

LOS DERECHOS DE EMISIÓN COMO INSTRUMENTO PARA ALCANZAR KYOTO: EL CASO DEL SECTOR ELÉCTRICO

M^a Ángeles Fernández López (Universidad Autónoma de Madrid)

Yolanda Fernández Fernández (Universidad Autónoma de Madrid)

Blanca Olmedillas Blanco (Universidad Autónoma de Madrid)

RESUMEN

La firma del protocolo de Kyoto tiene el objeto de reducir la emisión de gases de efecto invernadero mediante instrumentos como el comercio de “derechos de emisión”. Cada estado europeo publica la cuantía de derechos de emisión que asigna a cada sector. En el caso de España se materializa en el Plan Nacional de Asignación (PNA) de Derechos de Emisión. El objetivo de este trabajo es revisar el funcionamiento del comercio de emisiones como instrumento para el cumplimiento del Protocolo de Kyoto y su influencia sobre la oferta de energía eléctrica. Adicionalmente, se observará la respuesta del gobierno al sistema eléctrico en la concesión de nuevos derechos de emisión en el nuevo Plan 2008-2012.

Palabras clave: Derechos de emisión, sector eléctrico, contaminación, Plan Nacional de Asignación. **JEL:** F18, Q40, Q58.

ABSTRACT

The signature of the Kyoto's Protocol has the aim to reduce greenhouse gas emissions, through several instruments as the market of emission rights. Each European Estate must publish the amount of rights that are assigned to each sector. In the case of Spain, this is published in the “Plan Nacional de Asignación (PNA) de Derechos de Emisión”. The aim of this work is to review the "Emission trading system" as an instrument in order to fulfil the Kyoto Protocol and its influence on the offer of electricity. In addition, we will analyse the government response to the electric industry related to the concession of new “emission rights” in the new 2008-2012 Plan.

Key words: Emission rights, electric industry, pollution, Plan Nacional de Asignación.

JEL: F18, Q40, Q58.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es revisar el funcionamiento del comercio de emisiones como instrumento para el cumplimiento del Protocolo de Kyoto y su influencia sobre la oferta de energía eléctrica.

La elección de este tema responde a dos motivos fundamentales. Por un lado, se está produciendo a nivel mundial un cambio de “mentalidad”, en el sentido de tomar conciencia de la necesidad de conservación de los recursos naturales. Este cambio de mentalidad se plasmó en la firma del Protocolo de Kyoto. Por otro lado, la aplicación práctica de este protocolo en cada país firmante se ha realizado bajo la forma de los Planes Nacionales de Asignación de derechos de emisión. Acabamos de concluir el primer plan, 2005-2007, y estamos en los inicios de aplicación del segundo, 2008-2012,

por lo que parece el momento de valorar las consecuencias de estos planes en nuestra economía.

De todos los sectores afectados por los Planes esta investigación se centra en el sector eléctrico para intentar analizar las consecuencias que tendrán sobre la oferta de energía. La elección del sector responde, de nuevo, a dos motivos: por una parte, por ser el sector que más se ha visto afectado por la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y, por otra, por ser un sector clave en el desarrollo económico de nuestra sociedad.

El trabajo se estructura en cuatro partes. En primer lugar se hace una revisión del Protocolo de Kyoto y la protección del medio ambiente. En segundo lugar, nos centramos en el análisis del mercado de derechos de emisión europeo, en su funcionamiento y los resultados que ha presentado. A continuación entramos de lleno en el sector eléctrico español para posteriormente comparar los planes de asignación de derechos de emisión 2005-2007 con el de 2008-2012 y sus repercusiones sobre el sector eléctrico. Por último, se establecen las conclusiones.

