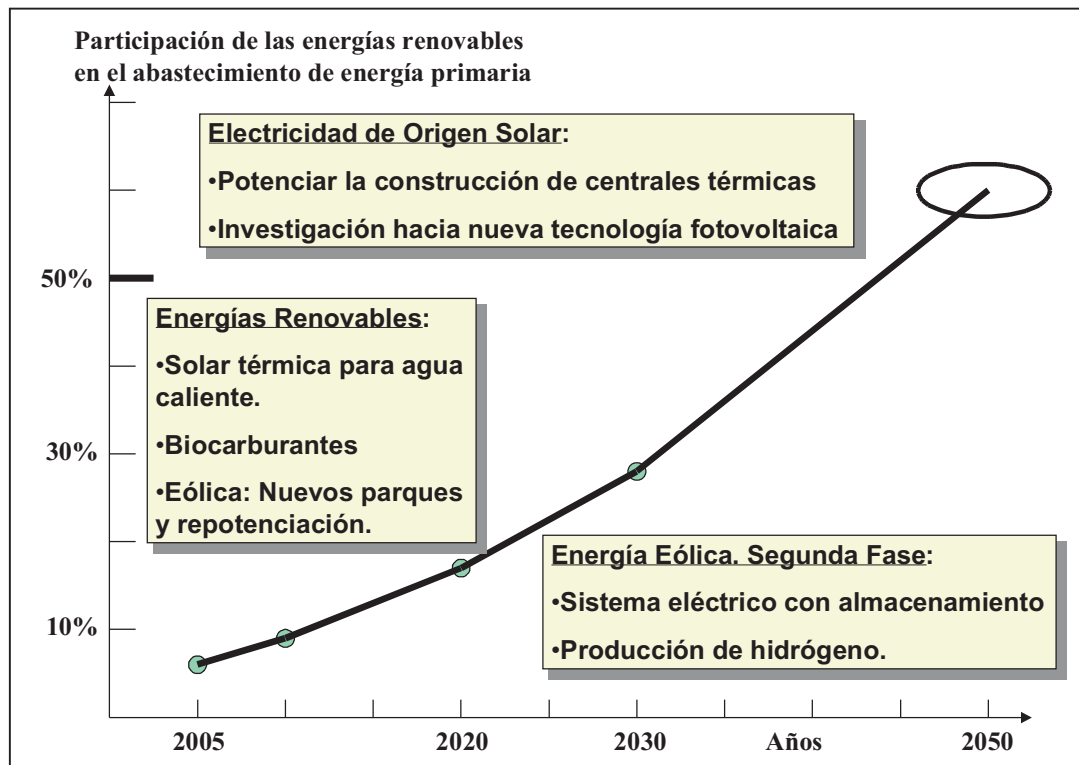


Figura III – 39.- Un objetivo de evolución de las energías renovables en España

El desarrollo industrial de la eólica en España ha sido bueno, se han creado empresas, fábricas y empleo, unos 50.000 en el área industrial. Pero tenemos pendiente la eólica marina, con la posibilidad que representa de dar alternativas de producto nuevo a los astilleros.

En ese avance tecnológico habría que pensar en ir potenciando la producción de hidrógeno con energía eólica, quizás la de los grandes campos marinos. En este documento no se ha contado con este portador de energía para el año 2030, no parece que si no hay un fuerte apoyo a este tema se llegue antes del año 2030 a que sea una solución comercial.

d) **Electricidad de origen solar.**- Es preciso que la electricidad de origen solar pase a ser una parte significativa de la generación total. En este documento sugerimos que para el año 2030 debiera representar el 10%. Pero es preciso aclarar algunas cosas:

- **Solar termoeléctrica.**- Hoy precisa de una prima a la generación que es algo más de cuatro veces la que se aplica a la electricidad de origen eólico. Su coste final se sitúa en torno a 20 cts de Euro/kWh, es un precio que ya nos podemos permitir para una parte de la generación, y se pueden crear las condiciones para que progresivamente vayamos introduciendo más electricidad de este origen.

Sería deseable conseguir más de los 25.000 MW propuestos de potencia instalada en el año 2030. Y crear las condiciones técnicas y económicas para que en el año 2050 podamos estar hablando de más de 100.000 MW.

- **Solar fotovoltaica.**- Se le aplica una prima que es algo más de doce veces la correspondiente a la eólica, su coste final se sitúa en torno a 60 cts de Euro/kWh. Esto no posibilita un crecimiento rápido, y menos en detrimento de la solar térmica. Esta solución tiene un área preferente de aplicación en las soluciones aisladas de la red y para pequeñas demandas.

Es necesario seguir investigando para alcanzar la “ruptura tecnológica”, que sitúe a la fotovoltaica en el mismo nivel de coste que la solar termoeléctrica. Para que sigan en actividad las empresas y las líneas de investigación, es conveniente instalar un cierto nivel de potencia, que además puede tener un efecto educador hacia las renovables; pero sin ocultar cuáles son los parámetros económicos y ambientales.

No olvidemos que ya hoy las empresas españolas en este campo tienen una buena posición en el contexto mundial, y cuentan con más de 3.000 empleos industriales muy cualificados.

El reto de las energías renovables es el de no perder intensidad de desarrollo tecnológico e industrial, hay que crecer ahora, pero sobre todo preparar el camino para el futuro. El objetivo es el que marca la figura III – 39, más de un 50% en el año 2050.

No podemos ocultar las dificultades para ello y exponerlo así a la sociedad. Cantos de sirena de que todo es fácil y se puede llegar en pocos años a una mayoría de energías renovables en el sistema no hacen más que transmitir a la ciudadanía que la tecnología lo puede resolver todo, y eso facilita que las personas, con muchos problemas en su entorno, desconecten del binomio energía – medio ambiente.

### **III.9.- EL DEBATE NUCLEAR**

El debate sobre la energía nuclear está en los medios de comunicación y en algunos grupos ecológicos o económicos, pero saltará progresivamente a la sociedad, bien por alguna situación especial de los actuales grupos, bien por otras razones.

En la Unión Europea y en España el debate está sobre la mesa, con mayor o menor claridad de exposición. Aquí sólo se van a dar unas reflexiones sobre dos cuestiones que engloban el futuro de la energía nuclear en España.

**I. Alargamiento de la vida de las centrales en operación.-** Los números mostrados en este capítulo, en apartados anteriores, nos muestran que es difícil prescindir de las centrales hoy en operación antes del año 2030. Para hacerlo habría que construir nuevos grupos de carbón, a la vez que el esfuerzo en ahorro y uso eficiente debiera ser muy significativo.

Por otro lado, las centrales nucleares suponen una buena fuente de ingresos y beneficios que facilitan buenos resultados para las empresas eléctricas. Su existencia está presente previsiblemente en todas las negociaciones sobre las futuras configuraciones empresariales.

De hecho ya no sólo se pide el alargamiento a 40 años de vida útil, que terminaría en la década tercera de este siglo, sino que algunos ya piden llegar a 60 años de vida, lo que supondría ir a mediados del siglo con el funcionamiento de las centrales.

La decisión es política y social, pero tiene muchas cuestiones sobre las que reflexionar.

**II. Construcción de nuevas centrales.-** Cuando se dice que hay que contar con la energía nuclear se sobreentiende que es con un desarrollo amplio de ésta, es decir con nuevas centrales. El esquema conceptual es que la energía nuclear debe contribuir a frenar el cambio climático, a la vez que da seguridad en el sistema eléctrico.

En el caso de Europa, y de España, esto debiera significar elevar la participación de la nuclear en la generación total. Dado que en muchos países del mundo, por diversas razones económicas o de seguridad, no se pueden o deben instalar centrales nucleares, parece que habría, en concordancia con ese deseo de luchar contra el cambio climático, que elevar la participación al 50% de la generación.

Esto en España significaría disponer de más de 20 grupos de generación nuclear. La pregunta que surge es donde irían ubicados. Cada Comunidad Autónoma trataría de evitar la instalación en su territorio; algunas cambiarían emplazamientos por contraprestaciones económicas.

Pero parece que las Comunidades Autónomas que son grandes consumidoras de electricidad debieran disponer de algunos grupos en su territorio. Pensemos que las cuatro que se llevan más de la mitad de la electricidad generada en España son: Madrid, Cataluña, Comunidad Valenciana y País Vasco, habría que pensar en cómo se les plantea la situación a sus ciudadanos.

No parece fácil, pues, un caminar amplio y decidido hacia la energía nuclear como la solución de nuestros problemas energéticos y ambientales.

El tema de los residuos nucleares va a estar en candelero en los próximos meses y puede influir en la decisión de la vida de las centrales hoy en operación. No creemos oportuno incluir opiniones al respecto en este documento.

### **III.10.- INCERTIDUMBRE EMPRESARIAL ESPAÑOLA.**

La energía, tal y como se dibuja el mundo futuro, debiera ser una cuestión de la Unión Europea, pero eso no va a ser factible antes de unos años; sí parece que es tema de algunos países: Francia o Alemania, también del Reino Unido.

En España se dice con frecuencia que es bueno que exista el entorno de las empresas como área preferente de decisión. Algunos añoramos la otra visión en la cual había una planificación energética y unas empresas reguladas por la Administración Española. No nos gusta jugar a aprendices de brujo ya que:

- Toda España junta es en sí un entorno pequeño en magnitudes energéticas, como para dejarlo sólo ante las fuerzas del mercado. El fraccionamiento económico y geográfico lo hace más vulnerable. En este sentido habría que potenciar de verdad un mercado y estructura Ibérica de la energía.
- La dependencia energética española del exterior es superior al 80% del abastecimiento de energía primaria. Tenemos malas conexiones de infraestructuras energéticas con Francia, y adicionalmente una elevada dependencia en el suministro de gas natural desde Argelia.
- Las empresas españolas son varias en cada sector energético, cada una cubre parte de nuestras demandas, aunque poco a poco entremezclan sus actividades, penetrando en sectores en los que antes no tenían presencia. En los años pasados se han extendido en otros países, lo que las ha endeudado de forma significativa.
- En todas las áreas energéticas, estas empresas españolas, son de pequeño tamaño al compararlas con el listado internacional. Tanto en el petróleo, como en el gas natural como en la generación de electricidad. En su día mantenían cohesiones sectoriales, hoy estas pueden romperse.
- Es previsible que haya que hacer pronto inversiones importantes en el sistema energético español, algunas están en curso: puertos y otras infraestructuras para suministro de gas natural, desarrollo de las energías renovables, posiblemente reconversión de la generación con carbón, etc.

La empresa mayor es REPSOL YPF, seguida de ENDESA e IBERDROLA. Entre las tres ha habido intentos de fusiones en el pasado. Se buscaba una empresa española fuerte, pero también conseguir un buen mercado, el del lado mediterráneo de la Península Ibérica. Vayamos a las hemerotecas para ver lo que se proponía al respecto en su día.

