

# Energía

## AUTOR:

\* Emilio Menéndez Pérez. Dr. Ingeniero de Minas. Comisión de Medio Ambiente del Colegio Oficial de Físicos



Imagen cedida por Hidrocarburo.



Central térmica de Soto de Ribera (Asturias).

La sociedad de los países desarrollados consume cantidades significativas de energía, ésta es un elemento esencial del esquema económico mundial y uno de los condicionantes de su evolución futura, aunque una parte de la energía que demandamos se derroche, bien por falta de eficiencia en los procesos de uso y transformación, bien por que se consuma sin necesidad.

En paralelo, hemos visto que la incidencia ambiental de los usos energéticos se ha ido haciendo más significativa: contaminación urbana, lluvias ácidas, vertidos de productos petrolíferos, accidentes nucleares, etc.

Después del siglo XX, de confianza energética, aunque con grandes tormentas, aparecen dos aspectos críticos que ineludiblemente se han de abordar en el siglo XXI:

- Los límites de disponibilidad de los combustibles fósiles, en especial los hidrocarburos, se ven cercanos, al menos para una parte de la humanidad. Muchos países gastan más de un tercio de sus ingresos por exportaciones en comprar la energía comercial que utilizan.
- Las emisiones crecientes de gases de efecto invernadero, en particular  $\text{CO}_2$ , están acelerando el cambio climático, que ya se asume que puede tener dramáticas consecuencias para una parte importante de la humanidad. La respuesta pasa por una reducción del consumo de combustibles fósiles y su sustitución por otros vectores energéticos.

En el VI CONAMA se ha abordado el tema en diferentes sesiones, analizadas a lo largo de este capítulo, desde la presentación del monográfico de la revista *Física y Sociedad*, dedicado a la energía, donde se habló de

esquemas energéticos y sus condicionantes, a la Mesa Redonda “Energías renovables” y los grupos de trabajo sobre el cambio climático, las ciudades como centros de consumo energético, la información y la educación ambiental.

## Dependencia energética. España y Europa

Los países desarrollados no son autosuficientes, toman energía, mayoritariamente procedente del petróleo y, de forma creciente, del gas natural, de unos países en los cuales se inducen con frecuencia situaciones de conflicto social y a veces militar. El modelo económico y social de nuestros países funciona con esos vectores energéticos y no es factible realizar un cambio drástico en pocos años.

El petróleo es una parte mayoritaria, más del 40%, del abastecimiento total, e introduce cuestiones importantes en este tema. La dependencia energética es crítica en Japón. Es importante en la Unión Europea, donde la mitad de la energía que se consume proviene del exterior. Pero también en Estados Unidos crece la importación de petróleo y de gas natural. Ahora bien, en nuestro caso, España importa las tres cuartas partes de la energía que consume, lo cual induce riesgos de abastecimiento y, además, supone que la décima parte de nuestra balanza comercial se destine a la importación neta de energía.

La confianza de una buena parte de los gestores energéticos en la idoneidad de los hidrocarburos como vector energético se siente avalada por los bajos costes de suministro y de inversión para su transformación, comparados con los de otras opciones. Ello ayuda al

## LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA NORTE – SUR

La cuestión de la dependencia energética tiene muchas caras, varias de ellas ligadas al petróleo y sus derivados.



### Flujos de crudo y de derivados del petróleo

- El crudo viaja de sur a norte, desde las cuencas petrolíferas, que son pocas y cuya situación sociopolítica es difícil. En los países desarrollados consumimos mayoritariamente derivados ligeros para su uso en movilidad terrestre y aérea.
- El norte tiene exceso de fracciones pesadas, fuel oil y otras, que se envían al sur, donde se utilizan en generación eléctrica y otros usos.

Estos tráficos son origen de numerosos vertidos de materias contaminantes. A veces en forma de grandes catástrofes, como la del *Prestige*, que transportaba fuel oil hacia el sur.

mantenimiento del actual esquema de equilibrio económico y social que, por otro lado, hay que señalar que es confortable sólo para una parte de la humanidad, un sexto en los países desarrollados y dos sextos en los países en vías de desarrollo.

