

# CAMBIO CLIMÁTICO Y ENERGÍA: IMPLICACIONES RECÍPROCAS EN EL CASO ESPAÑOL

**JOSÉ IGNACIO PÉREZ ARRIAGA**

Universidad Pontificia Comillas

*«No deja de ser paradójico que tantos siglos de ciencia nos hayan llevado a saber algo que cualquier bosquimano del Kalahari, cualquier aborígen australiano o cualquiera de nuestros antepasados que pintaron los bisontes de Altamira conocía de sobra: que la Tierra no pertenece al hombre, sino que el hombre pertenece a la Tierra».*

*«La especie elegida »*

*Juan Luis Arsuaga e Ignacio Martínez (1998)*

Es ampliamente reconocido que el actual modelo energético es insostenible. En efecto, múltiples estudios realizados por instituciones de indiscutible solvencia y con la participación de numerosos expertos, utilizando distintos enfoques y desde diferentes perspectivas, coinciden en afirmar que el modelo energético mundial —y especialmente el de los países más,

desarrollados como España (De Miguel *et al.*, 2005)— es insostenible en términos económicos, sociales y medioambientales (IEA, 2006; PNUD, 2000; IPCC, 2007).

Este artículo se centra en uno de los aspectos de esta falta de sostenibilidad del modelo energético, que es el impacto medioambiental actualmente más grave que se deriva del consumo y producción de energía: el cambio climático. Sin embargo, aunque se trate de un aspecto concreto, el cambio climático tiene implicaciones tan profundas en todos los ámbitos del sector energético que su estudio va a requerir un planteamiento muy amplio.

El artículo comienza con una presentación del contexto en el que hay que situar el análisis de la relación entre el cambio climático y la energía, que consta de una síntesis de la evidencia científica, de

una perspectiva de la encrucijada energética y de la caracterización del problema a resolver. En un segundo apartado, el artículo describe los rasgos más destacados del futuro régimen global del clima y propone algunas directrices básicas para las próximas negociaciones que tratarán de definir un marco post-2012. Finalmente, en un tercer apartado, se presentan algunas consideraciones acerca del caso español.

## EL CONTEXTO: EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL MODELO ENERGÉTICO MUNDIAL ↓

El conocimiento científico sobre el cambio climático se ha consolidado muy considerablemente durante los últimos años. Este hecho se ha dado a conocer a escala mundial en los primeros meses de 2007 por medio del Cuarto Informe de

Evaluación (el tercero se publicó en 2001) del Grupo Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC) (1). El «resumen para responsables políticos» sobre la base científica del cambio climático (Grupo I de Trabajo del IPCC), que se hizo público en febrero de 2007, afirma que el calentamiento humano que ha tenido lugar durante el pasado siglo es inequívoco y que con más de un 90% de probabilidad es atribuible a la acción humana. Durante este tiempo la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> ha aumentado en un 36% y la temperatura media global en la superficie terrestre entre 0,55 y 0,92°C, mientras que el aumento medio estimado para los últimos diez años del siglo XXI, dependiendo de las actuaciones que la humanidad tome finalmente al respecto, se encuentra en un rango de 1,8 a 4,0°C.

El correspondiente documento de resumen sobre impactos, adaptación y vulnerabilidad, publicado por el IPCC en abril de 2007, informa sobre el hecho de que muchos sistemas naturales ya están siendo afectados por el cambio climático. El conocimiento sobre la estimación de los impactos previsibles también ha mejorado mucho, y el informe proporciona predicciones sobre los futuros recursos hídricos, diversos ecosistemas, producción agrícola y forestal, intensidad y frecuencia de los fenómenos atmosféricos, sistemas costeros y de baja altitud, salud, asentamientos de población y diversas actividades industriales y sociales. Las predicciones distinguen entre regiones del planeta y en su mayoría los impactos son negativos. A más largo plazo, más allá del siglo XXI, los impactos pueden ser desastrosos, en gran parte a causa del incremento del nivel del mar. Será en todo caso necesario recurrir a actividades de adaptación, además de las correspondientes a la reducción de las emisiones, que serán imprescindibles para hacer frente a los diversos efectos anteriormente mencionados. El nivel de desarrollo y su sostenibilidad reducen la vulnerabilidad de los países ante los efectos del cambio climático, pero también éste puede impedir el desarrollo de los pueblos.

De acuerdo a las estimaciones más recientes de los científicos (3), la cantidad global anual de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico tendrá que reducirse a la quinta parte de lo que es ahora, para conseguir estabilizar la concentración de estos gases en la atmósfera en el horizonte temporal del presente siglo. Éste es el horizonte relevante para la toma de decisiones que ahora ha de adoptar responsablemente nuestra generación. Debe recordarse que el Protocolo de Kioto —que tantos quebraderos de cabeza está dando— empieza aplicarse en 2008 y sólo afecta a los países más desarrollados, requiriendo una reduc-

ción promedio en estos países de sólo el 5% respecto al nivel de emisiones de 1990.

Las citadas estimaciones indican que será preciso que los países más desarrollados reduzcan, del orden del 30% en el 2020 y de un 70% en el 2050, las emisiones de GEI respecto a los valores de 1990 y que el resto de los países se sumen en la medida de sus posibilidades, si se quiere limitar el incremento medio de la temperatura al entorno de los 2°C y minimizar el riesgo de que las consecuencias sean catastróficas. También se debe recordar que los combustibles fósiles suministran actualmente el 80% del consumo de energía primaria en el mundo y que las estimaciones disponibles para escenarios de referencia (*business as usual*) indican que, mientras estén disponibles, seguirán siendo las fuentes energéticas predominantes globalmente.

### La encrucijada energética

Reorientar el modelo energético mundial hacia una senda de sostenibilidad es una tarea que se enfrenta a unos retos formidables, pues las tendencias actuales conducen más bien a un agravamiento de la presente situación:

- Un crecimiento sostenido de la demanda de energía, todavía acoplado en exceso al crecimiento económico, y con un escaso nivel de utilización del potencial existente en ahorro y eficiencia energética.
- Los combustibles fósiles suministran actualmente el 80% del consumo de energía primaria en el mundo y el 65% de las emisiones de GEI tienen origen energético.
- La creciente dependencia de las importaciones de recursos energéticos, cuyo origen está muy concentrado en un número escaso de países, amenaza la seguridad de suministro energético de los países de la Unión Europea, entre otros. Además, a medio plazo, es previsible el agotamiento del suministro de petróleo —y más tarde de gas natural— a precios asequibles.
- Cerca de 2.000 millones de personas, la mayor parte en zonas rurales de los países menos desarrollados, no tienen acceso a servicios energéticos modernos, lo que constituye un impedimento fundamental para su progreso. Por otro lado, su incorporación —y la de otro tercio de la humanidad cuyo suministro energético es muy precario— a un modelo de consumo que se asemeje al de los países desarrollados, agravará considerablemente los problemas que se acaban de exponer.