2. EL PROTOCOLO DE KYOTO Y LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Desde el punto de vista económico, el clima y más concretamente la estabilidad del clima, es un bien público global, no rival y no excluyente en su consumo: todos podemos hacer uso de él simultáneamente sin dificultar por ello el uso por parte de otros individuos. Siguiendo la lógica egoísta de “si algo no me pertenece, por qué he de preocuparme por ello”, la ausencia de derechos de propiedad sobre la atmósfera determina la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), reforzando la ineficiencia del mercado en relación con este bien público global. El cambio climático generado por los GEI es una externalidad, lo que supone una divergencia entre los costes privados y los costes sociales de las emisiones que reducen la eficiencia económica. Además, es una externalidad “mundial”, con lo que presenta problemas de coordinación internacional, agravados por el carácter acumulativo de la externalidad, es decir, el daño futuro es consecuencia de las emisiones pasadas. Los desfases en el proceso así como la incertidumbre inherente, han dado lugar a que las medidas de política destinadas a promover la adaptación para reducir el cambio climático y las estrategias adoptadas para limitar los cambios atmosféricos que lo provocan sean una respuesta reactiva en vez de proactiva.

Dada la dimensión transfronteriza del problema generado, su solución requiere el planteamiento de políticas económicas de ámbito internacional, en las que se ven involucrados numerosos países.

Antecedentes históricos

En 1988 se celebra en Toronto (Canadá) la primera reunión donde científicos y políticos reflexionan sobre el cambio climático. Su principal logro es la creación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), formado por 400 científicos y cuyo objeto es estudiar e informar sobre el cambio climático¹. La publicación del Primer Informe de Evaluación del IPCC (1990) refleja que el

¹ En la actualidad el IPCC, en lugar de realizar sus propias investigaciones científicas, examina las investigaciones realizadas en todo el mundo, publica informes periódicos de evaluación y compila informes especiales y documentos técnicos. (Información adicional en <http://www.ipcc.ch>).

calentamiento atmosférico es real y plasma la necesidad de adoptar medidas para hacer frente a las subidas de la temperatura, que se muestran como inevitables. Como consecuencia, se inicia la negociación del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). En el Convenio se fija como objetivo último reducir las emisiones de CO₂ para estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera y prevenir así “las interferencias antropogénicas con el clima”. En concreto, los países industrializados² se comprometían a reducir sus emisiones de CO₂ a los niveles de 1990 para el año 2000.

En comparación con lo que suele ocurrir con los acuerdos internacionales, en este caso la negociación fue rápida. El Convenio UNFCCC estaba listo para la firma en la Conferencia de las Naciones Unidas de 1992 sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro, conocida como Cumbre para la Tierra.

Pero los acuerdos alcanzados hasta el momento eran demasiado amplios y suaves para conseguir hacer frente al cambio climático, especialmente si no se planteaban objetivos más allá del año 2000. Las Partes acordaron negociar un protocolo que tuviese limitaciones y reducciones de emisiones específicas.

Las negociaciones concluyeron en 1997 con la adopción del Protocolo de Kyoto en la tercera Conferencia de las Partes (CP3). El Protocolo de Kyoto es el único mecanismo internacional que no sólo reconoce el cambio climático, sino que cuenta con medidas más enérgicas y jurídicamente vinculantes para los firmantes del tratado. En él se establece el compromiso de lograr una reducción del 5,2 por 100 para el periodo 2008-2010 sobre los niveles de 1990. Para conseguirlo se incluye la posibilidad de establecer un comercio de emisiones entre países industrializados.

Después de la adopción del Protocolo de Kyoto y debido a la complejidad de las negociaciones, quedaron “pendientes” un considerable número de cuestiones³. Por ello, se inició una nueva ronda de negociaciones para especificar las normas concretas del Protocolo, que se organizó en paralelo con las negociaciones sobre las cuestiones pendientes. Esta ronda culminó finalmente en la CP7 con la adopción de los Acuerdos de Marrakech, donde por fin se alcanza consenso para establecer normas detalladas para la aplicación del Protocolo. En el texto legal se recogen los compromisos de cada uno de los países y se estructuran muchos de los mecanismos del Protocolo de Kyoto.

Para su entrada en vigor se exige que por lo menos 55 países, que cubren el 55 por 100 de las emisiones de CO₂ de los países del Anexo B (los países industrializados pertenecientes al UNFCCC), lo ratifiquen. El Protocolo de Kyoto entró finalmente en funcionamiento cuando Rusia lo ratificó, convirtiéndose así en Ley Internacional. De hecho, entró en vigor y se hizo legalmente vinculante para la Partes el 16 de febrero de 2005. Hasta ahora han ratificado o han accedido al Protocolo 183 países.