Las discrepancias en los límites de disponibilidad de combustibles fósiles plantean dos posiciones extremas frente al esquema energético del futuro:

- **Confianza.** Las reservas de hidrocarburos se mantienen desde hace décadas, en la medida en que se consumen, se descubren otras nuevas; en cualquier caso, el carbón es un seguro energético, pues permite obtener combustibles líquidos a un coste equivalente a 50\$/bbl. Se tendría así el siglo XXI como periodo

disponible para esperar a nuevas opciones energéticas.

- **Preocupación.** El crecimiento de la demanda, y los límites de los recursos potenciales de hidrocarburos harán muy difícil que la mayoría de la humanidad pueda acceder a estas energías en la segunda mitad del siglo XXI. Esto incrementará los conflictos y nos obliga a intensificar las acciones de cambio en el modelo, aunque ello conlleva inversiones muy fuertes en tecnología e infraestructuras.

La reflexión en España debería ser profunda, pues a esa alta dependencia exterior, antes citada, se une una débil conexión con las líneas, de electricidad y gas natural, que recorren Europa Occidental y que conectan con Rusia y Asia Central. Nuestro país se comporta en cierta medida

como una "isla energética". Nuestra situación es compleja en la medida que, en añadidura, el conjunto empresarial energético se encuentra en un esquema de fuerte endeudamiento, lo cual hace que desde ciertos ámbitos se propugne la creciente presencia de empresas foráneas en nuestro sistema energético.

## Emisiones de CO<sub>2</sub>. Compromiso de Kioto

La concentración de CO<sub>2</sub> en las capas altas de la atmósfera se ha incrementado en la era industrial desde 250 ppmv en 1850 hasta 370 ppmv de las recientes mediciones. Esto incide de forma crítica en el fenómeno del cambio climático, que es analizado en un grupo de trabajo del VI CONAMA, y también lo fue en congresos anteriores, y aparece desarrollado en el capítulo "Atmósfera".

Los gobiernos de los países desarrollados, con la excepción del de Estados Unidos, han asumido compromisos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (compromiso de Kioto), aunque

muchos de estos países están lejos de cumplir sus objetivos, como es el caso de España.

España puede incrementar sus emisiones de gases de efecto invernadero un 15% entre el año de referencia, 1990, hasta el periodo 2008 a 2012, en el cual se ha de plantear un nuevo objetivo. En el año 2000 ya se habían incrementado las emisiones en más de un 33%, lo cual nos coloca en una de las posiciones más alejadas del cumplimiento de objetivos dentro de la Unión Europea, que en su conjunto debe reducir en un 8% sus emisiones globales.