## La caracterización del problema del cambio climático ↓

Hay un conjunto de rasgos que caracterizan el posible régimen futuro para el cambio climático y lo distinguen de otros acuerdos multilaterales (Carraro y Galeotti, 2003):

- ✓ El clima de la Tierra tiene las características de «bien público» (con consumo no rival y no excluible), lo que proporciona un fuerte incentivo a aprovecharse de la situación a costa de los demás (*free riders* o polizones).
- ✓ Los plazos de tiempo tan largos característicos del cambio climático requieren tomar en cuenta transferencias de costes y responsabilidades intergeneracionales.
- ✓ No existen soluciones tecnológicas bien definidas, como ha sido el caso de las adoptadas en el Protocolo de Montreal para combatir la desaparición de la capa de ozono.
- ✓ El cambio climático afecta significativamente a un amplio rango de actividades económicas, como la agricultura, el transporte, los procesos de fabricación, los servicios y, en definitiva, el mismo estilo de vida. Las medidas para mitigar el cambio climático interaccionan fuertemente con otros vectores fundamentales, como la población, el crecimiento económico, el desarrollo tecnológico y la competitividad, y conllevan beneficios colaterales, como la reducción de la contaminación, la seguridad de suministro energético, el liderazgo tecnológico o el nivel de empleo.
- ✓ Es difícil cuantificar el cambio climático, pues existen muchos factores inciertos. Aunque exista un consenso global respecto a que sabemos lo suficiente como para justificar la decisión de adoptar medidas, existen todavía incertidumbres (aunque los informes más recientes del IPCC están contribuyendo mucho a reducirlas) sobre la magnitud del cambio futuro, el nivel necesario de estabilización de las emisiones, los impactos previsibles y los costes de adaptación y de mitigación.
- ✓ Algunos de los impactos probablemente tengan una naturaleza no lineal e irreversible.
- ✓ No existe un marco institucional adecuado para tratar adecuadamente el nivel de complejidad asociado al cambio climático, a causa de la relevancia de sus previsibles impactos y de sus múltiples y fuertes interacciones con otros aspectos económicos, sociales y medioambientales, así como por sus implicaciones políticas.

## EL FUTURO RÉGIMEN GLOBAL DEL CLIMA ↓

Una vez que la existencia del cambio climático y la gravedad de su impacto han sido ya firmemente establecidos ¿qué se precisa para hacer frente eficazmente a este grave problema global? El principal reto actual en la lucha contra el cambio climático es diseñar la naturaleza y grado de los compromisos que habrán de asumir los distintos países, sobre todo los grandes emisores de gases de efecto invernadero (la UE, EE.UU., Canadá, Rusia, Japón, China e India son responsables del 75% de las emisiones de GEI). Estos compromisos deben ser tales que todos estos países relevantes estén dispuestos a sumarse a un esfuerzo global que sea suficiente para limitar el impacto de la interferencia humana en el clima a un nivel aceptable.

En 1992 prácticamente todos los estados suscribieron el Convenio Marco para el Cambio Climático, cuyo objetivo fundamental es prevenir una interferencia humana peligrosa sobre el clima. Un grupo importante de países —pero en el que faltan algunos clave, como Estados Unidos o Australia— ha ratificado el Protocolo de Kioto, que entró en vigor en 2005 y por el que el grupo de los más desarrollados, en conjunto, se compromete a reducir para 2012 las emisiones de GEI, respecto a las que tuvieron en 1990, en un porcentaje cercano al 5%. Ya se ha visto que el nivel de esfuerzo necesario para hacer realmente frente al cambio climático es mucho mayor.

El reto es, por tanto, conseguir que todos los países se unan en un esfuerzo común y muy superior al realizado hasta la fecha. Debido a las enormes diferencias entre los países en lo que respecta a sus emisiones históricas y per cápita, su estado de desarrollo, su vulnerabilidad al cambio climático, sus recursos energéticos, su clima o su capacidad de reducción de emisiones de GEI, tanto el actual Protocolo de Kioto como el futuro acuerdo han de partir del principio de «responsabilidad común pero diferenciada». Alcanzar en estas condiciones un acuerdo global de largo plazo sobre el cambio climático es una tarea enormemente difícil, pues nunca se ha intentado un pacto tan amplio y complejo.

Para contribuir a la definición del futuro régimen del clima, cerca de cien especialistas de todas las regiones del mundo, pertenecientes a administraciones públicas, empresas, universidades y organizaciones de la sociedad civil, se reunieron en Madrid los días 11, 12 y 13 de Abril de 2007, en el «Foro sobre Estrategias Globales para el Clima más allá del 2012» (3). En esta cita (en adelante, Foro de Madrid) se examinaron los distintos componentes que han de integrar un acuerdo global sobre el

cambio climático y se debatieron los distintos puntos de vista sobre cuáles deben ser las bases del acuerdo que sustituya o dé continuidad al Protocolo de Kioto. Los siguientes apartados resumen las opiniones más significativas y las principales directrices que se obtuvieron con respecto a las negociaciones que han de llevarse a cabo.

### El marco general del potencial acuerdo

En el Foro de Madrid se constataron las limitaciones del Protocolo de Kioto —corto ámbito temporal, dificultad de fijar compromisos y de extenderlos a todos los países, probable insuficiencia del precio resultante del carbono para promover el cambio tecnológico—, así como sus posibles contribuciones a un futuro régimen —gradualismo, diferenciación por países, flexibilidad y mecanismos de mercado que alcanzan a los países en desarrollo—. Se considera conveniente aprovechar sus elementos esenciales, por ser un instrumento ya implantado con éxito por un amplio grupo de países, y por su potencial como núcleo integrador de otros mecanismos o de otros mercados separados que podrían interactuar entre sí.

Se pusieron de manifiesto dos tendencias, que son compatibles, respecto al énfasis en el planteamiento del marco general del futuro régimen del clima. La primera o de «arriba abajo», en línea con una extensión mejorada del Protocolo de Kioto, estaría basada en objetivos comunes a largo plazo de reducción de emisiones, con asignaciones diferenciadas de compromisos a los países de acuerdo a sus circunstancias. Se reconoce que un acuerdo global en estos términos, aunque idealmente permitiría coordinar los esfuerzos individuales en un objetivo común, sería previsiblemente muy difícil de conseguir; que los objetivos fijados a priori podrían ser poco realistas; y que aunque darían lugar a un precio global del carbono, éste sería posiblemente demasiado débil como para promover el necesario desarrollo tecnológico.