² Hace referencia a los países que pertenecen a la OCDE, junto con 12 “economías en transición” de la antigua Europa del Este.

³ Aunque en el Protocolo se esbozaban los rasgos básicos de sus “mecanismos” y el sistema de cumplimiento, no se especificaban las normas que regulaban su funcionamiento. Si bien es cierto que 84 países firmaron el Protocolo, muchos se resistían a ratificarlo y promover su entrada en vigor sin tener antes una idea clara sobre las normas del tratado.

Contenido fundamental de Protocolo de Kyoto

La principal característica del Protocolo es que tiene objetivos obligatorios relativos a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para las principales economías mundiales que lo hayan aceptado. La intención última es reducir el total de sus emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel inferior en más del 5 por 100 al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.

Para conseguir este objetivo general, los compromisos contraídos por el Protocolo varían de un país a otro, oscilando entre -8 por 100 y +10 por 100 del nivel de emisión de los diferentes países en 1990. En casi todos los casos, incluso en los que se ha fijado un objetivo de +10 por 100 de los niveles de 1990, los límites exigen importantes reducciones de las emisiones actualmente proyectadas⁴.

Dado que el Protocolo de Kyoto contempla la posibilidad de que áreas de integración se comprometan de forma conjunta a cumplir sus límites⁵, la UE ha establecido su propio acuerdo interno para alcanzar su objetivo del 8 por 100, distribuyendo diferentes porcentajes entre sus estados miembros. Estos objetivos oscilan entre recortes del 28 por 100 en Luxemburgo y del 21 por 100 en Dinamarca y Alemania a un aumento del 25 por 100 en Grecia y del 27 por 100 en Portugal. A España se le permite aumentar las emisiones en un 15 por 100.

Para cumplir con los “objetivos vinculantes”, además de tomar medidas de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, el Protocolo de Kyoto ofrece a los países que lo ratifican flexibilidad en la forma de cumplir sus objetivos. De hecho, ofrece diferentes mecanismos como complemento a las medidas de reducción. Además del Comercio de Emisiones de gases, el Protocolo contempla otros dos mecanismos, el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) y la Aplicación o Implementación Conjunta (IC), que proporcionan flexibilidad en la consecución de los objetivos de reducción de las emisiones.

a) La *Implementación Conjunta* es un programa que permite a los países industrializados cumplir parte de sus obligaciones de recortar las emisiones de gases de efecto invernadero invirtiendo en proyectos que reduzcan las emisiones en otros países industrializados⁶.

El país inversor obtendrá unidades de reducción de emisiones (ERU) que pueden ser utilizadas para alcanzar los propios objetivos de reducción de las emisiones fijados en el Protocolo y hacerlo a un precio menor de lo que le costaría en el ámbito nacional. Las naciones receptoras obtendrán inversión extranjera y tecnología avanzada (pero no créditos para conseguir sus propios objetivos de emisión; deben hacerlo ellos mismos). Dado que la atmósfera se beneficia independientemente del lugar donde se lleven a cabo las reducciones, se puede afirmar que el sistema resulta ventajoso por su flexibilidad y eficiencia. Y es que muchas veces es más barato realizar obras de eficiencia energética en otros países y conseguir así mayores recortes de las emisiones.

b) En lo que respecta al *Mecanismo de Desarrollo Limpio*, ofrece a los gobiernos y a las empresas privadas de los países industrializados la posibilidad de reducir las

⁴ Se prevé el establecimiento de objetivos obligatorios futuros para los “períodos de compromiso” posteriores a 2012. Se negociarán con suficiente antelación con respecto a los períodos afectados.

⁵ Ver, en particular, los artículos 3 (párrafo 1), 4, 22 y 23 del Protocolo de Kyoto. <http://unfccc.int/>

⁶ En la práctica, probablemente se traduzca en la construcción de instalaciones en los países de Europa Oriental y de la antigua Unión Soviética –las “economías en transición”– pagadas por países de Europa Occidental y América del Norte.

emisiones de gases de efecto invernadero en países en desarrollo, que no estén obligados por los objetivos de reducción de emisiones del Protocolo⁷. Igual que en el caso anterior, se basa en que la atmósfera se daña o se mejora independientemente del lugar de procedencia de la contaminación o de la fuente de mejora⁸.