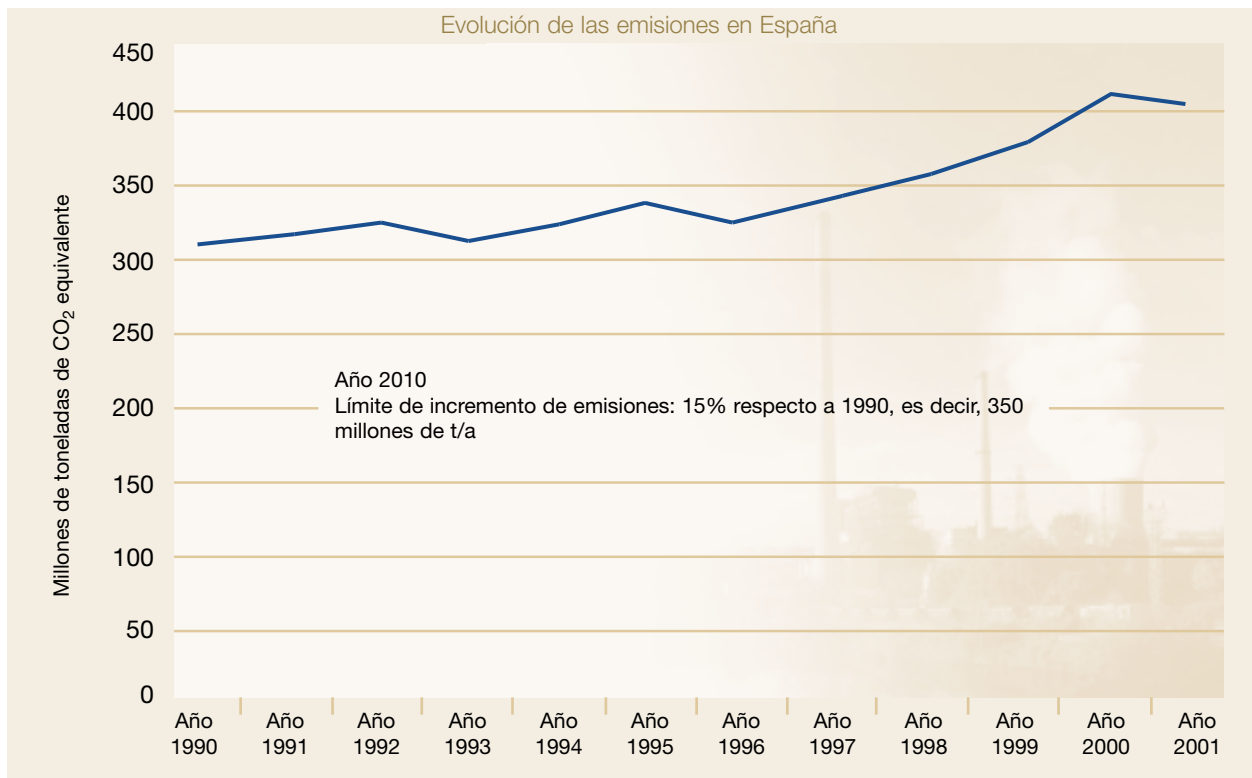
Estamos abocados a pagar penalizaciones por nuestro previsible incumplimiento, aunque todavía no está definido el esquema de compensaciones y su coste. Pero esa no es la solución definitiva ni la única. Nos vemos en la necesidad de valorar las formas de cambio en el modelo, y los costes sociales que ello implica.

Esta línea de actuación, no obstante, debería ser sólo el inicio de un cambio en el modelo energético que tendría que incluir al menos dos líneas de evolución:

### INCUMPLIMIENTO DEL COMPROMISO DE KIOTO

En 1997, en Kioto, se propusieron compromisos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los países más desarrollados.

La Unión Europea ha asumido una reducción del 8% de sus emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>, con aportaciones distintas para cada país miembro. España puede incrementar esas emisiones sólo en un 15%.



Hemos sobrepasado ya el límite, ahora las correcciones son más difíciles.

- **Ahorro y uso eficiente de la energía.** Tanto en actuaciones sociales para fomentar el ahorro, como introduciendo tecnologías que incrementen el rendimiento energético, que hay que recordar que en algunos procesos de transformación es muy bajo, sobre todo en la automoción, donde es inferior al 20%.
- **Desarrollo de energías de baja intensidad en carbono.** El gas natural es una primera opción frente al petróleo y el carbón. Las energías renovable son la opción hacia la que se mira con más interés. Y la energía nuclear provoca controversias, pues es una alternativa sin carbono, pero que comporta otros riesgos.

El debate nuclear no se plantea de manera explícita en la sociedad, ya que en su día fue muy amplio el rechazo a los macroprogramas (en España se propusieron treinta y siete grupos de generación de electricidad en los años setenta y ochenta). En la actualidad aparecen voces partidarias del retorno a esta fuente energética, pero no son planteadas firmemente por las opciones políticas, que a veces se manifiestan tímidamente a su favor, y que en cualquier caso tienen ante sí la cuestión de los residuos radiactivos.

Hay una cuestión crítica al respecto, la inversión específica para la construcción de centrales nucleares es muy elevada, superior a la correspondiente a las de carbón y gas natural, lo que entra en contradicción con el modelo liberalizado en el sistema eléctrico, que no “reconoce y devuelve las inversiones realizadas”. Esto es especialmente importante en España, con nuestra actual situación de endeudamiento económico de las empresas eléctricas.