La segunda tendencia, de «abajo a arriba», consistiría en una multiplicidad de iniciativas nacionales o regionales, factibles y acordes con las características de cada país, que incluso podrían estar coordinadas de forma flexible bajo un paraguas del tipo Protocolo de Kioto. Aquí la dificultad estriba en asegurar que colectivamente se conseguirá una reducción de emisiones suficiente y que los esfuerzos de los distintos países sean verificables y equiparables. No obstante, se considera que estos acuerdos regionales e iniciativas individuales podrían ser el paso intermedio para un acuerdo global medioambien-

talmente eficaz y económicamente eficiente. En todo caso se admite la conveniencia de contar con un objetivo común de largo plazo simple de entender —aunque su carácter sea más indicativo que normativo—, como el establecido por la UE de no superar 2°C de calentamiento medio sobre la época preindustrial.

Se reconoce que el liderazgo en la asunción de compromisos de reducción de emisiones corresponde a los países desarrollados y que debe evitarse el diferir al futuro lejano unos compromisos ambiciosos, mientras que a la vez no se introducen ahora las medidas eficaces que ya están disponibles. Los países en desarrollo podrían comenzar por adoptar objetivos no vinculantes, referidos bien a la economía en general o a sectores específicos. Se constata que muchos países están aplicando ya medidas eficaces. Así, Europa lidera el comercio de emisiones y China y Japón están consiguiendo buenos resultados en eficiencia energética. EE.UU. es un semillero de iniciativas de numerosas empresas y estados y, finalmente, el cambio climático ocupa un lugar destacado en la agenda del nuevo Congreso.

Se coincide en que en todos los países, pero en especial en los menos desarrollados, las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático deben integrarse con las políticas de desarrollo sostenible, de energía y de transporte. Y los objetivos y recursos para la adaptación deben situarse al menos al mismo nivel que los de reducción de emisiones.

### Los elementos esenciales del potencial acuerdo

Hay un consenso general sobre que el régimen futuro del clima debe basarse en cuatro pilares fundamentales: aplicación masiva y difusión de las mejores tecnologías existentes, a la par que un esfuerzo en I+D en las nuevas tecnologías más prometedoras; mecanismos de mercado de ámbito internacional para que se empleen los medios más eficientes de reducción de emisiones en todo el mundo; detener e invertir la deforestación, que es causa de cerca de las dos terceras partes de las emisiones de GEI en algunos países en desarrollo; y, como complemento imprescindible de las anteriores medidas de mitigación, medidas preventivas de adaptación al impacto en diversos ámbitos del ya inevitable cambio climático, sobre todo en los países en desarrollo, que son más vulnerables. Cada uno de estos elementos tiene una dimensión nacional —qué medidas aplicar en cada país— y otra internacional —cómo deben combinarse en un acuerdo global—.

**Adaptación.** Es ampliamente reconocido que ha existido un claro desequilibrio entre los esfuerzos dedicados a mitigación y a adaptación. Este desequilibrio debe corregirse para conseguir el apoyo de los países en vías de desarrollo al futuro régimen global del clima. En algunos países la adaptación no es una opción, sino una necesidad ineludible. Por consiguiente, la adaptación debe figurar en primer plano en las futuras negociaciones sobre el clima, con un peso análogo al de la mitigación. Y deben reconocerse los esfuerzos que están ya realizando algunos países en vías de desarrollo.

La adaptación es un verdadero desafío y se le deben dedicar cuantos recursos necesite. Sin embargo, financiar las tareas de adaptación es una tarea compleja. Existe ya un Fondo de Adaptación, pero necesita ser puesto verdaderamente en práctica. Además se precisan bastantes más recursos. En este campo se necesita innovación, incentivos para involucrar al sector privado y una actitud más proactiva en la búsqueda de fuentes y formatos de financiación.

**Mecanismos de mercado e instrumentos regulatorios para la reducción de emisiones.** Deben contemplarse inicialmente todos los posibles instrumentos regulatorios de mitigación: tanto los mecanismos genuinos de mercado como los instrumentos obligatorios (*command & control*) y los estándares de eficiencia.

Conceptualmente hablando, los mecanismos de mercado son instrumentos muy potentes para conseguir objetivos de carácter medioambiental, de desarrollo o de estrategia energética. Mientras sea posible tienen que ser la opción preferida. Lo que no significa que deban ser la opción prioritaria para todos los países, ya que la situación de unos y otros es, en general, muy distinta, aún entre los países desarrollados. Por tanto, aunque recomendables, los mecanismos de mercado serán por algún tiempo muy probablemente una opción voluntaria.

Un precio global del carbono ayudaría a resolver el problema de la equidad en lo que se refiere al impacto del futuro régimen del clima sobre la competitividad de los países. Este precio podría establecerse por medio de algún tipo de acuerdo internacional —lo que inicialmente parece difícil, según se acaba de indicar— o bien relacionando distintos mercados —nacionales o supranacionales— con el reconocimiento mutuo de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), de implantación conjunta u otros tipos de *offset projects* para compensar los excesos de emisiones.

Sin embargo, los mecanismos de mercado, a pesar de su utilidad en la asignación eficiente de recursos

y en ligar distintos mercados por medio de transacciones comerciales, puede que no produzcan señales económicas —precios— lo suficientemente fuertes como para ocasionar los cambios que se necesitan en la estructura tecnológica y en los patrones de conducta de los consumidores. Esto es lo que ocurrirá mientras no se impongan objetivos de reducción de emisiones consecuentes con la verdadera magnitud del problema, cuesten lo que cuesten. Éste es el motivo de que se les tenga que complementar con instrumentos regulatorios adicionales.

**Desarrollo y transferencia de tecnología.** En definitiva, la clave del paso a una economía global baja en carbono es la tecnología. Para conseguir la necesaria transformación tecnológica, como ya se ha indicado, el precio del carbono probablemente no será una señal económica suficiente y se necesitarán mecanismos y políticas públicas específicas, de ámbito nacional o regional: instrumentos de apoyo a las tecnologías más prometedoras libres de carbono, sin que ello signifique escoger prematuramente ninguna de estas tecnologías; incentivos para la eficiencia energética en sectores difusos clave, como el transporte y la edificación; la transferencia de tecnología apropiada y la financiación adecuada de todas estas actuaciones, en el caso de los países en vías de desarrollo, procedente de los países desarrollados.