Esa parte de la historia no se puede olvidar. Pero hoy no es fácil de replantear, quizás se han abierto muchas cajas en este año 2006, y puede que se hayan roto esquemas de difícil compostura. Es un tema para una reflexión y una política de tacto, aquí sólo se quieren añadir tres temas para esa reflexión, de quien la deba hacer:

a) REPSOL YPF tiene una buena posición internacional en los campos de petróleo y gas, es una empresa de ciclo completo, que habría que tratar de que siga estando en control español. Su capacidad para obtener gas en diferentes lugares, por ejemplo en el Ártico o en Venezuela debiera tenerse en cuenta, para suministrar ese gas a España y para obtener en su día productos GtL para automoción, que le es un campo muy conocido.

No podemos olvidar su presencia con refinerías de petróleo en toda España. Y su conexión atlántica a través de las de Bilbao y A Coruña, ambas con puertos para grandes metaneros, así como el institucionalmente poco apoyado exterior de Ferrol, o el institucionalmente mucho más apoyado exterior de A Coruña, sí bien en construcción. En este documento se ha hablado reiteradamente de la necesidad de reforzar la cara atlántica en el abastecimiento de gas natural.

b) La generación eléctrica con carbón es un tema de seguridad energética, pero precisa un tratamiento especial, tanto en inversiones como en el modo operativo de las centrales térmicas; el abastecimiento nacional de carbón es otro punto especial en lo que respecta al futuro de las comarcas mineras.

Parece conveniente estudiar la posibilidad de regular este sistema minero eléctrico, incluirlo dentro del esquema de actuación que permite que cada país pueda controlar un 15% de su energía primaria; las empresas pueden ser privadas, pero se encontrarían bajo el paraguas de una regulación estatal.

- Los biocarburantes son una oportunidad para la agricultura y el campo español, con creación de empleo, y para dar estabilidad a una pequeña parte de la población, pero muy importante en nuestro esquema social y cultural. Parece que debiera tener un tratamiento especial, incluido en ese 15% de energía primaria que puede regular cada país europeo.

Los sindicatos y otras organizaciones sociales debieran ser llamadas a estas reflexiones, que van a afectar al futuro energético, social y ambiental del país; pero que además en algún momento llegarán a la Unión Europea.

# 4

**Incidencia social, económica y ambiental. Estudio de percepción social: problema energético, binomio energía y medio ambiente, análisis de nuevos comportamientos**



## IV.1.- INCIDENCIA SOCIAL, ECONÓMICA Y AMBIENTAL

### Reflexiones iniciales

Nos hemos acostumbrado a disponer de energía como algo habitual en nuestras vidas, al menos en los países desarrollados, una anécdota nos lo pone de forma explícita: “Un niño pequeño al preguntarle si sabía de donde provenía la luz eléctrica contestó que de la pared, que él ponía la mano y se encendía la luz”.

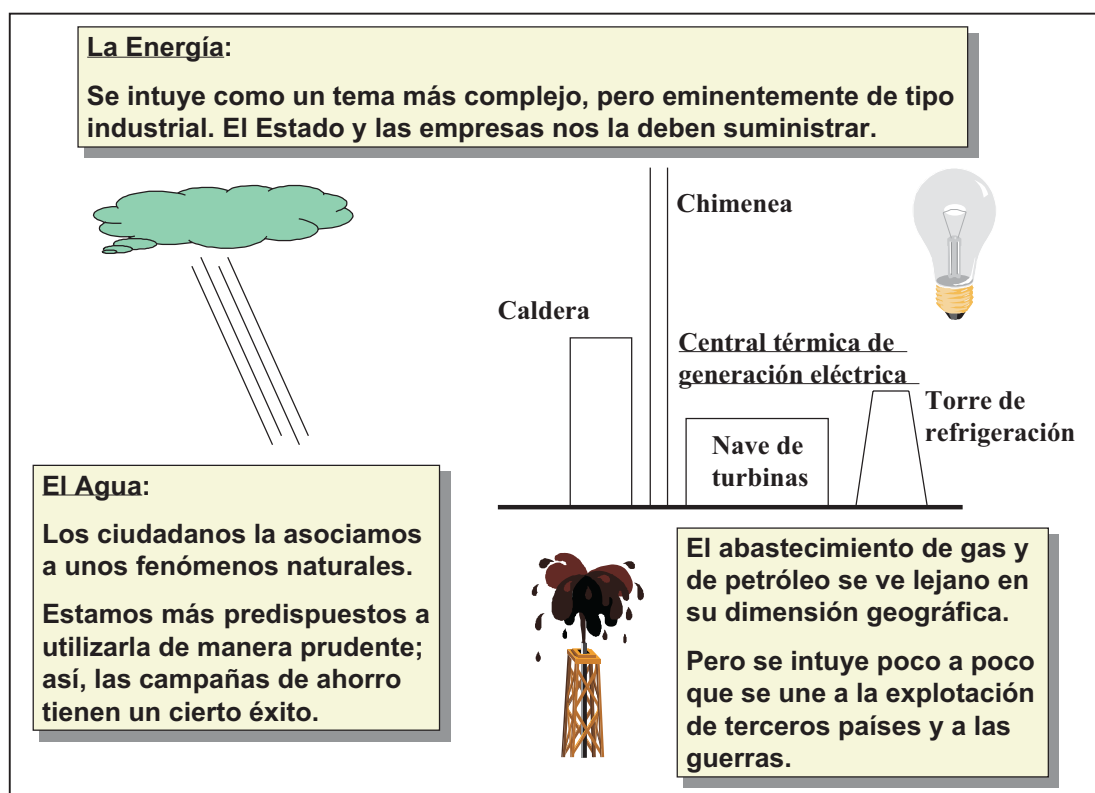


Figura IV – 1.- Reflexión simple sobre la percepción del agua y la energía

En la actualidad se reflexiona por qué los ciudadanos son capaces de ahorrar agua, y en cambio son mucho menos proclives a ser austeros con la energía. El tema es complejo, pero en una primera visión nos podemos decantar a pensar que percibe los dos temas de manera muy distinta, figura IV – 1, y evidentemente es así.

Para empezar el agua la asociamos a las lluvias, y todos sabemos cuando un año es seco y falta agua. En la figura citada, aunque no esté muy bien dibujada, se entiende rápidamente que el lado izquierdo de la misma es la lluvia; y además las personas saben que este es un hecho natural, que tiene sus propios tiempos naturales cada año, y que éste puede ser más o menos seco o lluvioso.

Mientras que la energía se liga con un mundo industrial y empresarial, respecto al cual no hay una percepción ampliamente favorable; se ve a las empresas energéticas como un negocio de elevadas ganancias, a lo que no es ajena la publicidad que hacen las propias empresas sobre sí mismas.



El ciudadano conoce poco las interioridades del sistema energético, incluso en lo que afecta a la primera visión técnica, en esa figura IV – 1, ha habido que indicar que la instalación industrial era una central térmica, pues en una versión anterior, sin letrero de aclaración, algunas personas que participan en la redacción de este informe no identificaban de qué se trataba.

Pero esa parte técnica es la menos importante, más debiera preocuparnos lo que significa la percepción del entramado socio económico, al cual el ciudadano es ajeno, lo ve como un gran negocio, que en su día, hace muchas décadas estaba más cercano, por ejemplo las denominadas “fábricas de la luz”, con sus componentes paternalistas, y que hoy son grandes grupos empresariales lejanos al ciudadano.

Las empresas en general no han colaborado en que haya una percepción clara y de diálogo con la sociedad. Por ejemplo en la construcción de nuevas instalaciones. en el mejor de los casos se intenta decir a la gente que determinada solución: central nuclear, presa hidráulica o línea eléctrica es necesaria para garantizar el suministro, y que las han de aceptar; y aunque esto se base en situaciones reales a la gente le gusta que se la considere; pero a veces esa información ni se les da.

Por ello es fácil encontrar posiciones personales en la sociedad que sugieren que han de ser las empresas, y en cierta también el Gobierno como garante del sistema, quienes den soluciones de suministro energético fiable en un entorno de limpieza ambiental; pues para ello el ciudadano paga la energía, y las empresas ganan mucho dinero.

Es curioso que cuando se habla de energía, en una primera aproximación muchas personas piensan en la electricidad, cuando sólo es una cuarta parte del consumo final de energía, pero por un lado la tenemos muy cerca, en las casas donde vivimos, en las calles de la ciudad.

También, y no es nada despreciable a la hora de reflexionar sobre la percepción, se ha hecho mucho hincapié en los problemas ambientales de las centrales eléctricas, por ejemplo durante años se ha dirigido la atención de forma preferente a su incidencia en el cambio ambiental, olvidando el gran tema del transporte.

La percepción de la industria del petróleo le queda lejos al ciudadano que no viva o trabaje en las cercanías de las refinerías. No ha habido una actividad de información crítica paralela a la que se ha dado respecto a las centrales eléctricas; quizás en ello ha influido que el agente final de la contaminación es el usuario del automóvil, y ahí, en esa situación nos encontramos todos los usuarios del automóvil privado.

Ahora ya se empieza a tomar como punto de análisis y necesidad de resolución esa realidad compleja que es la movilidad, y que a veces se trata de separar del contexto energético. No es que antes no se hablara de ella, y no se criticara, pero se hacía más incidencia en el tema eléctrico, lo cual facilita al ciudadano olvidarse de su automóvil como agente contaminante. Ya se reflexionará más adelante en el vehículo como medio de realización personal.

En el año 2003 apareció ante los ciudadanos de forma evidente la cuestión de las guerras por el control del petróleo. Para muchos hubo una percepción clara, y en Europa, pero también en Estados Unidos, mucha gente se manifestó en contra de un hecho de guerra, en el cual participó el propio Estados Unidos y varios países europeos, cuyas consecuencias vivimos en la actualidad, y que se seguirán sufriendo desgraciadamente en el futuro.

Ahora el tema se diluye, parece que las confrontaciones tienen otras razones, y en parte es así, pero no se ha querido dejar de hacer una referencia a ello en esa figura IV – 1. Sigue habiendo una preocupación al respecto en varios entornos de reflexión, por ejemplo en la Universidad, o en algunos medios de comunicación.

Es cierto que la confrontación entre el mundo islámico y el occidente, con sus raíces cristianas más o menos asumidas, tiene siglos de historia y causas acumuladas, pero no se puede dejar de citar el tema energético entre ellas. La percepción de la sociedad al respecto puede tender a la simplificación, a los aspectos que se nos muestra más evidente, y entre ellos están los actos de terrorismo.