## Demandas energéticas. Consumo urbano

El esquema de usos energéticos en España es una cuestión sobre la cual debemos reflexionar de forma crítica. El consumo energético ha crecido en los últimos años, por lo que podríamos pensar que la bonanza económica favorece el despilfarro, pero también hay razones estructurales en nuestro esquema económico, de desarrollo y de empleo, que se unen a una especial forma de consumo energético, con poco aporte al Producto Interior Bruto.

Nuestro factor más significativo de demanda energética es la movilidad, el transporte de personas y mercancías, que ha evolucionado hacia:

- Uso intensivo del automóvil para utilización preferentemente individual, del transporte en camiones y, de forma creciente, del avión, incluso para desplazamientos cortos.
- Pérdida del ferrocarril de velocidad media y escasa utilización de los autobuses.

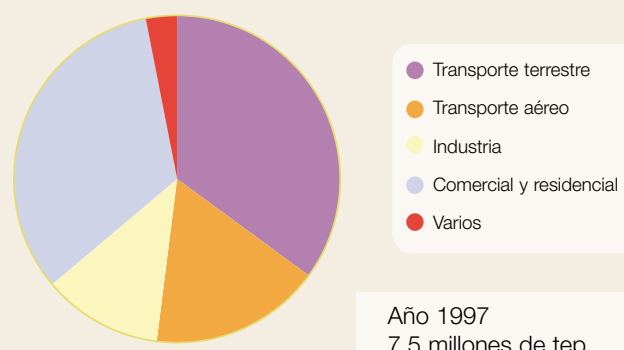
La actitud de la sociedad hacia estos fenómenos es un factor importante, pero es decisivo el papel de las Administraciones, que dirigen sus esfuerzos, inversores y de gestión, hacia un tipo de infraestructuras, autovías y autopistas, por ejemplo, en detrimento de otros, el ferrocarril en concreto.

Somos un país de servicios, más de las tres cuartas partes del empleo se localizan en estas actividades, y entre ellas el turismo es el primer aporte a nuestro Producto Interior Bruto, con más de un 13% del total. La movilidad de usuarios y trabajadores es un factor determinante de los servicios y se une a lo que se acaba de exponer.

La población española se concentra en ciudades y áreas metropolitanas, un 40% de los españoles vive en el entorno de siete ciudades, a los que hay que añadir los que se ubican o mueven en otras zonas costeras de amplia densidad de edificación. Esto trae consigo una serie de problemas, entre los cuales el social y el medioambiental derivado de los usos energéticos son significativos.

Más de la mitad del consumo energético español se localiza directamente en las ciudades y sus entornos y, aunque no se dispone de información amplia y significativa al respecto, se pueden extraer algunas conclusiones:

### Consumo energético en la Comunidad de Madrid



Los grandes apartados responden a:

- Demanda de combustibles de automoción para transporte interno y sobre todo entre núcleos próximos.
- Demanda de electricidad para usos comerciales y residenciales, con fuertes puntas de consumo que marcan el esquema de líneas eléctricas de llegada a las ciudades.

- El primer factor de demanda energética es el transporte, tanto al centro de trabajo como por motivos de esparcimiento en el propio entorno urbano, o en la “huida” de los fines de semana. Se hacen imprescindibles planes de movilidad urbana e interurbana para mejorar o reducir este consumo.
- Los servicios suponen ya un significativo elemento de consumo energético propio, pero también de transporte de los usuarios a las ubicaciones de los mismos.
- Los usos domésticos muestran una creciente demanda, que es significativa en calefacción, y crecerá en el futuro en aire acondicionado y otros usos.

Las Agendas 21 y otras formas de información y participación se muestran como elementos necesarios de actuación social en ahorro y uso eficiente de la energía. En el VI CONAMA se han visto ejemplos interesantes, como los de Barcelona y Vitoria-Gasteiz, entre otros.