**Acciones para limitar la deforestación.** La deforestación es un tema clave para los países en vías de desarrollo y además es un factor muy importante en las emisiones de GEI. Su tratamiento debe situarse muy arriba en la agenda de temas del futuro régimen del clima.

Actualmente los incentivos para evitar la deforestación son insuficientes, en especial en los países en vías de desarrollo, como lo muestra la elevada tasa de deforestación. Además, algunas de las tecnologías que se están promoviendo en los países desarrollados para mitigar las emisiones están causando más deforestación —como es el caso de la utilización de biocombustibles basados en cultivos energéticos—.

Lo anterior exige que se establezcan incentivos y objetivos claros, y que se considere la deforestación como un componente clave en el futuro régimen del clima. Tal vez la deforestación sea el lubricante que se necesita para conseguir un acuerdo global sobre el clima.

### El rol de las entidades privadas y de las ONG ↓

Hasta fechas recientes las empresas privadas y las ONG han actuado predominantemente fuera del

núcleo de los acuerdos del clima: como observadores del debate, como participantes ocasionales —nunca como actores principales— o, incluso, a veces tratando de obstaculizar estos acuerdos. Pero todo esto está cambiando rápidamente. En todo el mundo las empresas están adoptando un papel más proactivo en la definición del futuro régimen del clima. Un claro ejemplo de esta nueva situación es que, incluso en los EE.UU., asociaciones empresariales como el *Climate Action Partnership* o los tres grandes fabricantes de automóviles —*Big Three*— están demandando límites de emisiones y un mercado de carbono.

Cada vez resulta más evidente que las empresas industriales y las entidades financieras —aún más que los gobiernos, aunque bajo el marco regulatorio que éstos establezcan— han de ser los motores del cambio estructural hacia una economía baja en carbono. Hay varias razones para esto:

- El sector privado es imprescindible para proporcionar el elevado volumen de inversión en tecnologías limpias que se necesita en el corto, medio y largo plazo, con las entidades financieras suministrando la financiación necesaria y los instrumentos de cobertura del riesgo. Consideraciones análogas se aplican a las actividades de adaptación.

- Las empresas pueden usar sus valiosos conocimientos y sus recursos materiales y humanos para desarrollar y desplegar a gran escala las medidas de mitigación y de adaptación que se necesitan para luchar contra el cambio climático.

- Las empresas privadas han sido tradicionalmente el motor de la innovación tecnológica, que es un componente esencial de cualquier futuro régimen global del clima.

- La mayoría de las empresas industriales reconocen ahora que son parte del problema, de forma que también deben ser parte de la solución.

Pero para conseguir esta participación positiva de las empresas privadas es preciso que el futuro régimen del clima les proporcione un marco regulatorio claro y los incentivos necesarios. Hacen falta señales económicas fuertes —precios, impuestos, limitaciones u objetivos— para redireccionar las inversiones hacia las tecnologías apropiadas. El diseño de estos objetivos será un aspecto crítico en el futuro régimen global del clima.

En definitiva, las empresas privadas deben jugar un papel significativo en todo este proceso, tanto como proveedoras de tecnologías y productos innovadores, como agentes de cambio y también de

financiación. Pero para ello exigen a los gobiernos credibilidad y claridad en sus objetivos, ambos necesarios para crear el clima necesario de estabilidad y seguridad en las inversiones.

### Directrices para las futuras negociaciones ↓

Se necesita un cambio de actitud, más pragmático y positivo en las negociaciones formales para el periodo post-2012. Esto es obviamente más fácil de conseguir en reuniones de carácter informal —como el Foro de Madrid— que en las conferencias oficiales, donde los negociadores acuden con instrucciones rígidas de sus gobiernos. El interrogante es cómo trasladar la atmósfera constructiva de aquéllas al entorno más formal de éstas. Se proponen a continuación algunas ideas:

- Aunque es cierto que últimamente hay una gran proliferación de talleres y conferencias en relación con el cambio climático, sigue siendo necesario proporcionar oportunidades bien estructuradas para que personalidades influyentes de la Administración, de organismos internacionales, de grupos de presión y ONG, de la universidad, de la industria y del mundo financiero se encuentren en un ambiente distendido —aunque intelectualmente estimulante— para debatir sobre el régimen de cambio climático más adecuado. Es de esperar que las nuevas perspectivas que estas reuniones proporcionen acaben trasladándose al ámbito de las reuniones formales.

- Es esencial, para el éxito de una negociación, comprender el punto de vista de las otras partes. Un acuerdo sólo tendrá éxito si atiende a los intereses de todos los implicados. Esto requiere el respeto y el conocimiento mutuo, y el abandono de la idea de forzar a los demás a aceptar un determinado enfoque, aunque parezca superior al resto.

- Tener en cuenta los intereses de todas las partes muy probablemente supondrá reconocer que los aspectos de seguridad de suministro, dependencia energética y desarrollo económico condicionarán el resultado de los acuerdos tanto como los aspectos estrictamente del clima, como puedan ser la mitigación y la adaptación.

- Al final lo que importa es la reducción de las emisiones y los cambios estructurales en las tecnologías hacia una economía baja en carbono, más que planes y objetivos (aunque se reconozca su importancia en coordinar y guiar el esfuerzo conjunto). Los esfuerzos que muchos países —desarrollados y en vías de desarrollo— están ya realizando con medi-

das de mitigación y de adaptación son muy positivos, aunque no hayan aún obtenido un reconocimiento internacional. Es importante que estos esfuerzos sean conocidos, reconocidos e incorporados a los acuerdos futuros que se hayan de lograr.

■ Es de la mayor importancia el saber ganar la atención y el favor de la opinión pública. La presión del público para que se alcancen resultados positivos en las negociaciones sobre el clima es lo que contribuirá decisivamente a crear una actitud negociadora más constructiva y a suavizar algunas posturas inflexibles.

La complejidad de la tarea a realizar para conseguir un acuerdo global sobre el clima es patente. El futuro régimen del clima posiblemente comience siendo un conjunto de conciertos, con múltiples relaciones entre sí y bajo algún tipo de coordinación o guía común. Para llegar a ello se va a necesitar probablemente más arte que ciencia. Lo debatido en el Foro de Madrid invita al optimismo —todavía podemos, si aunamos esfuerzos—, pero con realismo —se trata de una arquitectura de consenso mundial sin precedentes en su complejidad y en la magnitud del empeño—. Y tal vez, como dijo una de las participantes en el Foro, «el acuerdo, más que construirlo, hay que tejerlo». Es la hora de la política.