El mundo islámico es complejo, en cierta medida es un todo uno, eso es así en la medida que la religión se sobrepone a las fronteras. Pero luego no hay una unidad en las decisiones, desde este conjunto de países, culturas, fracciones religiosas y etnias, se actúa en varias líneas, a veces contradictorias, y con aspectos de crueldad elevada, tanto para sus propias gentes como para las de otros países. Aunque todo ello tampoco es ajeno a nuestra cultura y sociedades

Por ello no es lógico meter en un único saco a todo el mundo islámico. Es reconfortante que la opinión de una gran parte de la sociedad española hace diferencias entre esos grupos y el conjunto de los ciudadanos de los países islámicos, que son otros trabajadores como nosotros, a la búsqueda de un modo de vida para ellos y sus familias.

Si la confrontación en el futuro surge entre un país de occidente, todos pensamos en alguno concreto, y Venezuela y otros de América Latina, la razón no será una diferencia religiosa, quizás se busquen motivos diversos, que las habrá, pero entonces no podremos dejar de pensar en la energía como trasfondo

Este conjunto de reflexiones, quizás pensamientos que tienen muchos, pero que aquí se explicitan, se hacen para intuir caminos hacia esquemas en los cuales se haga un uso más racional de la energía, viéndola como un hecho global que afecta a toda la Humanidad hoy, pero que además condiciona la herencia que dejemos a las futuras generaciones, es decir a lo que hemos venido a denominar sostenibilidad.

## **Diálogo hacia la austeridad energética**

A lo largo de este informe se ha planteado la necesidad de ahorro y uso eficiente de la energía. Esto tiene dos componentes, que se perciben de forma distinta por parte de los ciudadanos:

- **Soluciones tecnológicas.-** Son las que nos deberían proporcionar mayor eficiencia en los usos energéticos, por ejemplo automóviles de menor consumo, y también cambiar los combustibles fósiles por otras fuentes limpias, las energías renovables en primer lugar.

Se ha extendido la opinión de que la tecnología nos puede resolver los problemas. Los gestores de la economía de mercado piensan que cuando éste lo demanda las empresas ofrecerán las soluciones correspondientes. El hecho de que las telecomunicaciones avancen muy rápidamente, el ciudadano ve por ejemplo como evolucionan los teléfonos móviles, extiende esa visión.

Pero la maduración tecnológica en el campo energético es mucho más lenta que en las comunicaciones, se necesita al menos una década para hacer comercial una solución definida por los investigadores; y además este cambio suele implicar costes de inversión importantes.

No obstante hoy por hoy, los ciudadanos y también una parte de los gestores, siguen dando gran peso y rapidez a la respuesta tecnológica. Más que la que se le asigna desde ciertos ámbitos de la ciencia y la ingeniería.

● **Actuaciones personales.**- Son las que se deben adoptar desde los consumidores a fin de caminar hacia un modelo más austero de consumo. Se volverá más adelante a comentar que mecanismos pueden condicionar la conducta ciudadana al respecto, ahora se incluyen dos reflexiones para ver que estamos ante un tema difícil.

En el año 1975 se estructuran diferentes organismos nacionales e internacionales que entienden sobre el ahorro y eficiencia energética, la razón para ello fue la crisis de los precios del petróleo de esa década, y que habría que ver como el “primer toque de campana” ante la crisis energética; ahora estaríamos en el segundo toque.

En España nació el Centro de Estudios de la Energía, CEE, hoy Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético, IDAE. A nivel internacional surgió la Agencia Internacional de la Energía, IEA, en siglas inglesas, que participó entre otros proyectos en la Plataforma Solar de Almería.

Bien pues a pesar de los esfuerzos de ambas organizaciones, y de otras muchas, no se ha avanzado en ahorro, sí en que haya equipos más eficientes. Pero el resultado es que el consumo energético, tanto en España como en el conjunto de los países miembros de la IEA, se ha doblado o triplicado en treinta años.

La segunda reflexión va en la línea de resaltar que los gestores económicos se muestran reacios a que se reduzca el consumo, salvo que haya situaciones de clara y significativa inflación. A menor consumo se tiene menor crecimiento económico y menos empleo. Es un tema que nos preocupa a todos, y por ello enseguida miramos a la tecnología como salvación.

No obstante, se sabe cada vez con más certeza que los hidrocarburos tienen un límite y que el cambio climático va a ser una tragedia para la Humanidad más pobre. Esa certeza sólo es así para una parte pequeña de la comunidad, algunos científicos, algunos periodistas, y unos pocos políticos. Pero les es muy difícil plantear una cruda realidad frente a esos dos problemas y el ahorro de energía:

“Es necesario un cambio de modelo social y económico. Los países ricos deberán crecer económicamente menos o quizás nada, para que los pobres puedan desarrollarse; en cualquier caso éstos lo habrán de hacer con tecnologías eficientes que les proporcionen los países desarrollados. Por lo tanto se está hablando aquí de un nuevo contexto de relaciones entre ciudadanos, empresas y países, que se aleja sensiblemente del modelo de economía liberal hoy al uso, pero también de modelos anteriores”.

## **Los problemas ambientales. El cambio climático**

Cualquier persona tiene una percepción más clara de lo que acontece en su entorno cercano que lo que afecta a espacios globales. Ve así los problemas de la contaminación atmosférica urbana, o se preocupa por una línea eléctrica o antena de comunicaciones cerca de su vivienda.

A veces reacciona muy rápidamente y con dedicación a hacer frente a un hecho ambiental y social negativo que le afecta de cerca. La movilización de muchos españoles para ayudar a limpiar las costas gallegas de la marea negra del Prestige tuvo imágenes significativas de solidaridad y concienciación que no debieran olvidarse ni manipularse.

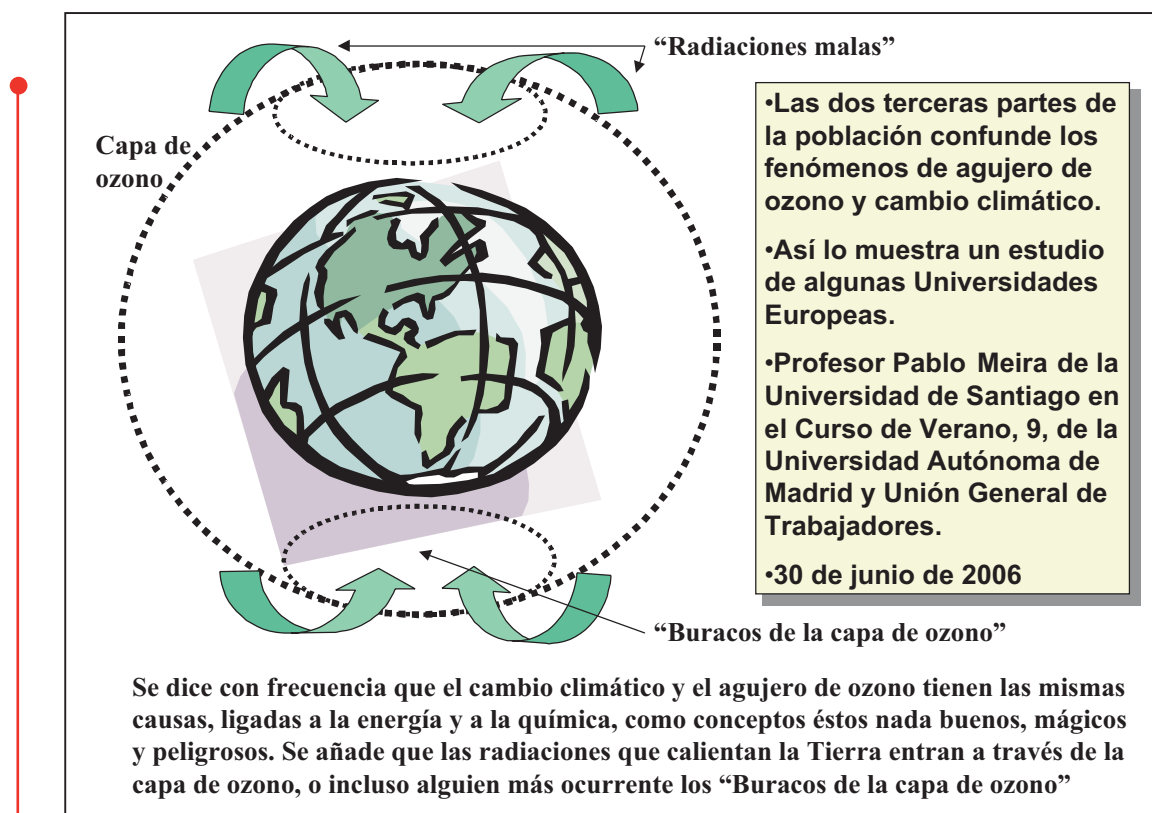
La gente vio que un entorno querido amenazado por la suciedad del chapapote, las imágenes de las playas donde pasa su tiempo de descanso y de las aves muertas fue algo determinante,

también entendió que eso afectaba al trabajo de esas gentes que son como ellos, próximos en el espacio, a los que de tiempo en tiempo ve.

Si podrían utilizarse para extender esa percepción de los problemas sociales y ambientales a otras cuestiones y entornos. En concreto nos referimos al cambio climático, que evidentemente nos queda lejos en nuestra forma de ver el origen del mismo, que entendemos que sólo en cierta medida es responsabilidad de todos, pero que lo tienen que arreglar los que dirigen la sociedad, políticos y empresarios.

Cuando algunos dirigentes se quejan de que los ciudadanos no responden a lo que ellos advierten sobre el peligro global del cambio climático, debieran pensar que la sociedad está esperando otra cosa, quizás porque en otros momentos se acusó a otros dirigentes de no ser efectivos, quizás porque sólo reaccione si ve ejemplos en las cúpulas sociales de nuevos comportamientos que le arrastren hacia actuaciones más austeras.

Una primera cuestión, quizás la menos importante, es saber qué conoce el ciudadano del cambio climático. Parece que mayoritariamente asume que el clima cambia, que la Tierra se calienta, ya es una percepción menos generalizada, cada vez que hay días de invierno crudos, algunos preguntan donde está ese calentamiento, sí que le preocupan las sequías, al menos en España, y las asocia en cierta medida a este fenómeno.