## Nuevos vectores energéticos. Energías renovables

En la actualidad, se buscan nuevos vectores energéticos de uso final. La electricidad será uno de ellos, el gas natural aparece como una solución a corto y medio plazo y el hidrógeno se ve como la opción de futuro. Junto a ello, se mira hacia las nuevas formas de transformación energética, entre las cuales las celdas de combustibles son la alternativa que puede contribuir a conseguir una atmósfera más limpia y una mayor eficiencia energética.

Una cuestión importante es cómo se va a obtener en el futuro la electricidad y eventualmente ese hidrógeno, sobre todo si se piensa en un escenario de escasez de hidrocarburos. Se puede recurrir al carbón como combustible fósil abundante y de precio controlable, pero

la cuestión del incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> ha de ser un freno lógico al respecto, aunque en cualquier caso no se podrá prescindir del carbón a medio plazo, entre otras razones porque puede ser, con tecnologías limpias, menos contaminante que el petróleo, que además de emisiones crea problemas ambientales en la extracción y el transporte.

El cambio hacia una penetración fuerte de las energías renovables en la generación de electricidad y en la obtención de combustibles de automoción es una necesidad en el actual panorama energético; no sólo hay que pensar en ellas como una solución complementaria a los esquemas convencionales, es preciso ver las dos caras de corto y largo plazo.

Como se vió en la Mesa Redonda “Energías renovables”, es preciso conseguir que se cumplan los objetivos a corto plazo, que en presencia, y de acuerdo a los diferentes compromisos españoles y europeos, deberían plasmarse en:

Electricidad: 29% de la generación con energías renovables, incluyendo la gran hidráulica, en el año 2010.

Automoción: 6% de los combustibles que se utilicen en España deberían ser en forma de biocombustibles líquidos en el año 2010.

El IDAE hace esfuerzos muy significativos para conseguir que esto sea así y en diferentes comunidades autónomas se han creado agencias específicas para esta función de promoción. Pero desde otras áreas de la Administración española no siempre se trabaja en esta línea, sino que o bien se dan señales contrarias a este desarrollo, por ejemplo, la reducción de primas y sobre todo limitaciones a la potencia eólica presente en la red en un momento dado, o bien no se establecen los cauces, a veces complejos, que pueden favorecer el desarrollo de la

### Desarrollo de las energías renovables



El desarrollo de las energías renovables es defendido desde organizaciones sociales: ecologistas, sindicatos, etc.

Las Administraciones dan cauces para el desarrollo actual, que es realizado y defendido por empresas que construyen y explotan las instalaciones correspondientes.

Pero es preciso incidir en la visión sobre el desarrollo futuro, con apoyo tecnológico, con diálogo social y amplia proyección, tal y como se mostró en la Mesa Redonda “Energías renovables” en el VI CONAMA.



biomasa por ejemplo.

En un par de décadas, la demanda previsible de hidrógeno para automoción deberá atenderse mediante la electrolisis del agua, la electricidad necesaria ha de venir de fuentes sin emisión de carbono. El desarrollo masivo de la eólica puede atender esta opción, pero para ello ha de cambiar el actual esquema de crecimiento de esta fuente energética; por un lado, se ha de mejorar la tecnología de recuperación de la energía del viento, por otro, será imprescindible involucrar a la sociedad en el esfuerzo a favor de parques, en tierra y *off shore*, pero para ello es necesario que los beneficios económicos de la eólica se repartan hacia las poblaciones que soportan de forma continuada la presencia de los aerogeneradores.

Los esfuerzos en investigación y desarrollo tecnológico que requiere el desarrollo de las energías renovables son muy importantes, tanto en las inversiones a realizar para ello, como en disponer de los equipos humanos adecuados y en especial en lo referente a ordenación y coordinación entre equipos investigadores y entre éstos y las empresas y Administraciones.

## Escenarios energéticos

La evolución del modelo energético se encuentra frente a una serie de cuestiones a analizar con detalle relacionándolas entre sí, antes de dibujar las diferentes alternativas y, por supuesto, posicionarse respecto a ellas.