De forma simplificada, el Mecanismo para un desarrollo limpio funciona como sigue: los países industrializados pagan proyectos que reducen o evitan las emisiones en los países más pobres, y a cambio se les adjudican créditos, certificados de reducción de emisiones (CER), que se pueden aplicar para cumplir sus objetivos dentro del Protocolo de Kyoto. Los países receptores se benefician, puesto que se pone a su alcance tecnología avanzada, más eficiente y menos contaminante, que puede proporcionarles mayores beneficios a largo plazo y se favorece la consecución de una atmósfera más limpia, puesto que las emisiones futuras serán más bajas.

Los países que obtienen los créditos pueden aplicarlos para cumplir sus propios límites de emisión; pueden “reservarlos” para utilizarlos más adelante, o pueden venderlos a otros países industrializados en el marco del sistema de comercio de derechos de emisión del Protocolo.

El ejemplo más utilizado es el de “sumideros”: puesto que los bosques y la vegetación absorben CO₂, los países desarrollados pueden compensar parcialmente sus emisiones aumentando los “sumideros” que eliminan el dióxido de carbono de la atmósfera, tanto si plantan y cuidan zonas forestales en el territorio nacional como en otros países.

c) Nos queda, por tanto, explicar qué se entiende por *Comercio de Emisiones* en el marco del Protocolo de Kyoto y su soporte económico. El hecho de que el Protocolo de Kyoto establezca límites para las emisiones de gases de efecto invernadero es la manera de asignar valores monetarios a la atmósfera terrestre. Es decir, establece un “número de unidades de emisión” como límite total de emisiones para las grandes economías mundiales.

Cada uno de los países industrializados tendrá objetivos obligatorios de emisión que deben cumplir. Algunos lo harán mejor de lo previsto y se situarán incluso por debajo de esos límites, mientras que otros los superarán. A los que reduzcan sus emisiones por debajo de lo comprometido, el Protocolo les permite vender este exceso de capacidad a los países que superan sus objetivos⁹.

El comercio de emisiones consiste, por tanto, en establecer un sistema de mercado para las emisiones de gases de efecto invernadero que permita objetivar el coste medioambiental asociado a las emisiones a través del precio. De esta forma, se espera que los países que no cumplan sus compromisos puedan adquirir permisos, derechos de emisión, pero deben pagar por ello. Cuanto mayor sea el coste, mayor será la necesidad de reducir las emisiones, de investigar y abordar el desarrollo de procesos productivos menos contaminantes y de utilizar la energía de manera más eficiente y utilizar fuentes de generación de energía de emisiones lo más reducidas posibles.

La solución del mercado a los efectos externos en general (y a los problemas medioambientales en particular) fue sugerida por Coase (1960). De su obra se deriva que generando derechos de propiedad y con un buen funcionamiento del mercado se

⁷ Puede ser el caso de países como China e India, muy poblados y con fuerte crecimiento de la producción industrial contaminante.

⁸ En términos económicos, hace referencia a externalidades mundiales negativas o positivas.

⁹ Los países pueden ahorrar unidades de emisión, emisiones a las que tienen derecho, que se les han adjudicado, pero que no han utilizado.

pueden interiorizar las externalidades. Si no se tiene en cuenta el perjuicio que la contaminación causa a terceros, el precio del producto sólo refleja los costes y beneficios privados y no los costes sociales, que incluyen los privados más los perjuicios sobre terceros. En consecuencia, los productos contaminantes disfrutan de precios excesivamente bajos y se producen en exceso.

La solución coasiana busca que los precios tengan en cuenta los costes sociales de la contaminación. Para ello, las empresas que contaminan deben adquirir derechos de emisión, lo que supone un coste adicional para el proceso productivo, que se añade al precio de mercado¹⁰. De esta forma se pasa de un precio de mercado muy bajo a un precio más alto y como consecuencia de una producción de mercado excesivamente alta a una más reducida, que resulta socialmente óptima, pues tiene en cuenta tanto los beneficios del bien contaminante que obtiene la sociedad como los costes de la contaminación que genera.