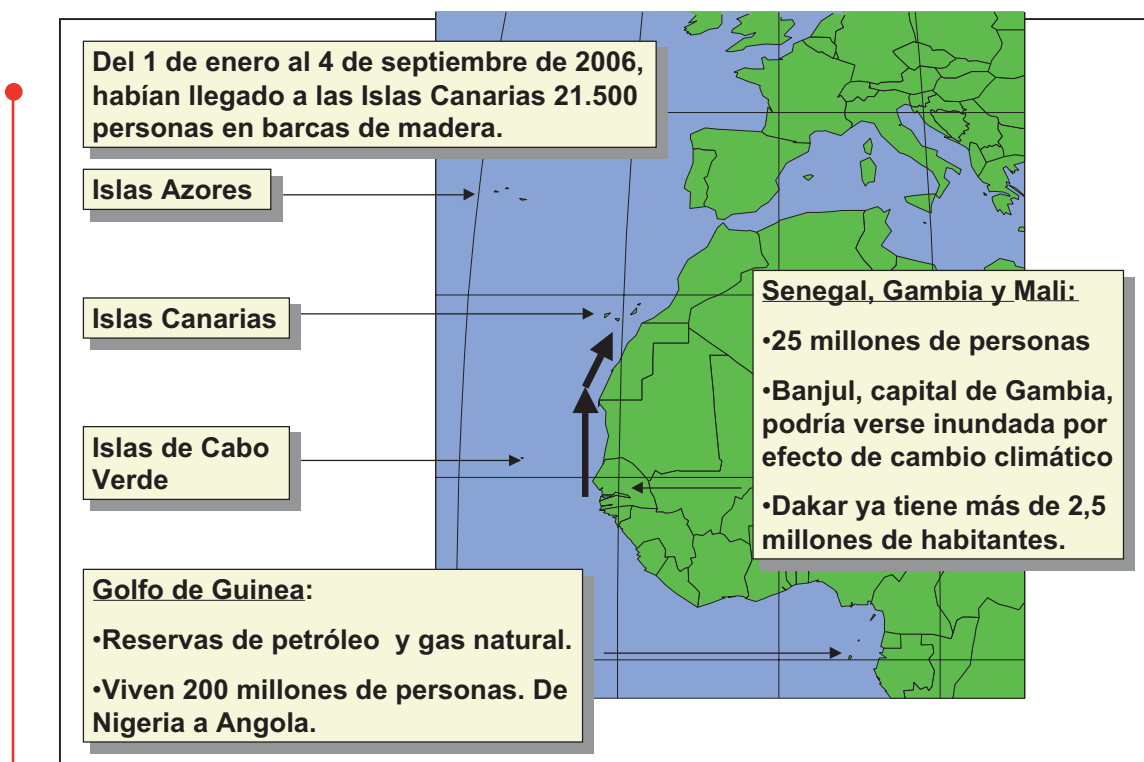


**Figura IV – 2.- Una figura poco científica para explicar la “El cambio climático y el Agujero de la Capa de Ozono”**

Es sorprendente el resultado de una encuesta a estudiantes de enseñanza secundaria y universitaria en diferentes países de Europa, que en el nuestro ha desarrollado en mayor detalle la Universidad de Santiago. En todos los casos, dos tercios de la población estudiada asocia cambio climático y agujero de ozono como problemas unidos entre sí e incluso que uno ejerce influencia directa sobre el otro, en general se piensa que el agujero de ozono provoca el cambio climático, tal como se sugiere en la figura IV – 2.

Una conclusión de esa forma de ver la cuestión es que se percibe como un tema lejano, que han de estudiar y resolver otros. Sea cierta o no la interpretación que se da aquí, lo que sí parece importante es que falta conocimiento, no información, que hay mucha escrita y en la red. Quizás el ciudadano recibe mucha información sobre muchos problemas en los que se le obliga a implicarse, desde el tabaco a la obesidad o la delgadez, y quizás estemos delante de una “indigestión de información”.

Hay un punto de reflexión complejo cual es el de la emigración de los menos favorecidos, ya aparecen frases en los medios de comunicación sobre “refugiados climáticos”. El tema está ahí como una amenaza añadida a la situación social de los menos favorecidos del mundo.



**Figura IV – 3.- Emigración actual y condicionantes sociales de futuro**

En el verano de 2006 miles de personas de África Occidental han viajado en cayucos hacia las Islas Canarias, como puerta de Europa, puede haber habido “efecto llamada”, pero desde luego lo que hay es “efecto expulsión”. La percepción social en buena parte entiende que es un problema europeo al que hay que dar una solución global.

Se entiende que hay una situación desgraciada en África, de extrema pobreza, de falta de trabajo, que la gente se encuentra en situación desesperada. Lo que se percibe como algo más lejano es nuestra participación en el problema, la historia de las relaciones de siglos de Europa y el Norte de África con el África Subsahariana, y la situación actual del comercio internacional, cuando no de las guerras que de una forma u otra se han promovido allí a lo largo del siglo XX.

No se asocia fácilmente petróleo del Golfo de Guinea, desde Nigeria a Angola, con su situación de inestabilidad política, y cuando se hace se relaciona sólo con las empresas petroleras; no con el conjunto de la ciudadanía de los países desarrollados. Se une a la situación de gobernanza corrupta en esos países, lo cual es palpable, también a una estructura social tribal o poco conexas.

Si volvemos al capítulo III, y nos fijamos en la figura III –35 veremos que el fondo geográfico del mapa es el mismo que el de la figura IV – 3; lo que en ambos se refleja es muy distinto o muy relacionado entre sí, queda a la reflexión del lector.

Cuando se edite este informe, ya de cara al invierno de 2006, es previsible que por las condiciones de la mar no haya cayucos navegando hacia el norte; es posible que se adopten medidas que frenen el fenómeno en el año 2007, pero previsiblemente volverán a darse más adelante.

Sólo hay que reflexionar en que desde Nigeria a Angola viven 200 millones de personas, cuya situación no es mucho mejor que las de los que viven en Senegal y Mali. Luego irán siendo más patentes las consecuencias del cambio climático en África y el problema se agravará.

Sólo se quiere hacer una llamada a que todo el entorno de África se estudie con más atención y cuidado, y se encuentren formas de diálogo y colaboración. No es fácil, pero es quizás nuestro mayor reto de sostenibilidad y de coherencia social y política.

## **IV.2.- PERCEPCIÓN SOCIAL DEL PROBLEMA ENERGÉTICO**

### **Actitudes, valores y creencias de la población**

Consumimos energía que no tenemos, pero a los pobladores de este país, sumergidos en problemas acuciantes como la emigración en condiciones de alto riesgo o nuestra participación en las “nuevas guerras”, no parece que les alarme este tema, como veremos.

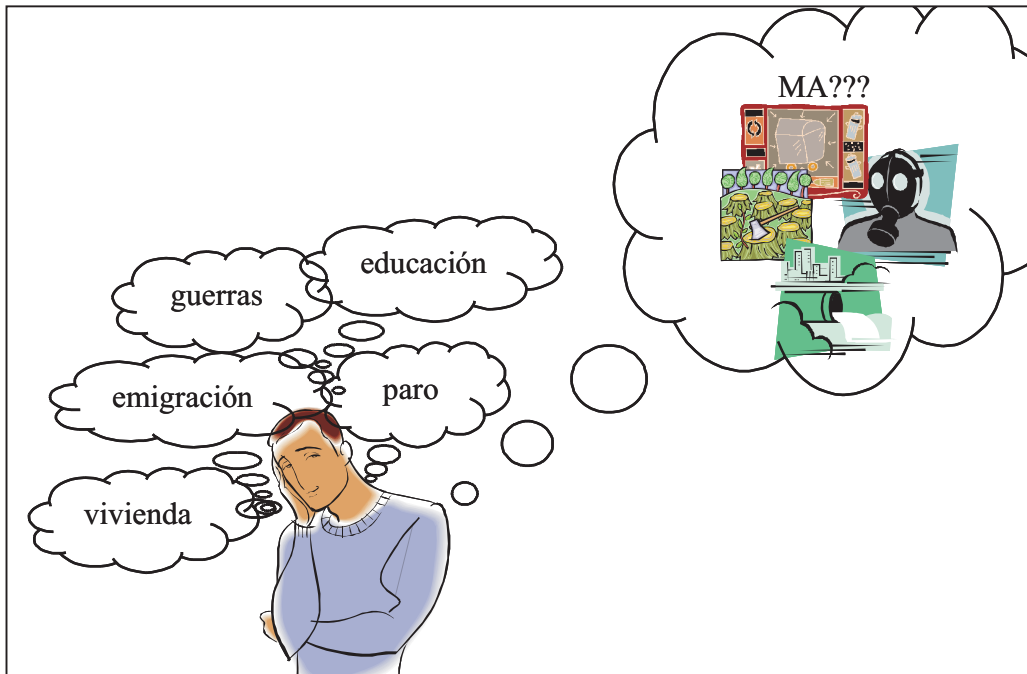
¿Cómo culparnos?. Esos mismos medios que nos envían avisos sobre los altos costes de la energía para España, nos consuelan a diario con el mensaje de que se comienza por fin a hacer el esfuerzo por potenciar las energías renovables. Las opiniones de los expertos que aparecen a diario en los periódicos nos hacen llegar un mensaje claro: hay esperanza, ya que la solución de los problemas del sector del transporte está en el desarrollo de los biocarburantes y los carburantes sintéticos.

Al final, la percepción social del desarrollo sostenible está dominada por el juicio técnico, esto es, medio ambiente y desarrollo sostenible son temas de los que se preocupan los expertos y nada resulta más cómodo para nuestras agotadas conciencias que confiar en que las instituciones se dejarán llevar por nuestros concienzudos especialistas y darán los pasos recomendados hacia la mejora en la gestión de los recursos naturales y el desarrollo de soluciones tecnológicas que nos permitan continuar viviendo en la placidez de la ignorancia.

Las soluciones técnicas son imprescindibles, pero la búsqueda del desarrollo sostenible ha de dar un paso más y buscar aproximaciones sociales, descentralizadas. Al final, las soluciones tecnológicas también requieren de usuarios finales que las adopten y sin dar pasos en esta dirección, el futuro sostenible es un sueño.

Parecería “de Perogrullo” decir que lo deseable es no emitir los gases, antes que tratarlos y no derrochar el petróleo a diario con el uso que hacemos actualmente de nuestros coches, en lugar de centrar la lucha en el desarrollo de combustibles alternativos, sin embargo, si observamos nuestro comportamiento no podemos asegurar que esto esté tan claro para el ciudadano medio.

Poniéndonos en el mejor de los casos que implicaría el éxito en la producción de energía a través de fuentes renovables, la solución dependerá de que las personas al final los compren y la población no lo hará si los precios son elevados, con lo que además la perspectiva de soluciones exclusivamente tecnológicas corre el riesgo de convertirse en una alternativa accesible sólo para un pequeño segmento de población dispuesta al “sacrificio” que está muy informada y concienciada de los problemas del medio ambiente, pero que además, puede pagarlo.



**Figura IV - 4.- Para el ciudadano medio, los problemas del Medio Ambiente quedan muy lejos**

Que los ciudadanos depositen sus esperanzas de solución de los problemas ambientales en la política y la tecnología denota una baja implicación en los problemas ambientales. Mientras aclamemos por el desarrollo de soluciones tecnológicas para sustituir el carburante de nuestros vehículos y las instituciones pongan todo el énfasis en la aplicación de medidas coercitivas para que los ayuntamientos restrinjan el transporte privado en las ciudades, seguiremos jugando con el “no soy responsable de esto”, sin implicarnos en la solución de los problemas ambientales y por tanto, sin intención de cambiar nuestros comportamientos de consumo energético.