## NOTAS SOBRE EL CASO ESPAÑOL ↴

La importancia cuantitativa de lo que España reduce sus emisiones es muy modesta, ya que el consumo energético español es un 8% del total europeo (UE-25) y el consumo energético europeo a su vez es apenas un 16% (y decreciente) del consumo energético mundial. Pero esta pequeña relevancia comparativa no debe suponer una falta de atención en la reducción de emisiones de GEI. España forma parte de un acuerdo internacional —el Protocolo de Kioto— que le compromete a no exceder un límite de emisiones de GEI para el periodo 2008-2012.

España, además, forma parte de la Unión Europea, donde colectivamente se han fijado unos compromisos bastante exigentes para el año 2020 respecto a la mejora de la eficiencia energética (20%), la penetración de energías renovables sobre la energía primaria (20%), la utilización de biocombustibles (10%) y la reducciones de emisiones de GEI (20% unilateralmente o 30% si hay un esfuerzo comparable en otros países).

España, como país desarrollado, tiene además que dar ejemplo de sobriedad energética, junto con el resto de los países del mismo entorno económico, si

se quiere que el resto de los países del mundo se unan al esfuerzo común de mitigar el cambio climático que se avecina. La UE quiere tomar el liderazgo en la lucha contra el cambio climático, pero en esa lucha hay que mostrar más que palabras y compromisos de muy largo plazo; hay también que mostrar realidades de esfuerzos y logros concretos inmediatos.

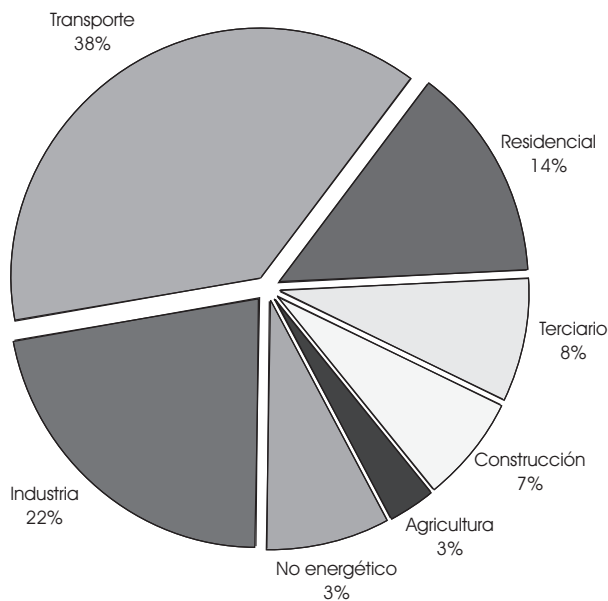
Todo esto tiene varias implicaciones: primero, a través de la Unión Europea, le toca a España expresar su postura en el proceso de negociación del futuro y mucho más decisivo compromiso para el régimen del clima post-2012 y segundo, España tiene que definir cómo va a cumplir los citados compromisos, decidir su planteamiento específico de cara al futuro del modelo energético y buscar la solución que mejor se adapte a los intereses y características del país.

## Caracterización ↴

El caso español es paradigmático en lo que respecta a la encrucijada energética a la que también se enfrentan actualmente otros muchos países desarrollados. España tiene una dependencia energética muy alta, pues ha crecido desde el 66% en 1990 al 80% en 2006 —mientras que el valor promedio en la UE es del 50%—. Los combustibles fósiles cubren el 80% del consumo español de energía primaria. Y la factura por importación solamente del petróleo ascendió en 2006 a casi 40.000 millones de euros, más del 4% del PIB. A pesar de todo ello, los logros en eficiencia han sido muy escasos.

La economía española ha crecido en los últimos años por encima de la media de la UE y el crecimiento del consumo de electricidad y de energía primaria también han sido claramente superiores a los promedios europeos —aunque partiendo de valores inferiores a los medios en Europa—. Por su parte, la intensidad energética sigue una tendencia creciente, contraria a la observada en la UE15. Los grandes sectores de actividad con mayor crecimiento del consumo energético y, por otro lado, los más difíciles de controlar por su carácter difuso, son el Terciario+Residencial y el Transporte, ambos muy cercanos al quehacer cotidiano de las personas y a sus patrones de comportamiento (gráfico 1 en la siguiente página).

El sector Terciario+Residencial supone el 22% del consumo de energía primaria, con sus usos energéticos para calefacción, climatización, producción de agua caliente sanitaria, iluminación, equipamiento residencial y ofimática. Por su parte, el sector del Transporte en España supone el 38% del consumo de energía. Entre los subsectores que compo-



**GRÁFICO 1**  
**CONSUMO FINAL**  
**ENERGÉTICO EN ESPAÑA**

**AÑO 2004**

FUENTE:  
Energy Balances (IEA, 2006)

nen el sector Transporte —aéreo, marítimo, ferrocarril y carretera— destaca especialmente el transporte por carretera, que absorbe aproximadamente el 81% del consumo total de energía del sector.

España está muy lejos de cumplir los compromisos de Kioto sobre reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero: el potencial para nuevas instalaciones hidroeléctricas grandes está prácticamente agotado; la utilización de carbón nacional se reduce gradualmente, a causa de un conjunto de factores económicos, sociales y medioambientales; la energía nuclear cuenta con una considerable oposición pública; existen unos abundantes recursos renovables en biomasa, solar y eólica que se están desarrollando vivamente —aunque de forma desigual— con el apoyo de un sistema de primas; y el esfuerzo en I+D de largo plazo en el sector energético ha sido escaso y decreciente, en este caso en sintonía con la tendencia de las dos últimas décadas en la Unión Europea. En definitiva, no ha tenido lugar aún un verdadero debate social sobre el modelo energético más adecuado para el país, lo que muestra que la gravedad del problema no es aún percibida plenamente, aunque debe indicarse que tanto la percepción del público como la actitud de la Administración han mejorado mucho recientemente a este respecto.

**Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).** En el reparto acordado de responsabilidades en el seno de la Unión Europea para cumplir el Protocolo de Kioto, a España le corresponde no aumentar más del 15% sus emisiones de GEI res-

pecto a las de 1990. Sin embargo, las emisiones españolas de GEI han aumentado en más del 50% desde 1990 hasta el presente, aunque los datos de 2006 podrían indicar una ralentización de esta tendencia creciente (4). Es cierto que la economía y la población españolas han crecido en los últimos años por encima del valor promedio en la UE, pero debe también señalarse el insuficiente esfuerzo realizado desde 1990 en ahorro y eficiencia energética.