En la práctica, el sistema de comercio de derechos de emisión del Protocolo ha encontrado numerosas complicaciones, entre las que cabe destacar la supervisión y comprobación de las reducciones efectivas de emisiones y el registro minucioso de los intercambios realizados¹¹. En consecuencia, se están estableciendo “registros” –como cuentas bancarias de las unidades de emisión de una nación–, junto con “procedimientos contables” y “equipos de expertos” para supervisar el cumplimiento.

A pesar de ello, el comercio de derechos de emisión sigue siendo una buena solución incluso en un mundo de segundo óptimo porque presenta cuatro importantes ventajas¹²:

- El funcionamiento adecuado del mercado de emisiones es el mejor sistema para conseguir las metas de mitigación al menor coste monetario posible.
- Hace uso del principio “quien contamina paga”, que persigue objetivos tanto de eficiencia como de equidad.
- Si los derechos de emisión se asignan mediante subasta aportan ingresos adicionales al Estado.
- Proporcionan incentivos a la innovación tecnológica.

En los intercambios y ventas se podrá negociar con las unidades de emisión de gases de efecto invernadero procedentes de: 1) las cuotas de emisión asignadas por Kyoto y cuyo objetivo no se haya alcanzado, y 2) los créditos de emisión obtenidos por reducir el total de gases de efecto invernadero plantando o ampliando los bosques (“unidades de absorción”), por la realización de proyectos tanto de Aplicación Conjunta como del Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Como hemos mencionado

¹⁰ En condiciones ideales, el funcionamiento de un mercado competitivo de emisiones generaría un precio del derecho de emisión coincidente con el coste marginal de la contaminación en el nivel óptimo de la actividad contaminante. Según Lázaro (2005), los estudios que tratan de estimar los costes marginales de emitir CO₂ ofrecen cifras muy variadas debido a la incertidumbre sobre las consecuencias del cambio climático, las diferentes hipótesis de los distintos estudios y la complejidad de modelizar el comportamiento futuro. Tol (2005) analiza 103 estimaciones del coste marginal de las emisiones de CO₂ y concluye que este coste marginal no excederá los 50 dólares por tonelada.

¹¹ Gran parte de estas cuestiones se han desarrollado con posterioridad en los “Acuerdos de Marrakech” de 2001.

¹² Buñuel (2006) atribuye las mismas ventajas al uso de los impuestos. La diferencia estriba en que con el sistema impositivo la Administración fija el precio y con la asignación de derechos la Administración establece la cantidad y es el mercado el que determina el precio de la contaminación.

anteriormente, los créditos obtenidos de esta manera pueden comprarse y venderse en el mercado de emisiones o reservarse para su uso futuro.

Este mercado de emisiones entra en vigor en 2008 a nivel internacional, pero la Unión Europea puso en marcha su propio mercado en 2005, con objeto de iniciar el proceso, ayudar a los estados miembros de la UE a conseguir los objetivos con bajos costes y establecer una vinculación con el mercado mundial del Protocolo una vez que entre en funcionamiento.

Tanto desde el Protocolo de Kyoto como desde la Unión Europea, se considera que el buen funcionamiento de los mercados de emisiones es el sistema más eficiente, es decir, el método que consigue el objetivo de reducir las emisiones al menor coste posible. La aplicación de las técnicas de análisis coste-beneficio han favorecido al mercado como mecanismo de reducción de las emisiones, pero también la aplicación de los mecanismos del proyecto, puesto que ofrecen flexibilidad para el cumplimiento de resultados, lo que implica menores costes, beneficiando a los países firmantes y a la economía global en su conjunto para un mismo nivel de mitigación¹³.

3. EL ETS: FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

El sistema comercial ETS de Emisiones de la UE es el primer sistema de comercio internacional de emisiones de CO₂ en el mundo¹⁴. Son muchos los que están esperando observar los resultados de su funcionamiento para poder extrapolar enseñanzas y resolver cuestiones de forma anticipada. Entonces, es conveniente analizar cómo se han desarrollado los acontecimientos hasta la fecha.

Conforme a lo establecido en la Directiva 2003/87/CE¹⁵, el 1 de enero de 2005 comenzó a funcionar el Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión. El sistema persigue el mismo objetivo económico que el Protocolo de Kyoto, introducir en el proceso de toma de decisión de las empresas el precio del CO₂, al obligar a que cada instalación afectada cubra sus emisiones mediante la entrega de derechos que tienen un coste en el mercado. Es decir, crear un incentivo económico para reducir las emisiones.