Los valores humanos juegan un papel crítico en la participación, actualmente sólo una minoría muy educada y concienciada participa (como son los implicados en grupos ecologistas o personas con estilos de vida muy responsables, ...) es necesario conocer más acerca de la percepción pública del problema medioambiental y energético y tenerla en cuenta en los procesos de gestión desde una perspectiva de negociación, más que de asunción de estrategias.

El énfasis en la dimensión tecnológica y científica de la conservación de los recursos naturales hace difícil que llegue a las personas la necesidad de la implicación ciudadana.

Un estudio de Kury y otros en el 2005 en Perth (Australia) muestra un dato que nos puede parecer sorprendente y es que los ciudadanos no perciben la energía como algo natural, sino como un resultado de la tecnología. Mientras que otros recursos como el agua, fueron identificados como elementos naturales y como tales son “frágiles”, la energía se percibe como algo que es procesado y por tanto, son las instituciones las responsables de obtenerla de diversas fuentes.

El peligro está en que podemos esperar que las personas no establecemos ninguna relación de manera espontánea entre nuestro consumo y los problemas energéticos (o, en el mejor de los casos, de una manera anecdótica), en consecuencia, los problemas relacionados con la energía dependerán de soluciones institucionales más que de los inocentes usuarios.



*Las personas que piensan que no son capaces de hacer algo, no lo harán nunca, aunque tengan las aptitudes.*

Indira Gandhi

Esta frase nos lleva a pensar que mientras los ciudadanos no tengamos claras las consecuencias de nuestros hábitos irresponsables de uso de los recursos naturales, no vamos a actuar en consecuencia. Necesitamos asumir responsabilidad e implicación en las políticas ambientales.

No es tan fácil como decir “hazlo” y desde luego, las ingenuas campañas que en ocasiones sufrimos los ciudadanos donde se nos invita a participar en días o semanas de comportamiento ambiental responsable tienen un impacto mínimo sobre los hábitos cotidianos de las personas. Y no sólo eso, pueden dar incluso lugar a efectos “perversos” del tipo una vez realizada la penitencia, estamos libres para volver a pecar.

La adopción de cualquier comportamiento proambiental supone un esfuerzo extra para el ciudadano, como es un pequeño desembolso para comprar tecnología eficiente o el andar hasta el autobús o el metro; cualquier cambio de conducta supone un esfuerzo para la persona que le dice “no merece la pena que lo hagas”.

Por otro lado, mantener la conducta de impacto ambiental está muy reforzada: la habitual comodidad de viajar en coche o el no molestarse en separar residuos, nos mantiene día a día en la creencia de que “lo que yo haga tiene poca importancia”. Si compramos tecnología no eficiente, a corto plazo el consumidor ahorra dinero, y esas consecuencias negativas que vamos a sufrir como resultado de la agotamiento de los recursos naturales están lejanas en el tiempo.

El ciudadano se pregunta: ¿cuánto tardarán en agotarse los combustibles fósiles?, ¿cuánto en sufrir el cambio climático?. Ya las estamos sufriendo nos dicen los técnicos, pero esto no es tan evidente para una persona que no es experta en medio ambiente.

Como vemos el problema no es tan sencillo como algunos se empeñan en ver. Se puede hacer muchas cosas pero hay que tener en cuenta qué sabe, qué opina y cómo puede actuar el ciudadano que utiliza a diario los recursos energéticos y ambientales.

### **Actitudes y creencias de la población sobre el medio ambiente**

Instituciones y científicos sociales asumen habitualmente que una alta preocupación por los problemas ambientales va de la mano de actitudes positivas y de comportamientos proambientales, pero estos datos no están tan claros. Diferentes estudios muestran que la población es consciente de los problemas del medio ambiente, sin embargo, las personas no necesariamente actuamos en consecuencia.

Una encuesta realizada a nivel nacional en el año 1995 (Corraliza y otros, equipo Endesa-UAM) a 1800 personas de todas las regiones españolas muestra que el perfil de las creencias y actitudes de la población es conservacionista:

- El 81 % de la población opina que su comodidad no es más importante que el Medio Ambiente
- El 65% está bastante o muy preocupada por el MA.

Pero sin embargo, la mayoría de la población:

- Cree que no derrocha energía.
- Piensa que consume poco...

Y en consecuencia, su disposición a colaborar en la lucha por el medio ambiente es tan anecdótica y poco implicada como para limitarse a aportar pequeñas cantidades de dinero a una asociación ecologista que trabaje por el medio ambiente. Por desgracia, ningún estudio posterior nos demuestra que esta opinión tan generalizada haya cambiado.

Parece que a los españoles les preocupan los problemas del Medio Ambiente que tienen una repercusión más inmediata sobre su vida cotidiana: la escasez de agua, la contaminación atmosférica y el cambio climático. Esto nos hace pensar que el interés y la preocupación son independientes de la responsabilidad y la implicación

Como indica el estudio de García-Mira realizado en Galicia en el año 2005, los problemas que más preocupan a la población son de carácter global como: la polución, el agujero de ozono y el cambio climático, pero son precisamente estos problemas en los que la población no se siente implicada.

Las personas piensan que no tienen control sobre estos problemas y en consecuencia, no pueden hacer nada. Sin embargo, el agotamiento de las áreas de pesca, los incendios y la acumulación de residuos son problemas que a los gallegos les preocupan menos.

En un estudio realizado en Alemania, país tradicionalmente mucho más concienciado con los problemas ambientales que España (Poortinga y otros, 2003), casi el 50 % de las personas entrevistadas tiene una imagen de la Naturaleza como Tolerante. Es decir, los ciudadanos opinan que el Medio Ambiente es sólo medianamente vulnerable a la acción del hombre ya que tiene sus propios mecanismos de regulación de los “conflictos ambientales” (como se ilustra en la figura IV -5).



Figura IV -5.- La Naturaleza “Sabia”

De esta manera, vemos por ejemplo que los alemanes confían en que no es fácil que los problemas ambientales escapen de control y su preocupación es moderada, ya que, por supuesto, esperan que las soluciones vengan impuestas desde los gobiernos.

Otra parte importante de la población no tiene una visión clara de la naturaleza y los problemas ambientales no les preocupan; sólo el 22% de los encuestados manifestó estar muy preocupado por una naturaleza a la que veían como algo frágil y con problemas. Y sólo son estos los que creen que las soluciones han de pasar por cambiar hábitos y comportamientos de uso de las personas.

En conclusión, parece que la mayoría somos proambientalistas, pero que esto no se traduce en comportamientos proambientales.

***En conclusión,  
¡parece que la mayoría somos proambientalistas, pero que esto no  
se traduce en comportamientos proambientales!***

Las actitudes positivas deberían ser la guía de comportamientos adaptados a un modelo de desarrollo sostenible. Todos los estudios nos indican que actualmente la mayoría de los ciudadanos pensamos que los recursos naturales están desapareciendo a un ritmo acelerado, sin embargo, no nos sentimos capaces de detener este proceso.

Un estudio realizado por Martín y otros (2003) indica que las personas que muestran intención de adoptar una conducta energética eficiente (como es adoptar la tarifa nocturna) son aquellas que:

1. Tienen actitudes positivas hacia la conservación de los recursos naturales y la conservación de la energía.
2. Pero además, ya tienen patrones de uso eficiente con otras tecnologías: como cerrar el frigorífico cuando lo utilizan.

Se ha dado gran importancia a las actitudes de los ciudadanos. Las campañas están habitualmente destinadas a cambiar las creencias y los sentimientos de la población hacia los problemas ambientales; sin embargo, como se destaca en numerosos estudios realizados desde el campo de la Psicología ambiental (ver por ejemplo Martín y otros, 2000; García Mira y otros, 2003), una persona puede opinar que los recursos naturales se están agotando y sin embargo, no tiene por qué pensar que pueda hacer nada por influir en este problema.

Algunas campañas que han tenido efectos sobre la población (por ejemplo, el caso de la campaña ¿cómo te sumas al reto del agua tiene?) inciden en relacionar las acciones de las personas con los problemas ambientales y resaltar que las conductas individuales generan soluciones colectivas. Como bien saben los políticos “Un voto cambia un resultado”.

### **IV.3.- PERCEPCIÓN DEL BINOMIO ENERGÍA MEDIO AMBIENTE**

#### **¿Cómo se enfrenta la población a un dilema social?**

Se cuenta que cuando en la reunión de la ONU sobre Desarrollo y Medio ambiente en Estocolmo (1972) se preguntó a Indira Gandhi por la posición de su país acerca de los problemas de la polución ambiental, respondió “no hay peor contaminación que la pobreza”.

En la conferencia sobre el futuro de la electricidad en el mundo, “IES International Conference on NEW ELECTRICITY 21”, Tokio 12 a 14 de mayo de 1992, donde participaban altos ejecutivos de la Comisión Europea y empresas eléctricas, se planteó ya la cuestión de las tecnologías de uso limpio de los combustibles fósiles, entre ellos el carbón.

Allí escuchamos a un destacado representante de China: “Estamos dispuestos a que haya tecnologías limpias en nuestro país, estamos a la espera de su dinero para instalarlas.

Es una frase que se escucho entre comentarios, pero no se quiso o no se pudo ver el calado que tenía, y que hoy afecta claramente a la lucha contra el cambio climático en el mundo. La peor contaminación es la pobreza, como decía Indira Gandhi, y no parece que estemos dispuestos a luchar contra ella, aunque nos muevan la silla.

Desde la revolución industrial ha primado la producción, el “desarrollémonos a toda costa” y así está siendo y a costa de los derechos humanos y del medio ambiente. Incluso políticos de la calidad de Indira Gandhi que tiene como prioridad la lucha por los derechos de las personas muestra la trampa del modelo de desarrollo sin futuro que hemos creado: no existe otra posibilidad, primero es la producción, el crecimiento y el consumo hasta alcanzar el nivel de los países desarrollados, después, ya nos ocuparemos del medio ambiente.

Consumo de energía y medio ambiente, desarrollo y sostenibilidad ... desde esta tramposa perspectiva parecen conceptos antagonistas. Nos están diciendo a los ciudadanos que sólo se han de ocupar del medio ambiente las sociedades que ya no tengan otros problemas; por otro lado podemos comprobar cómo los países en desarrollo están siguiendo el mismo modelo que los países desarrollados y por tanto, la sostenibilidad se deja en manos de las políticas de actuación de las naciones ricas que profundamente inmersas en la globalización y en las leyes del mercado liberalizado no entienden de altruismo.