En España el 78% de las emisiones de GEI tienen origen energético. Y, como se ha indicado antes, el transporte y el sector terciario+residencial suponen conjuntamente el 60% de la energía total consumida —el 67% si se le añade la construcción—. Las emisiones de GEI del sector Transporte se han incrementado en 2004 un 77% respecto a 1990 y las del sector Residencial, Comercial e Institucional un 49%. Las emisiones per capita de CO<sub>2</sub> son 9,6 t CO<sub>2</sub>eq/hab, frente a la media europea de 10,6 t CO<sub>2</sub>eq/hab.

**La intensidad energética en España.** La intensidad energética —consumo energético por unidad de PIB— se utiliza frecuentemente para medir y comparar la eficiencia energética de las economías. Es un indicador del posible desacoplamiento progresivo entre el crecimiento económico y el energético. Hay que tener en cuenta que la intensidad energética depende de los cambios estructurales de la economía, que no son directamente atribuibles a mejoras de eficiencia o a ahorro de energía. Y también que una mejora de la intensidad energética no implica necesariamente una reducción del consumo energético total o de las emisiones.



De hecho, en la mayoría de los países de la OCDE crece el consumo energético por habitante aunque sus intensidades energéticas muestran un descenso sistemático. Desde 1990 hasta 2004 la intensidad energética ha crecido en España un 10%, mientras que se ha reducido en un 11% en la UE-15. Esto implica que en 2004 en España se han necesitado 250 tep para producir un millón de euros de valor añadido a precios constantes de 1995, mientras en la EU-15 se necesitaban 200 tep. Los datos provisionales para 2006 muestran cómo la intensidad energética española se ha reducido un 4,5% en el año 2006 (un año hidrológico húmedo), lo que podría indicar un cambio de tendencia, aunque con alguna ayuda de la hidrología.

El estudio de la intensidad energética sectorial y de cómo cada sector contribuye a la intensidad energética total es útil para identificar cuáles son las actividades clave en la evolución del indicador y por ende en la evolución del consumo energético en España. Este análisis puede realizarse a través de la evolución de la intensidad energética de cada sector y de la contribución de cada sector al PIB nacional: entre 1990 y 2004 casi todas las actividades productivas empeoran su eficiencia energética, contribuyen al crecimiento de las emisiones y se sitúan en niveles superiores a los europeos (Mendiluce, 2006).

Por su parte, actividades industriales que presentan una evolución favorable, como Metales básicos o Química tienen una intensidad energética muy superior a la cifra europea. El sector Residencial es menos intensivo en energía por las mejores condiciones climatológicas, aunque la penetración de equipos de aire acondicionado podría hacer que la intensidad energética fuera más alta en el futuro, tal y como sucede en el sector Terciario, aunque éste está también afectado por una mayor presencia en actividades asociadas al turismo, con una mayor intensidad energética.

Lo que es tal vez más significativo es que, si se examina el indicador de intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB de la economía española, se puede atribuir al Transporte el 52% del incremento de esta intensidad de CO<sub>2</sub> desde 1990 (con un aumento del 83% en las emisiones de CO<sub>2</sub> entre 1990 y 2005). A los procesos de Transformación de energía se les debe asignar un 33% y al sector Residencial más Servicios (fundamentalmente edificios) un 20% del incremento de la intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> de la economía (5).

Al evaluar esta información no debe olvidarse que el crecimiento económico y de población en España han sido más altos que la media europea y que el

consumo per cápita (3,3 tep) todavía está por debajo de la media de UE-25 (3,8 tep) —así como las emisiones per capita de CO<sub>2</sub>—. Y también que el país ha experimentado en un período de fuerte crecimiento de las infraestructuras —mientras que otros estados del mismo entorno económico han alcanzado ya un nivel de cierta madurez— lo que conlleva un mayor consumo energético. No es ajeno a la elevada tasa de crecimiento de la construcción el efecto de «deslocalización del ocio de los europeos», que acuden a España y consumen recursos en períodos concretos, lo que requiere un cierto sobredimensionamiento de las infraestructuras.

### El corto y medio plazo: Los vigentes planes de actuación energética y sobre el cambio climático

La reciente aprobación por el Gobierno de una «Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia: Horizonte 2012» trata de simultanear los grandes objetivos de respetar el compromiso del Protocolo de Kioto, preservar la competitividad y la estabilidad económica y presupuestaria y garantizar la seguridad del abastecimiento energético. ¿Es esto posible en el corto, medio y largo plazo? En esta sección se examina el corto y medio plazo, y se deja para la siguiente el largo plazo.

La citada propuesta reconoce que, con las medidas actualmente adoptadas, el incremento de emisiones promedio en el intervalo 2008-2012 respecto a 1990 se estima del 50% (frente al de 70% que hubiese sido sin estas medidas), siendo para los sectores industriales incluidos en la Directiva europea (6) el incremento estimado del 37%, mientras que sería del 65% para los sectores difusos, muy notablemente el Residencial y, sobre todo, el Transporte.

El Gobierno, en el Plan Nacional de Asignación 2008-2012 de noviembre de 2006, establece una senda de cumplimiento para este quinquenio con el objetivo de conseguir que el crecimiento de las emisiones de los sectores difusos no supere el 37% estimado para los sectores industriales y el energético. El exceso del 22% respecto al objetivo de Kioto del 15% se propone cubrir con sumideros (2%) y con la adquisición de créditos de carbono por medio de los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto (20%). Por tanto son necesarias importantes medidas adicionales para conseguir pasar de los valores inicialmente estimados de emisiones al objetivo del 37% para todos los sectores.

El aspecto clave aquí es identificar estas medidas adicionales y los medios de que se va a disponer

para llevarlas a cabo, de forma que el plan del Gobierno no se reduzca a un ejercicio de voluntarismo. El objeto de la Estrategia de cambio climático es precisamente proporcionar un marco en el que puedan desarrollarse las adecuadas políticas públicas y que integre otras iniciativas ya en marcha, muy en particular las referentes a la promoción de las energías renovables y al ahorro y eficiencia energética.

El Plan de Energías Renovables 2005-2010 de agosto de 2005 se estima que evitará 77 Mt CO<sub>2</sub> de emisiones de GEI en este periodo y supondrá un extra coste de cerca de 8500 M€, al sustituir a otras formas de producción de electricidad y reemplazar cerca del 6% del consumo de gasolina y gasóleo para el transporte.

Por el lado de la demanda se ha puesto en marcha, también en 2005, el Plan de Acción que trata de concretar la existente Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) y que se estima que puede contribuir una reducción de emisiones de 32 Mt CO<sub>2</sub> en el periodo 2005-2007, con una financiación pública de 729 M€.