Para preparar el Sistema ETS, en la misma directiva comunitaria se establece la necesidad y la obligación de que cada estado miembro realice un Plan Nacional de Asignación (PNA). En ellos se recoge la cantidad total de emisiones de CO₂ que tiene derecho a emitir los estados miembros y su reparto entre sectores.

En este contexto, conviene señalar qué se entiende por “derecho de emisión”: el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono o de cualquier otro gas de efecto invernadero equivalente durante los periodos de vigencia de un PNA. Puede tener su origen en el Plan de Asignación de cualquier estado miembro de la Unión Europea.

Los PNA distinguen dos sectores: *el sector involucrado en el comercio de emisiones o sector comercial*, responsable, por término medio, del 40-50 por 100 de las emisiones totales de CO₂ de cada país, y *el sector no comercial*, que recoge el resto de los sectores que emiten CO₂ a la atmósfera, y que no van a participar todavía en el mercado de emisiones (entre los que cabe destacar transporte y economías domésticas).

¹³ Yábar, A. (2007).

¹⁴ Ver Comisión Europea (2005). Un resumen de las propuestas de la Comisión Europea sobre permisos negociables se puede encontrar en Buñuel González (2006, pp. 9 y 10).

¹⁵ El día 13 de octubre de 2003 se aprueba la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.

Cada estado miembro ha de dividir su asignación de emisiones de CO₂ entre los sectores implicados inicialmente como de ámbito comercial¹⁶ y que abarcan: generación de electricidad, refinerías, coquerías e instalaciones de combustión de más de 20MW térmicos (lo que incluye cogeneración); el sector del cemento, la cerámica y el vidrio, la siderurgia, el sector del papel-cartón y pulpa de papel.

La asignación de derechos de emisión debe tener en cuenta las diferencias económicas y tecnológicas que existen entre los sectores afectados así como las distintas posibilidades que cada sector tiene para amortiguar su impacto. Al considerar estas diferencias se evidencia que el sector eléctrico es el que cuenta con más posibilidades de reducir las emisiones de forma significativa y, a su vez, absorber el impacto financiero que supone el mercado de emisiones. Los otros sectores, bien por su menor contribución a las emisiones de CO₂, bien por la inexistencia de tecnologías alternativas más limpias y por su mayor exposición al comercio internacional, que limita la posibilidad de trasladar unos mayores costes a los precios, tendrán un papel relativamente menor en la adaptación a los compromisos derivados del Protocolo de Kyoto.

Cada Plan establece el número total de derechos de emisión que se van a asignar, y cuáles son las reglas que se van a aplicar para determinar las asignaciones de cada instalación. También establece la existencia o no de una reserva de derechos para futuras instalaciones y aumentos de capacidad de las existentes, y cuáles son las reglas de gestión de dicha reserva.

Los planes correspondientes al primer periodo abarcaron los años 2005-2007. El segundo 2008-2012 y los siguientes a sucesivos períodos de cinco años. La idea es que los estados miembros limiten las emisiones de CO₂ procedentes de los sectores energético e industrial por medio de la asignación de derechos de emisión, provocando así una escasez, de modo que pueda desarrollarse un mercado operativo que, a su vez, redunde en una reducción real de las emisiones totales.

La Comisión Europea es la encargada de dar luz verde a los PNA de acuerdo a 11 criterios comunes que figuran en el anexo III de la Directiva sobre el comercio de derechos de emisión. El criterio número uno prevé que la cantidad total de derechos de emisión propuesta tiene que ajustarse al objetivo contraído por un Estado miembro con arreglo al Protocolo de Kyoto. Pero cada estado miembro puede aumentar sus derechos de emisiones para el sector comercial, bien reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector no comercial, bien adquiriendo créditos de emisión por su participación de los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto: con proyectos de MDL y /o de IC.

Los estados miembros deben asignar gratuitamente al menos el 95 por 100 de los derechos de emisión para el primer periodo de tres años. Para el segundo periodo, 2008-2012, se asignaron gratuitamente al menos el 90 por 100 de estos derechos. De hecho, es una de las cuestiones más criticadas del PNA español: puesto que la asignación es gratuita se considera como una subvención a la industria. Para mantener el principio de “quien contamina, paga”, la creación de una subasta para adjudicar los derechos de emisión se considera más eficiente.