Quizás aquí va a aparecer de manera relevante la

confrontación entre dos frases: “Lo mejor es enemigo de lo bueno” y “sed realistas, pedid lo imposible”. Entre esos aspectos básicos a tener en cuenta, hay que señalar los siguientes:

- Las cuestiones ambientales, con especial atención hacia el cambio climático y sus consecuencias en toda la humanidad.
- Disponibilidad de recursos energéticos fósiles y no fósiles, así como los costes asociados a su obtención y transformación.
- La evolución de la sensibilidad social para cambiar hábitos de comportamiento en relación con demandas y usos energéticos.
- La previsible evolución tecnológica y los esfuerzos que es preciso realizar para hacer comerciales determinadas opciones.
- La incidencia de los modelos de consumo energético en el empleo y el desarrollo social, tanto en nuestro país como en entornos más amplios.
- Disponibilidad de recursos económicos aplicables a la transformación del modelo energético.

Una reflexión sobre este último punto nos muestra lo complejo que es el tema. En todo el mundo se invierte anualmente un billón de dólares ( $10^{12}$ ) en las diferentes áreas de extracción, transporte, transformación y distribución energética. Esto significa que a un país como España le corresponden unos 10.000 millones de euros anuales, el 1% del total, cifra que en promedio de varios años está bastante centrada.

### Reflexión sobre escenarios energéticos

Criterios ambientales

Disponibilidad de recursos energéticos

Demandas

Gestión

Escenarios energéticos

Aplicación de recursos económicos

Información, diálogo social y planificación

#### Cuestiones en torno al servicio energético

Nos encontramos en un momento crítico con relación a la atención a las necesidades energéticas y a los condicionantes ambientales y de todo tipo que rodean este tema.

Hay que reflexionar, dialogar y llegar a definir esquemas de uso y abastecimiento energético que sean factibles y trabajen para un mundo sostenible.

La situación española es especialmente sensible, dado que nuestra dependencia del suministro exterior es muy alta: las tres cuartas partes de la demanda energética.

El cambio de modelo energético implicaría inversiones sensiblemente superiores, tanto más significativas cuanto más rápido o más fuerte fuera el cambio. En un país como España es factible disponer de los fondos a los que aquí se hace referencia y, aunque quizás las empresas energéticas no se planteen ese tipo de inversiones en su totalidad, la sociedad sí podría distraer recursos de otras actividades; pero esto implicaría un cambio profundo de modelo económico, que no se puede discutir rápidamente aquí y ahora, pero sí se ha de apuntar como alternativa de reflexión.

Los países menos desarrollados, en los que habita una amplia mayoría de la población mundial, no disponen de recursos económicos para acometer el cambio de sistema energético, más aún si recordamos que en la actualidad unos 1.000 millones de personas carecen de cualquier opción de disponer de luz eléctrica, incluso en formas mínimas. Por ello hay que considerar ya los "mecanismos de desarrollo limpio" que se incluyen en el Protocolo de Kioto, aunque ello sea en detrimento de nuestro bienestar económico.

## Información y educación ambiental

El problema de la energía tiene una componente social muy importante: los hábitos de las personas en su vida diaria implican consumos directos e indirectos de energía,

que pueden dar cifras muy altas al sumar los correspondientes a toda una población. Por otro lado, la percepción de que la energía es un bien de recursos limitados y que no puede mantenerse a precios bajos, aparte de sus incidencias ambientales, no ha calado suficientemente en la sociedad ni en los gestores empresariales y políticos.

El debate está en círculos todavía minoritarios, en la universidad, en los foros ambientales, en las organizaciones ecologistas y en otras sociales, pero a veces sin poner de relieve las diferentes caras del problema. El hecho de que la energía se convierta en un simple producto o servicio de mercado, sin planificación administrativa, hurta a la sociedad y a sus representantes la posibilidad de manifestarse al respecto de manera clara.

El cambio de modelo es una necesidad y el peso que se dé a las diferentes opciones, tanto de comportamiento como de apuestas tecnológicas, es una cuestión que debe reflexionarse con profundidad. El camino que aparece es el de la información y la educación ambiental y energética, que sólo nos llevará hacia soluciones prácticas si también desde las cúpulas de las empresas y de las Administraciones se muestran actitudes reflexivas y conductoras del necesario diálogo.