Unos cálculos elementales permitirían estimar que las medidas actualmente previstas son manifiestamente insuficientes para conseguir que la reducción de emisiones de los sectores difusos permita alcanzar el objetivo de no sobrepasar el límite del 37% de crecimiento en el periodo 2008-2012. Por consiguiente será preciso aplicar medidas adicionales para la reducción de emisiones en estos sectores, además de asegurar que las reducciones previstas en los citados planes de ahorro y de renovables se hacen realidad.

La Estrategia de Cambio Climático propone un amplio conjunto de áreas de actuación, que comprenden desde el fomento de la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> por los sumideros vegetales y múltiples medidas para reducir las emisiones de los sectores difusos —que se concretarán en un nuevo Plan de Acción 2008-2012—, hasta la adaptación al cambio climático y medidas horizontales de política fiscal o de ordenación del territorio, pasando por la necesaria cooperación institucional entre la Administración del Estado y las CC.AA. para la implantación de las medidas que se adopten.

La Estrategia ha sido criticada porque no explicita cómo se van a conseguir los objetivos indicados, porque descansa en exceso en las actividades a realizar en otros países —a través de los mecanismos de desarrollo limpio— y por no señalar un objetivo de largo plazo que proporcione una perspectiva de lo que se pretende y de lo que todavía hace

falta para conseguirlo. Aunque se puede coincidir con estas críticas, hay que reconocer a la Estrategia el valor de haber comenzado a integrar todos los aspectos de la compleja interacción entre la energía —más otras áreas de actividad— y el cambio climático, así como el de proporcionar un muy amplio inventario de las posibles medidas que pueden adoptarse.

### El largo plazo: Los vigentes planes de actuación energética y sobre el cambio climático ↓

Es cada vez más generalizada la opinión, que ahora muchos pueden considerar obvia, de que los mercados de energía no proporcionan, por diversos motivos, soluciones adecuadas a los grandes problemas estratégicos de seguridad de suministro, agotamiento de los recursos naturales, dependencia energética o mitigación del cambio climático. Este artículo defiende la tesis de que es posible y deseable compatibilizar la existencia de mercados energéticos competitivos, que asignen eficientemente los recursos escasos, junto con medidas regulatorias de carácter estratégico que establezcan: niveles mínimos o máximos de penetración de determinadas tecnologías renovables; financiación para actividades de I+D+i energético de largo plazo; límites superiores a las emisiones de GEI en conjunto o para un sector determinado; o topes al porcentaje de dependencia de un determinado recurso o país de origen.

Por lo general las señales de precio, aunque útiles y recomendables, no son capaces de internalizar de forma completa estos objetivos y deben complementarse con instrumentos regulatorios *ad hoc* para cada caso. Y, en todo caso, será siempre de mucha utilidad para los reguladores y para los agentes de los mercados de energía de un país la planificación energética indicativa, como medio de proporcionar visión de a dónde conduce el actual modelo energético, con o sin las medidas regulatorias previstas o posibles.

El Libro Blanco del Gobierno británico de mayo de 2007, titulado *Planning for a sustainable future*, comienza afirmando que «la planificación es de importancia fundamental para la calidad de vida de la gente» (7). De hecho, el Gobierno británico, como otros varios gobiernos del entorno económico español, ha examinado de qué opciones dispone para transitar hacia un modelo energético más sostenible (8). Este análisis previo de largo plazo, tanto cualitativo como cuantitativo, es la única base posible para un debate público constructivo que conduzca a una consulta a los ciudadanos sobre sus

opciones ante las alternativas que se les presenten y a la adopción de las soluciones que de este debate se deriven.

Sin embargo, en el caso español, ni las alternativas disponibles han sido todavía explicitadas con claridad ni se han realizado los cálculos básicos que permitan cuantificar el potencial, el coste y otros posibles impactos de cada una de ellas (9). Las medidas, planes e instrumentos regulatorios que se describen en el apartado anterior tienen horizontes temporales muy limitados y no sirven para fijar orientaciones estratégicas de largo plazo. Ni siquiera permiten vislumbrar el año 2020, para el que ya España ha adquirido importantes compromisos —todavía por concretar en detalle, pero que son de carácter obligatorio— respecto a la reducción de las emisiones de GEI, a la penetración de fuentes renovables de energía y de biocombustibles y a la mejora de la eficiencia y el ahorro de energía.

Como ya se ha indicado, España se encuentra en una difícil situación de alto crecimiento del PIB —sin un apreciable desacoplamiento del crecimiento en el consumo de energía y en las emisiones de GEI—, fuerte exceso de emisiones de GEI sobre el límite comprometido en el Protocolo de Kioto para el periodo 2008-2012 y elevada dependencia energética. ¿Cómo va a cumplir España los compromisos del Consejo de la UE del mes de marzo 2007?

El Libro Blanco sobre la reforma del sector eléctrico (Pérez Arriaga, 2005) indica que «la estrategia de suministro eléctrico en España requiere un análisis a largo plazo, integrado en el contexto energético más amplio, así como en el ámbito europeo y mundial. Este análisis debe tomar en cuenta la actual disponibilidad y la evolución prevista de las tecnologías de generación, las implicaciones del actual proceso de liberalización de los mercados energéticos, las restricciones medioambientales, la capacidad de respuesta de la demanda en sus dimensiones de ahorro y de mejora de la eficiencia energética, las consideraciones geopolíticas, la repercusión de las distintas estrategias sobre la seguridad del suministro, la capacidad de las interconexiones con mercados externos, el precio de la electricidad y la competitividad de industrias y servicios, contando siempre con la percepción del ciudadano de la situación energética.

Se recomienda que la planificación indicativa que contemplan las Leyes del Sector Eléctrico y de Hidrocarburos proporcione la visión integral que se necesita. Esta planificación indicativa de ninguna forma sustituye o interfiere con la libertad de instalación de las empresas de producción de electricidad, que realizarán libremente sus inversiones para

participar en el mercado eléctrico. La planificación indicativa debe proporcionar las líneas de actuación que permitan cubrir, coordinadamente y de la mejor forma posible, el conjunto de objetivos planteados y la justificación de las decisiones adoptadas al respecto.»

En septiembre de 2006, el Presidente del Gobierno anunció la realización, por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de un estudio de «Prospectiva Energética en España en el horizonte del 2030», que habrá de servir de base para la toma de decisiones en materia energética en los próximos años. El objetivo del estudio es «investigar las posibilidades y definir las líneas estratégicas para que España pueda conseguir en el horizonte 2030 el máximo nivel posible de autoabastecimiento energético con energías renovables, garantizando en todo momento la seguridad y calidad del suministro energético y todo ello en un marco que asegure un crecimiento económico sostenible, contribuyendo con ello al bienestar de los ciudadanos...