Las soluciones técnicas siempre son bien recibidas, pero existe una clase de problemas humanos que no tienen solución técnica. Los problemas de crecimiento de la población y su impacto sobre la sostenibilidad del planeta son problemas de cómo ser más pero no renunciar a los privilegios que tenemos ahora en un mundo finito.

La población crece, algunos expertos auguran que en este siglo llegaremos a superar los 10 mil millones de habitantes en el planeta y necesitando para vivir la energía de una bombilla, como media mantenemos sobre nuestras cabezas a diario unas 22 bombillas permanentemente encendidas. Somos más cada día y constantemente demandamos una mayor ración de energía para uso propio. “desde luego, el hombre se comporta como si los recursos fueran infinitos”.

La sociedad va a la caza de mayor bienestar para más personas y asumiendo que la posibilidad de vivir en otros planetas no supone una esperanza real para la humanidad, parece que será necesario plantearnos una nueva definición de nuestra idea actual de “bienestar”.

Nos comportamos como si una mano invisible (al estilo del espíritu de A. Smith) fuera capaz de cuidar de los intereses comunes de los pueblos. Y el biólogo G. Hardin ya nos avisó en los años 70 de que esa fuerza invisible no funciona, mediante la tragedia de los “commons” acontecimiento fechado en 1833 (Hardin, 1968):

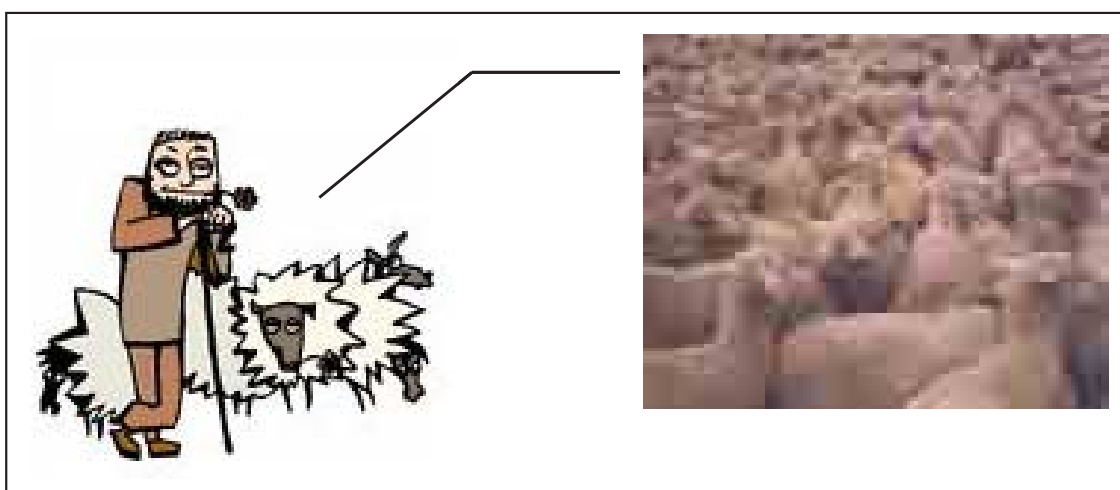
*“En las sociedades tradicionales de ganaderos en Inglaterra, los pastores disponían de pastos comunales (commons) abiertos a todos donde cada pastor podía llevar a pastar su ganado libremente siempre que el número de animales no excediera la capacidad de regeneración natural de los pastos. Durante siglos este contrato funcionó hasta que la estabilidad de la sociedad llevó a los ganaderos a pensar en la posibilidad de mejorar su ganancia.”*

De manera más o menos consciente, uno de estos pastores se debió preguntar por la utilidad que tenía para él añadir un animal más a su rebaño. El razonamiento no es difícil de seguir (ver figura IV - 6):

1. La parte positiva es que ganará más si puede criar y vender un animal más. Ganancia: más uno.
2. La parte negativa es que el pasto se ve sobreexplotado por el nuevo animal, sin embargo, este efecto no sólo lo sufre él sino que lo comparte con toda la comunidad de pastores que comparten el recurso común. Pérdidas: una pequeña fracción de menos uno.

El pastor debió pensar de manera similar; pero no sólo él, el problema es que lo hicieron todos los pastores de su comunidad. Conclusión: la tragedia. Los pastos comunales desaparecieron y se implantó la propiedad privada como único medio para gestionar los beneficios personales de los pastores.

Actualmente, nos encontramos en una sociedad que nos impulsa a aumentar nuestros beneficios sin límite en un mundo que es limitado. La energía, los mares, los espacios naturales, el agua y otros recursos son los common de nuestra sociedad y la libertad individual en el uso de un recurso común conduce a la ruina para todos.



**Figura IV - 6. La tragedia de los recursos comunes: la ganancia individual conduce al desastre colectivo**

Vivimos en una sociedad de consumo que implica afrontar constantemente este tipo de situaciones y elegir entre una lógica individual o colectiva, ¿cómo resolver el dilema?. La perspectiva más pesimista nos indica que el hombre se guiará básicamente por su propio interés, con lo que el recurso tiende a desaparecer.

Atentos a nuestra libertad y a los derechos adquiridos durante décadas, nuestros comportamientos siguen reglas que ya no funcionan. El hombre está enfrentado a los dilemas sociales cuando hace uso de los recursos naturales.

Las personas perciben que los dilemas del medio ambiente implican el uso de un bien común que no puede ser mantenido por él sólo y sin embargo, va a implicar un alto coste mantenerlo a nivel individual. Pero como nos ilustraron hace cientos de años con el caso de los pastos ingleses, y el pastor pasó por alto, el coste del fracaso en su conservación es mucho más alto para la persona, para la sociedad y por supuesto, para el medio ambiente.

El gran reto de la Humanidad hoy es entender que la Tierra es su common, con todos sus aspectos, el clima, el agua, los recursos pesqueros, etc, etc.

- Hoy vemos como los recursos pesqueros de Senegal se han agotado, y sus ciudadanos emigran por esto y por otras causas. Allí hubo una sobre explotación que dio un beneficio añadido a unos pocos.
- Mañana veremos como se explota el gas natural del Océano Ártico, con beneficio de unos pocos, y con el deterioro climático para muchos; incluso desde este documento se ha hablado de participar en ese recurso.

Bien se llega así a un punto crucial de educación ambiental, que es difícil de gestionar. Rompe con la visión de lo pequeño es hermoso, y nos lleva a reflexionar en como hacemos que lo grande, lo global sea aceptable, y continúe siéndolo en futuras generaciones. Sabiendo además que la energía, sus usos y transformaciones, representa la mitad de la huella ecológica de la Humanidad.

Hoy se estima que la huella ecológica total equivale a la superficie de los cinco continentes, es decir, se está sobrepasando el límite de la magnitud Tierra. (MATÍN PALMERO)

No se va a conseguir en pocos años un cambio drástico en el comportamiento, en los usos y costumbres, pero habrá que preparar un nuevo modelo de cultura económica y social para que ello sea posible. Se ha hablado de impuestos, se hablará del papel de los líderes. Todo ello tiene incidencia, aquí no lo vamos a resolver, pero sí planteamos la necesidad de trabajar en esta línea.

#### **IV.4.- NUEVOS COMPORTAMIENTOS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA**

La población sigue sin relacionar los conceptos de desarrollo y sostenibilidad como se ha visto anteriormente.

La venta de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera por parte de los países ricos nos indica claramente que las medidas coercitivas no nos van a detener (y ya lo sabíamos: Japón paga el voto de los países pobres para seguir cazando ballenas). Según establece el protocolo de Kioto, España sólo debería haber aumentado en un 15 % su emisión de gases contaminantes a la atmósfera en el 2008 y hoy ya hemos superado el 50%.

Las grandes políticas de intervención de las últimas décadas han fracasado ante problemas que ya son “antiguos” como mejorar la educación, disminuir el consumo de drogas, mejorar la dieta de los ciudadanos o fomentar a los conductores responsables (que utilicen el cinturón, no sobrepasen los límites de velocidad, no conduzcan cansados o bebidos, etc.), incluso los fumadores están teniendo una presión que va en aumento y siguen fumando...

Conocemos los límites en el cumplimiento de normas a través del castigo. Sólo funciona cuando el castigo sigue de manera inmediata a la conducta y además este es significativo (suficientemente grave), esto quiere decir que mientras el policía no esté ahí cada vez que dejemos, por ejemplo, abierto el frigorífico y además que cuando nos “pille”, la multa sea suficientemente grande, lo seguiremos haciendo. La situación descrita, además, resulta absurda.

La imposición de normas y castigos e, incluso, de incentivos, para crear ciudadanos más sanos y consumidores responsables demuestra buenas intenciones en los gobiernos, pero una perspectiva del problema demasiado simplista, lo que demuestra el que estos programas no producen más que resultados marginales.

La política energética en España empieza a tener en cuenta las exigencias medioambientales, ¿por qué?, por desgracia, los argumentos se destacan a diario en los medios de comunicación: el consumo de energía en España es desaforado, muy superior al crecimiento de nuestro PIB.

España es dependiente en su mayor parte de la importación para suministrar energía (en torno al 80% de dependencia) y el precio de los combustibles fósiles es extremadamente sensible a las demandas del mercado; la terrible conclusión es que el precio de la energía que España compra al exterior supone el 3,5% del PIB y lo que es peor, este coste crece a un ritmo del 40% todos los años.

Hay que ahorrar energía y potenciar las energías renovables. Bien, este es el lema, claro y sencillo. Sin embargo, en España nunca ha sido prioritario el ahorro y la eficiencia energética. El mensaje siempre ha sido: consume energía (especialmente energía eléctrica), es barata. Siempre se ha promocionado el transporte por carretera de pasajeros y mercancías (y se sigue haciendo) y los modelos de ciudades que se están diseñando son altamente dependientes del vehículo privado.

Los modelos de bienestar residencial deseados por la mayoría de los ciudadanos pasan por habitar zonas exclusivamente residenciales en emplazamientos aislados del ruido y la polución cotidiana. Son nuestros pequeños “castillos” personales de calidad de vida a los

que incongruentemente tenemos que llegar todas las tardes (y abandonar de madrugada) arrastrando con nosotros una tonelada de acero, que es responsable además en gran medida de ese 40% de consumo energético del país y de los altos niveles de ruido y polución de nuestra atmósfera. Parece que, en ocasiones, las campañas de comunicación de masas sí funcionan ...

Las instituciones siguen esa "lógica pesimista" al actuar introduciendo leyes y tasas que graban el uso de los recursos comunes y chocan con nuestro concepto de la libertad individual y la propiedad privada. Pagar por gastar gasolina nos conduce a un mecanismo de razonamiento "tramposo" del tipo "pago multitud de impuestos en la gasolina que compro, luego adquiero el derecho de gastarla" y nos hacemos expertos en eludir los impuestos y las leyes, muchas veces, sin consecuencias (límites de velocidad). Me compensa, no es castigo, ya que puedo pagar la multa o los impuestos (volviendo a los fumadores, vemos como no han dejado de fumar porque les suban el precio del tabaco).