Cada Estado asigna la cantidad total de derechos para cada periodo y su reparto al titular de cada compañía. La asignación es para el total del periodo, si bien la expedición de derechos es anual y las instalaciones deben presentar también anualmente los derechos correspondientes a las emisiones que han tenido lugar el año anterior.

¹⁶ Entre los sectores incluidos en la sección comercial y las plantas o empresas que los componen.

Cada titular debe entregar derechos de emisión a más tardar el 30 de abril de cada año para cubrir sus emisiones del año anterior. Si incurre en un exceso de emisiones, deberá pagar una multa de 100 € por tonelada de dióxido de carbono equivalente (40 € durante el periodo del primer PNA).

Las compañías cubiertas por el sistema ETS tendrán que registrar sus emisiones de forma electrónica. Las empresas españolas deben abrir una cuenta en el Registro Nacional de Derechos de Emisiones (RENADE) para así poder facilitar el seguimiento de la expedición, titularidad, transferencia y cancelación de los derechos de emisión, y facilitar la comprobación del cumplimiento de las obligaciones de Kyoto. En ellas se tomará nota de sus actuaciones en lo que respecta a los valores que dan derecho a emitir una tonelada métrica de CO₂ y que pueden negociarse en bolsa¹⁷.

Las empresas pueden participar en el mercado de CO₂, lo que se materializa en España a través de la iniciativa privada SendeCO₂. Según las cifras ofrecidas, en 2007 negoció 6,5 millones de toneladas, cifra que triplica el volumen movido por esta bolsa española de la contaminación en 2006.

Los derechos de emisión negociados en Europa han alcanzado la cifra de 1.800 millones de toneladas de CO₂, frente a los 1.000 millones de 2006 y a los 360 millones de 2005, un 500 por 100 más en 36 meses; lo que pone de manifiesto el dinamismo de este mercado incipiente¹⁸. Sin embargo, este crecimiento ha venido acompañado de importantes desequilibrios, causados, entre otras razones, por la alta volatilidad en la evolución en el precio, la asimetría informativa e inmadurez del mercado, las deficiencias en la estructura operacional y, en especial, por la aparente “sobreasignación” inicial de cupos de emisiones de CO₂, por parte de los gobiernos de la UE, a las plantas europeas afectadas¹⁹.

En mayo del 2006 la UE puso de manifiesto que el balance entre lo asignado para el 2005 y las emisiones efectivamente verificadas arrojaba un superávit de alrededor de unos 100 Millones de Derechos. Esto dio lugar a la caída del precio del derecho de emisión del PNA 2005-2007, que pasó de casi 30 euros a valores cercanos a 6 euros en diciembre de 2006. Además, el análisis pormenorizado de las emisiones verificadas por sectores, revelaba que el reparto no había sido equitativo, puesto que, a pesar de que el saldo era en su conjunto excedentario, el sector energético era en su mayoría deficitario. En concreto, el balance para España fue deficitario en casi 10,5 millones de derechos de emisión y se repartía de forma desigual: mientras que el sector industrial presentaba en su gran mayoría excedentes de derechos de emisión, el déficit se concentraba en su mayoría en las empresas energéticas (Tordable Parcerisa, 2007).

Esa situación, generada mayoritariamente por una asignación de derechos por parte de los gobiernos de la UE en general demasiado laxa, ha dificultado el buen funcionamiento del mercado, puesto que la inexistencia de escasez obstaculiza la formación de precios por el propio mercado y la libre interacción de sus participantes.

¹⁷ Los tres valores que pueden negociarse en bolsa son:

- EUAs: derechos de emisión procedentes de la asignación del gobierno.
- CERs: créditos de reducción de emisiones, que se obtienen con proyectos en Mecanismos de Desarrollo Limpio (países en vías de desarrollo).
- ERUs: Unidades de reducción de emisiones, por proyectos de Implementación Conjunta (en países industrializados).

¹⁸ Reflejo de este dinamismo es la absorción por la Bolsa de Nueva York, de la Bolsa de CO₂ francesa Powenest Carbon.