Este estudio de prospectiva permitirá plantear y comparar distintos escenarios energéticos que puedan presentarse en un futuro, facilitando con ello la planificación de políticas energéticas adecuadas, que minimicen en lo posible los efectos de los altos precios energéticos, de la inseguridad de abastecimiento en el mercado energético y del crecimiento insostenible de las emisiones de dióxido de carbono». Es de desear que esta iniciativa dé una respuesta largamente esperada a la necesidad de una visión estratégica del futuro energético español.

Poco se puede decir sobre la estrategia más adecuada en el largo plazo hasta que una entidad solvente ponga sobre la mesa las cuentas básicas y las alternativas existentes con sus implicaciones en coste y emisiones. Ninguna tecnología debe excluirse a priori y es posible que haya que contar con la contribución de todas ellas. La incertidumbre es grande, pero las alternativas no son muchas y algunas de las decisiones clave serán en definitiva políticas.

Por el lado del suministro hay que considerar hasta dónde se quiere y se puede llegar en la penetración de renovables, en la sustitución de combustibles fósiles, en el uso de nuevas tecnologías como el secuestro y almacenamiento geológico del CO<sub>2</sub>, y en la extensión de vida y futuro desarrollo de la energía nuclear. Por el lado del consumo está claro que debe incidirse sobre todo en los sectores del Transporte y Terciario+Residencial, pero hay muchas formas complementarias de conseguir ahorrar energía y mejorar la eficiencia energética, algunas de las cuales necesitan instrumentos específicos de promoción para ser aplicadas.

Muchas líneas de actividad que son impensables en el corto plazo pueden ser clave en estrategias energéticas en un plazo suficientemente largo. Por ejemplo, los nuevos planteamientos urbanísticos o el aumento de la prioridad en el desarrollo de infraestructuras ferroviarias solamente pueden plantearse en el largo plazo. Puede también plantearse de forma sistemática el aprovechar la energía térmica residual del proceso de generación de centrales termoeléctricas, de tamaño y ubicación adecuados, mediante redes de distrito para climatización y agua caliente sanitaria. Y se podría plantear una nueva estrategia de operación del sistema eléctrico a más largo plazo, con mucha más penetración de energías renovables que la actual, donde la demanda energética del sector Terciario+Residencial —y también la del Transporte pueda complementarse con las características naturales de intermitencia de la mayor parte de la producción eléctrica renovable.

## NOTAS

- (1) IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).
- (2) Véanse los citados documentos del IPCC.
- (3) Véase [www.iit.upcomillas.es/gcs2012](http://www.iit.upcomillas.es/gcs2012).
- (4) Se utilizan aquí los datos de 2004 por haber sido un año de hidraulicidad media, ya que 2005 —muy seco— y 2006 —húmedo— son menos representativos. Las emisiones totales de GEI en España en 2004 fueron de 428 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente, lo que supone un 48% de aumento respecto al año de referencia 1990 y 33% en exceso del compromiso español del incremento del 15% sobre el valor de 1990. El porcentaje de aumento sobre 1990 fue del 52% en 2005 y de nuevo del 48% en 2006.
- (5) Nótese que algunos sectores tienen una contribución negativa, de forma que la suma de todas es del 100%. En valores absolutos de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, el Transporte ha aumentado un 83% en 2005 respecto a 1990. La combustión en Otros sectores —donde se incluye la combustión en los sectores Residencial, Comercial e Institucional, así como el uso de combustibles en Maquinaria agro-forestal y en la Flota pesquera— ha aumentado entre 1990 y 2005 en un 52%.
- (6) Más de 1.000 instalaciones que participan en el régimen de comercio de derechos de emisión. Corresponden a los sec-

tores de Generación de electricidad, Refino, Siderurgia, Cemento, Cal, Vidrio, Azulejos, Tejas, Ladrillos y Papel.

- (7) «Planning is of fundamental importance to the quality of people's lives».
- (8) En un Libro Blanco anterior del Gobierno británico sobre este mismo tema, publicado en 2003, se analizaban los impactos previsibles sobre la economía del Reino Unido de reducir las emisiones en un 60% para el año 2050.
- (9) Existen algunos documentos aislados, no oficiales, que han abordado este tema, como por ejemplo Avilés (2007), Ruiz (2006) y Pérez Arriaga *et al.* (2006). En abril de 2007, Greenpeace hizo público un informe (IIT, 2007) en el que propugna una cobertura de la demanda eléctrica del año 2050 totalmente con energías renovables.

## BIBLIOGRAFÍA

- AVILÉS, J. (2007): *La energía en la España del Siglo XXI: 2000-2025*, Maestre Editan.
- CARRARO, C. y M. GALEOTTI (2003): «The future evolution of the Kyoto Protocol: costs, benefits and incentives to ratification and new international regimes». En C. Carraro y C. Egenhofer (eds.): *Firms, Governments and Climate Policy: Incentive-Based Policies for Long-Term Climate Change*, Edward Elgar, Cheltenham y Northampton.
- DE MIGUEL, C.; P. LINARES; E. MENÉNDEZ; M. PARDO; J.I. PÉREZ ARRIAGA y L.J. SÁNCHEZ DE TEMBLEQUE (2005): «El desarrollo energético insostenible». En *La situación de España en 2005*, Fundación Encuentro.
- IEA (2006), *World Energy Outlook 2006*, International Energy Agency.
- IIT (2007): *Renovables 100%: Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica*, preparado para Greenpeace, abril 2007.
- IPCC (2007): *Fourth Assessment Report*, Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://www.ipcc.ch>.
- MENDILUCE, M. (2006): *Cómo afectan los cambios estructurales a la intensidad energética en España*, Trabajo de Investigación Tutelada, Universidad Pontificia Comillas de Madrid, julio 2006.
- PÉREZ ARRIAGA, J.I. (2005): *Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España*, preparado para el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, julio de 2005.
- PÉREZ ARRIAGA, J.I.; P. LINARES; C. OCAÑA y J. SANTOS (2006): *Influencia de las políticas medioambientales en los mercados eléctricos europeos*, Fundación BBVA.
- PNUD (2000): *World Energy Assessment*, Informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), United Nations Department of Economic and Social Affairs y World Energy Council.
- RUIZ, V. (2006): *El reto energético. Opciones de futuro para la energía*, Almuzara.