### **Los que participan: consumo responsable y estilos de vida**

Del estudio sobre las actitudes de la población española citado en páginas anteriores (Corraliza y otros, 1995) podemos extraer que si los españoles estamos sensibilizados con los problemas del medio ambiente pero no actuamos en consecuencia es porque o bien no tenemos información suficiente sobre qué estrategias de actuación proambientales podemos aplicar o bien no nos sentimos implicados en estos problemas globales como ya hemos comentado.

Se hace necesario un cambio en los valores y estilos de vida de la población que se refleje en pautas de consumo responsables. Un estilo de vida responsable con el medio ambiente no tiene por qué implicar la existencia de un sistema coherente de valores, tema que posiblemente sea muy difícil de lograr y en el mejor de los casos es cuestión de trabajar durante generaciones.

Sin embargo, si podemos y deberíamos trabajar en la promoción de valores relevantes que, según el estudio publicado por Corraliza, Martín y Muñoz (1995), están relacionados con la implicación, responsabilidad y participación en los problemas del medio ambiente. Estos valores de responsabilidad ambiental están por supuesto, relacionados con información y preocupación y actitudes proambientales y con creencias acerca de que lo que hace una persona nos influye a todos con valores de participación social y ciudadana. Aunque es de esperar, hay que destacar que estos valores de responsabilidad, implicación y participación ambiental no están relacionados con valores como el conformismo, el consumismo y el derroche, el tradicionalismo, el individualismo y multitud de otros "ismos" que, por desgracia, caracterizan a la sociedad del siglo XXI.

Esta apreciación, más que a la desesperación, debe impulsarnos hacia la esperanza, ya que nos lleva a pensar que otra manera de pensar y de actuar en relación al consumo de energía y recursos ambientales es posible, aunque no es fácil, no es cuestión de actos simbólicos ni de campañas temporales, sino de la acción conjunta de todos los implicados en el problema ambiental.

### **El papel de los líderes y las instituciones**

Es necesario tener en cuenta los factores sociales que afectan a la conducta humana, los modelos y la presión de los grupos de referencia que nos están dictando las normas de uso



de los recursos naturales. Por otro lado, la influencia de nuevos líderes pueden tener un importante impacto en la dinámica de la intervención.

Mientras que costosos programas de concienciación de la población han dado lugar a resultados marginales, es posible que funcionen pequeñas intervenciones, muy centradas en las personas a las que se destinan. Las grandes campañas que apelan a la solidaridad y el altruismo no funcionan pero es necesario seguir trabajando, aportando información, relevante y persuasiva y creando compromiso de cambio a través del consenso público y la participación (no hay que olvidar que la presión social actual actúa hacia el comportamiento de consumo –bebe-, compra un coche, demuestra que eres valiente y conduce a toda velocidad-).

Ahí está el reto, la creación de compromiso es posible si mejoran las expectativas de los ciudadanos de que somos responsables, podemos hacerlo y lo que hagamos será importante para la consecución de un modelo de desarrollo sostenible.

Sabemos que la información persuasiva puede cambiar las actitudes e influir en las conductas, pero existen canales que se encuentran en la situación y pueden dificultar la conducta: ya hace muchos años que en temas como el reciclaje lo hemos aprendido, las personas recibieron información de cuál era el problema – los residuos- de cuál el procedimiento, el curso de acción – separar para reciclar- y les dieron los medios – actualmente hay multitud de contenedores, al lado de los de basura orgánica, para depositar vidrio, plásticos, etc. A pesar de ello, a veces las personas no reciclan: no tienen en casa donde acumular los desechos no orgánicos y va todo al mismo sitio.

Sabemos que deberíamos utilizar el transporte público, al cual hay en ocasiones malos accesos, y que está sometido a multitud de alteraciones, el hacinamiento .... al final, mi actitud hacia el ahorro de combustibles fósiles es positiva, pero no voy a dejar el coche. Sin embargo, puedo ser capaz de ir asumiendo pequeñas conductas de conducción eficiente como bajar la velocidad para gastar menos (que además me permite ahorrar dinero), apagar en un atasco o compartir el coche.

Es imprescindible introducir nuevas normas en los grupos: tener un coche no es lo deseable; lo moderno, lo emocional, es viajar en tren. Pero estas normas han de ser aceptadas por los grupos, acordadas y consensuadas por sus miembros. Podemos crear grupos de participación social que impongan nuevas normas, creando presión social hacia el comportamiento proambiental.

A veces, las revoluciones surgen y caen gobiernos y se crean leyes que reflejan el sentir de los ciudadanos. Si compartir el coche se convierte en un medio de relación social con los compañeros que vienen en el mismo barrio, puede que lo utilice: ya no es un sacrificio. Se pueden cambiar las reglas del juego creando una norma nueva, porque no basta que nos den mensajes aislados destinados al ahorro de un recurso y a la vez nos continúen empujando hacia el consumo.

Podemos decir que las personas están dispuestas a actuar a costa de pequeños “sufrimientos” pero está claro que exige que el mensaje sea compartido y el esfuerzo de todos, instituciones, líderes y ciudadanos.

# Conclusiones



## **V.- CONCLUSIONES**

### **Crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero**

Este informe, sobre escenarios energéticos en España, nace con dos temas de preocupación social: la evolución del cambio climático por efecto de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y otros gases, y la seguridad de suministro energético en nuestro país. Las reflexiones sobre ambas, en especial las relativas a las emisiones de gases de efecto invernadero, nos muestra aspectos muy negativos.

#### **EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO:**

- Las emisiones españolas se han incrementado en más de un 50% desde el año de referencia, 1990, para el Compromiso de Kioto.
- La tendencia a medio plazo, año 2030, es que esas emisiones serán mayores que las actuales. Escenario energético tendencial.
- Sólo, con un esfuerzo significativo hacia el uso eficiente de la energía, y un desarrollo muy fuerte de las energías renovables, sería posible cambiar esa tendencia y conseguir emisiones similares a las del año 2000 en el 2030. Escenario objetivo de este informe.

Nuestras emisiones de gases de efecto invernadero han crecido significativamente en los últimos años, hay que señalar que todavía son menores que la media europea, pero que se acercan progresivamente a estas.

Lo peor es que el análisis de las tendencias de evolución nos muestran que esas emisiones seguirán creciendo, más lentamente que hasta la fecha. Sólo esfuerzos notables de fomento del ahorro y promoción de las energías renovables, pueden reducir los valores de emisión al año 2030.

No se sabe cuales serán las propuestas dentro de la Unión Europea para el periodo posterior al Compromiso de Kioto, se constata que hay dudas a la hora de fijar escenarios más restrictivos; las razones pueden ser las incidencias económicas de estas opciones, pero también la no disponibilidad deseada de gas natural, que es un combustible de menores emisiones específicas que el petróleo y el carbón.

En España para dar respuesta a esta situación negativa hay que hacer un esfuerzo importante en cambiar la movilidad y el transporte. Tanto desde el punto de vista cultural de los ciudadanos, como sobre todo disponiendo del adecuado sistema de transporte colectivo en las áreas urbanas, y también llevando el transporte de mercancías hacia el ferrocarril.

Asimismo es necesario moderar el consumo energético en hogares y edificios de uso público, tanto en la calefacción como en la refrigeración, también en el uso de electrodomésticos y otros equipos. Los consumos energéticos en servicios también debieran moderarse.

La construcción de edificios es un concepto que demanda energía, en el cemento, la cerámica y otros productos en ella utilizados. Pero a la vez en el caso de segundas viviendas, es un

factor determinante de la movilidad excesiva y por lo tanto del consumo energético. Es preciso cambiar este esquema y “cultura del ladrillo”, que además está creando problemas en costas y en otros espacios ambientalmente sensibles.

Pero ya es preciso desde el otro lado del problema asumir cuales van a ser los efectos derivados de ese calentamiento global, tanto en lo que afectará a nuestro país, viendo como debemos reorientar nuestro modelo social, económico y geográfico, como en lo que atañe a los países relacionados con nosotros, en especial por los efectos que se induzcan en la emigración.

Es preocupante lo que pueda acontecer en África y en América Central y el Caribe. Sería conveniente analizarlo en profundidad. Pero sobre todo ir asumiendo la necesidad de establecer cauces de lucha contra la pobreza y para paliar los desastres naturales. Es un tema global de los países ricos, de la Unión Europea, pero también directamente de nosotros; España está en la esquina del mundo rico, mirando hacia los lados pobres.

## **Riesgos en el abastecimiento energético**

La seguridad en el suministro energético es una preocupación generalizada en la Unión Europea, que depende del exterior en algo más del 50% en el abastecimiento energético, no parece que preocupe tanto a la sociedad española, que importa más del 80% de la energía primaria que demanda.

España sigue con una muy baja conexión de infraestructuras de transporte de gas natural y de electricidad con Francia, y consecuentemente con el resto de Europa. No es este el lugar para cuestionar las razones por las que esto es así, pero si para hacer una llamada de atención.

Toda Europa se dirige hacia el gas natural como opción energética limpia, es una buena solución, pero que introduce riesgos adicionales en el suministro. Sólo hay tres grandes orígenes de este combustible a nuestros efectos: Rusia, Noruega y Norte de África. Nosotros estamos volcados a la tercera, con una estructura muy mediterránea del suministro y utilización del gas.

Es hora de que se haga un desdoblamiento del sistema de gas, preparando puertos de gran calado en la costa atlántica y estableciendo conexiones de abastecimiento por mar con Noruega, con Rusia por el Ártico, y eventualmente con Venezuela y Golfo de Guinea.

Nuestra dependencia energética y elevadas emisiones de gases de efecto invernadero, nos inducen a incrementar la participación de las energías renovables en nuestro abastecimiento de energía primaria:

- Fuerte desarrollo de la energía solar térmica como medio de ahorro de combustibles para usos de calentamiento.
- Extensión del uso de biocarburantes, preferentemente de producción con materias primas propias.
- Desarrollo de la energía eólica, acoplada con el almacenamiento de electricidad en bombeo hidráulico.
- Plan de inversiones en plantas de energía solar termoeléctrica, y desarrollo industrial propio en esta energía.