El debate en este VI CONAMA, que presta especial atención al rol de la sociedad, desde la educación reglada a los cauces de participación, como por ejemplo las Agendas 21, es un paso más en este andar.



Mesa Redonda "Energías renovables". VI CONAMA.

## Energía

Relación de las ponencias por actos, que se presentaron en el VI CONAMA en materia de energía y que se pueden encontrar de manera íntegra en el CD-Rom de Documentación Final.

### **Jornada Técnica "Red Natura 2000 y desarrollo de infraestructuras"**

"Infraestructuras de transporte en energía eléctrica". Jorge Roig Solés. *Jefe del Departamento de Medio Ambiente de Red Eléctrica de España.*

### **Jornada Técnica "Indicadores de sostenibilidad"**

"Herramientas de medida de la sostenibilidad en las instalaciones de Unión Fenosa Generación". Ángel Lagares Díaz. *Unión Fenosa.*

"Señales medioambientales 2002. Referencias para el milenio". Josep-Luis Salazar Máñez. *Col. de Registradores de la Propiedad y Mercantil. Agencia Europea de Medio Ambiente (en excedencia).*

### **Mesa Redonda "Energías renovables"**

"Eólica y biomasa, cara y cruz de las energías renovables". José Arrieta Olo. *Director de Comunicación y Relaciones Institucionales de EHN.*

"Energías renovables". Juan Antonio Cabrera Jiménez. *Director comercial de I+D. OTRI. Ciemat. Ministerio de Ciencia y Tecnología.*

"Energía solar". Ernesto Macías Galán. *Director Comercial y Marketing de Isofotón.*

"Plan de Fomento de Energías Renovables". Ladislao Martínez López. *Portavoz de Ecologistas en Acción.*

"Energías renovables". Emilio Menéndez Pérez. *Colegio Oficial de Fisicos.*

"Energías renovables". Isabel Monreal Palomino. *Directora General del IDAE.*

"Las energías renovables: presente y futuro". Sergio de Otto Soler. *Director de Comunicación de APPA.*

### **Mesa Redonda "Edificación sostenible"**

"Edificación sostenible". Fructuoso Mañá Reixach. *Director del Programa I+D+I del Instituto de la Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITEC).*

### **Presentación Institucional "La energía a debate. Presentación de la revista Física y Sociedad"**

"La energía a debate". Eloy Álvarez Pelegry. *Director académico del Club de la Energía*

"¿Es compatible la utilización de la energía nuclear con el desarrollo sostenible?". Carlos Bravo Villa. *Responsable de la campaña de energía nuclear de Greenpeace.*

"Política energética". Antonio Luis Iglesias Martín. *Subdirector general de Planificación Energética del Ministerio de Economía.*

"La energía a debate". Santiago San Antonio Guerrero. *Director general del Foro Nuclear.*

"El papel de la energía en la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE: el comercio de emisiones, un instrumento de lucha contra el cambio climático". María Sornosa Martínez. *Miembro de la Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo.*

### **Presentación Institucional "El papel de los ingenieros en la solución de los problemas ambientales"**

"El comité de energía y recursos naturales del IIE". José Luis Torá Galván. *Comité de Energía del Instituto de la Ingeniería de España (IIE).*

### **Sala Dinámica de la Generalitat de Cataluña. "Estrategia de Construcción Sostenible en Cataluña"**

"Financiación de los costes de la sostenibilidad en la edificación, mediante ahorro energético". Sonia Montón Subías. *Responsable de la División de Construcción de Cataluña y Baleares. Soluziona Calidad y Medio Ambiente.*

### **Sala Dinámica de Isofotón "Presente y futuro de la energía solar en España"**

### **Grupo de Trabajo "Ciudades y áreas metropolitanas, energía y medio ambiente"**

### **Grupo de Trabajo "Medio ambiente y generación con gas"**

Además se encontrará información adicional en el CD-Rom de las Comunicaciones Técnicas del VI CONAMA que presenta una búsqueda por áreas temáticas.