### **CONDICIONANTES EN EL SISTEMA ENERGÉTICO ESPAÑOL:**

• **Incertidumbres en el suministro de gas natural a medio plazo. Éste hoy procede mayoritariamente de países en situación compleja.**

+ **Necesidad de abrirse al suministro por el Atlántico**

• **Desarrollo lento de las energías renovables**

+ **Impulso a los biocarburantes con materias primas propias.**

+ **Desarrollo del bombeo hidráulico como almacenamiento de electricidad de origen eólico.**

+ **Inversión en plantas de generación solar térmica.**

• **Riesgos de faltas en el sistema de generación. (Gas y Eólica)**

+ **Necesidad de mantener alta potencia de generación con carbón, a régimen de funcionamiento anual reducido.**

Los combustibles de automoción debieran diversificar sus orígenes, ya se hacen esfuerzos por utilizar biocarburantes, que debieran incrementarse, y se extiende el uso de los gases licuados del petróleo. Pero también habrá que pensar en el uso de formas varias del gas natural como carburante, quizás en detrimento de su uso en generación eléctrica.

Todas estas incertidumbres se centran en el sistema eléctrico, donde parece imprescindible contar con potencia segura de generación con carbón. Habrá que disponer de un número amplio de centrales térmicas, ubicadas en todo el territorio, en buena medida las ya existentes; que posiblemente funcionarán un número anual de horas reducido, con las condiciones económicas que sea preciso pactar al respecto.

El carbón de origen español debiera tener un uso prioritario, manteniendo la actividad de las cuencas mineras. Se deberá contar con carbón de importación, que entre otras cosas irá supliendo el propio cuando las cuencas nacionales se agoten, o cuando se decida reducir su extracción por las razones que se consideren oportunas.

Las centrales nucleares habrán cumplido cuarenta años de vida en el 2030 y su alargamiento a sesenta años llevaría a una situación crítica respecto a la seguridad intrínseca de las instalaciones. En todo caso, debe completarse el debate social y político sobre el papel de la energía nuclear en el futuro esquema energético.

### **Cambio de modelo energético**

La situación energética del mundo apunta a la necesidad de un cambio de modelo, que posiblemente no pueda esperar más de tres o cuatro décadas para ser una demanda real. Parece oportuno plantearse las líneas de actuación que nos pudieran llevar hacia una transición factible.

● Asumir más lo colectivo que lo individual, al menos en el consumo energético, en especial en la movilidad, parece un primer punto de trabajo. Pero habría que dar mucho ejemplo desde líderes e instituciones para que ello pueda ser una realidad.

- Pensar en introducir impuestos energéticos, dirigidos hacia un cambio de modelo energético, y a ayudar a los países más desfavorecidos. Es una necesidad, pero hay que hacer sacrificios políticos para transmitirla a los ciudadanos.

Un solo país parece difícil que pueda intentarlo de forma aislada. La cuestión aparece pues en el entorno europeo, como un reto común, también muy difícil de plantear, pero quizás podamos convencer a muchos de que nos jugamos el futuro, y que país a país también podemos ganar en el cambio. Desde luego España con su dependencia energética tan exagerada es el que mayores beneficios puede tener a largo plazo.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- APPA.- Informe nº 22.- Mayo-julio de 2006.
- ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA (AEE, [www.aeeolica.org](http://www.aeeolica.org)).- Eólica 2006. Anuario del sector: análisis y datos.- 2006.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE OPERADORES DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS (AOP, [www.aop.es](http://www.aop.es)).- Información sobre el petróleo y sus derivados.- 2006.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA (UNESA, [www.unesa.es](http://www.unesa.es)).- Información sobre la industria eléctrica en España.- 2006.
- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES (APPA, [www.appa.es](http://www.appa.es)).- Una estrategia de biocarburantes para España. Adaptación a los objetivos de la Directiva 2005/30/CE.- Junio de 2005.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE AUTOMÓVILES (ANFAC, [www.anfac.es](http://www.anfac.es)).- Datos básicos del sector.- 2006.
- AYALA, Francisco.- Historia de la Tecnología en España.- Editorial Valatenea, Barcelona 2000.
- COM.- LIBRO VERDE. Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura.- Bruselas, 8.3.2006.- COM(2006) 105 final.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE, [www.cne.es](http://www.cne.es)).- Diversos informes sobre energía e hidrocarburos.- 2006.
- COTEC.- Tecnologías PARA la innovación en la generación de electricidad. Informes sobre el sistema español de innovación. Fundación COTEC. Marzo 2003.
- DE LA DEHESA, Guillermo.- La inmigración no ha hecho más que empezar.- El País, 19 de septiembre de 2006.
- ENERCLUB.- Cuadernos de energía.- Publicación mensual.- Club Español de la Energía.- Madrid.
- ENERGÍA.- Nº 174, edición especial: La energía eólica en España.- 2003.
- ENERGÍAS RENOVABLES [www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com).- Datos sobre energías renovables.- 2006.
- EUROPEAN COMMISSION ([www.europa.eu](http://www.europa.eu)).- EU Energy and Transport in Figures.-Statistical pocketbook 2005.

- FORO NUCLEAR ([www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)).- Energía 2006.- Prontuario sobre la energía en España en el año 2005.- 2006.
- GAGO RODRÍGUEZ, Alberto. Y LABANDEIRA VILLOT, Xavier.- La Reforma Fiscal Verde.- Mundiprensa.
- GALLARDO OLMEDO, Fernando.- Crisis financieras y energéticas de ámbito internacional. Un análisis de las crisis del petróleo.- Thomson.- 2005.
- GIORDANO, Eduardo.- Las guerras del petróleo. Geopolítica, economía y conflicto.- Icaria Antrazyt.- 2002.
- GREENPEACE ([www.greenpeace.es](http://www.greenpeace.es)).- Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular.- 2006.
- GREENPEACE.- Viento en popa. La necesidad de un plan eólico marino en España.- 2003.
- GREENPEACE.- Viento fuerza 12. Una propuesta para obtener el 12% de la electricidad mundial con energía eólica en 2020.
- IBERDROLA.- Sistema Sil (publicación interna de la empresa Iberdrola sobre la cuenca del Sil).
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE, [www.idae.es](http://www.idae.es)).- Eficiencia Energética y Energías Renovables.- Boletín IDAE nº 7.- Septiembre de 2005.
- IDAE.- Guía práctica de la energía.- Consumo eficiente y responsable
- IDAE.- Guía práctica para la elaboración e implantación de Planes de Movilidad Urbana Sostenible.- 2006.
- IDAE.- Guía práctica para la elaboración e implantación de Planes de Transporte al centro de Trabajo.- 2006.
- IDAE.- Impactos ambientales de la producción eléctrica. Análisis de ciclo de vida de ocho tecnologías de generación eléctrica.- 2000.
- IEA.- Panorama de la inversión mundial de la energía. 2003.- Mundi Prensa Libros.
- IEA.- World Energy Outlook 2005. Panorama Oriente Medio y Norte de África.- Agencia Internacional de la Energía, Noviembre 2005.
- IEA.- IEA Wind Energy. Annual report.- 2005.



- INSTITUTO GALEGO DE ESTADÍSTICA (IGE, [www.ige.eu](http://www.ige.eu)).- Estadísticas diversas sobre entorno físico, medioambiente, economía y energía en Galicia.- 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE, [www.ine.es](http://www.ine.es)).- Estadísticas diversas sobre entorno físico, medioambiente, economía y energía en España.- 2006.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA, [www.iea.org](http://www.iea.org)).- Key World Energy Statistics, 2005.
- INVESTIGACIÓN Y CIENCIA.- Temas 45.- Cambio Climático.- Edición española de Scientific American.- Septiembre 2006.
- LE MONDE DIPLOMATIQUE.- “Écologi le grand défi” EN: Maniere de voir 81.- Juin-Juillet 2005.
- LLAMAS, Bernardo y ROMERO, Emilio.- Tecnologías de lucha contra el cambio climático. Del carbón al carbono.- ENDESA y Universidad de Huelva, Publicaciones.- 2006.
- MARTÍN PALMERO, Federico.- Desarrollo sostenible y huella ecológica.- A Coruña, Netbiblo 2004.
- MENÉNDEZ, Emilio.- Historia de la minería del carbón. Olvido del entorno social.- I Congreso de la Historia Social de la Ciencia, la Técnica y la Industrialización.- Homenaje a John D. Bernal, Zaragoza, Septiembre de 2001.
- MENÉNDEZ, Emilio y FEIJÓO, Andrés.- Energía y conflictos internacionales. Política, tecnología y cooperación.- Editorial Netbiblo, A Coruña.- 2005.
- MINISTERIO DE FOMENTO.- Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte. PEIT.- Noviembre de 2005.
- MINISTERIOS DE FOMENTO Y MEDIO AMBIENTE.- Observatorio de la Movilidad Metropolitana.- Junio 2006.
- MINISTERIOS DE FOMENTO Y MEDIO AMBIENTE.- Ponencias de la II Jornada Técnica del Observatorio de la Movilidad Metropolitana.- El Papel de las Autoridades de Transporte en la Gestión Sostenible del Transporte Público.- Pamplona, octubre 2005.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.- Semana Europea de la Movilidad.- Planes de Movilidad Urbana. Tecnologías de Reducción de Emisiones en el Transporte.- Madrid, septiembre 2005.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO.- La energía en España 2004 (Secretaría General de Energía, Dirección General de Política Energética y Minas).- 2005.

- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO.- Plan de energías renovables 2005-2010.- Agosto de 2005.
- MIT.- El futuro de la energía nuclear.- Massachusetts Institute of Technology.- Cuadernos de Energía nº10, Club Español de la Energía.
- NAÏR, Sami.- El Imperio frente a la Diversidad del Mundo.- Editorial Debate.
- NAVARRO, Vicenç.- El subdesarrollo social de España. Causas y consecuencias.- Editorial Anagrama.- 2006.
- OECC.- Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático.- Universidad de Castilla La Mancha, 2005.- Oficina Española de Cambio Climático.
- OCDE.- Informe: Education at Glace.- 2006.
- REE.- INFORME ELÉCTRICO 2005.- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE, [www.ree.es](http://www.ree.es)).- 2005: El sistema Eléctrico español.- 2006.
- RIFKIN, Jeremy.- La economía del hidrógeno. La creación de la red energética mundial y la redistribución del poder en la Tierra.- Ediciones Paidós Ibérica.- 2004.
- ROBERTS, Paul.- El fin del petróleo.- Ediciones B, S. A.- 2004.
- SOLCLIMA ([www.solclima.com](http://www.solclima.com)).- Datos sobre energías solar térmica, termoeléctrica y fotovoltaica.- 2006.
- SOLUCAR ENERGÍA, S. A. ([www.solucar.es](http://www.solucar.es)).- Información sobre tecnologías solares.- 2006.
- TAIBO, Carlos.- ¿Hacia dónde nos lleva Estados Unidos?- Ediciones B, S. A.- 2005.
- TAIBO, Carlos.- Rapiña global: una introducción a la política internacional contemporánea.- Punto de Lectura.- 2006.
- UGT.- Empleo y promoción de las energías renovables en España.- Madrid 2004
- UGT.- DEBATE SOBRE EL MODELO ENERGÉTICO ESPAÑOL.- Barcelona 28 y 29 de junio de 2006.