¹⁹ Lo cual puede resolverse, en cierto modo, con pujas en lugar de con asignaciones gratuitas.

El precio de los derechos de emisión ha mantenido una paulatina e incesante caída durante 2007, que se mantuvo durante el verano en 0,08 €y que incluso alcanzó la cifra de 0,03 €. A estos niveles de precios el objetivo prioritario no se logra, puesto que no se incentiva a las empresas a reducir sus emisiones, sino a acudir al mercado a comprar los derechos necesarios para cumplir la normativa. Sin embargo, en el último trimestre del año, ante la cercanía del segundo periodo del mercado, la cotización ha ascendido vertiginosamente hasta llegar a superar los 22 €²⁰

Pero hay que tener en cuenta que existen otros factores que han influido y van a influir en el comercio de emisiones y en valor final de derecho de emisión (Villalba, 2007, p. 12). Todas aquellas variables que afecten a la oferta y a la demanda de CO₂ pueden modificar sensiblemente la cotización. Cabe destacar, en primer lugar, las condiciones climatológicas. Por ejemplo, un invierno de temperaturas suaves disminuirá la demanda de energía o una primavera lluviosa permitirá disponer de energía hidráulica, menos contaminante, para satisfacer la demanda energética. Y en segundo lugar, el precio de las materias primas, como carbón, gas y petróleo. Cuando los precios del gas y del petróleo suben, las industrias tienden a consumir más carbón, que es más barato, pero contamina más. Este aumento en las emisiones presiona al alza el precio del derecho de emisión en el mercado de CO₂.

Además, no hay que olvidar que las industrias sujetas a este mercado presentan dimensiones muy variadas. En el mercado interactúan miles de empresas pequeñas pertenecientes a sectores atomizados, con grandes grupos energéticos, acostumbrados a operar en mercados no financieros (como el de futuros eléctrico). Estos últimos se han convertido en los protagonistas del mercado, puesto que han desarrollado mucho poder sobre su funcionamiento y su precio, en función de sus necesidades puntuales y discrecionales de compra y venta y de los volúmenes que necesitan en cada momento²¹.

Por otro lado, hay que considerar las variables más relevantes de naturaleza estructural que pueden afectar al mercado. Además de la entrada progresiva al mercado de CO₂ de nuevos países, y el buen funcionamiento de los registros nacionales, que faciliten el control de las transacciones desarrolladas en el mercado, es fundamental que el marco normativo en el que se desenvuelve el mercado sea fiable. En este sentido, hemos de tener en cuenta que estamos en pleno proceso de puesta en marcha del mercado definitivo, que necesita que las políticas, tanto de la UE como de los gobiernos, sean rigurosas, creíbles y plausibles. De igual modo, sería necesario que la Cumbre de Copenhague, a celebrar en diciembre de 2009, marque las pautas a seguir más allá de Kyoto.

A pesar de todo, podemos pensar entonces que la bolsa europea tiene "futuro a largo plazo", incluso pese a las incertidumbres que le rodean, ya que tiene posibilidades de crecimiento, hay una constante entrada de nuevos participantes e, independientemente de los resultados de la próxima Cumbre de Copenhague, la Unión Europea tiene establecida una reducción del 20 por 100 en sus emisiones.

²⁰ Son abundantes los estudios económicos que consideran un precio bastante probable 20 €por tonelada. Hay que tener en cuenta la relevancia de estas estimaciones para calcular el coste que para cada país puede suponer la compra de derechos de emisión. Respecto al coste de cumplir el Protocolo de Kyoto para España, ver, entre otros, Arlandis (2004), Nieto y Santamaría (2004), Ocaña (2003).

²¹ De hecho, la actividad compradora de las empresas energéticas en la primera mitad del año 2006 forzó el precio claramente al alza, mientras que la ausencia de demanda de derechos en los últimos meses del año contribuyó al hundimiento del precio.

Si bien es cierto que los PNA y el sistema ETS son instrumentos para que los estados miembros de la UE cumplan sus compromisos con el Protocolo de Kyoto, también lo es que repercuten especialmente en los sectores eléctrico y de gran consumo de energía, de los que se espera reaccionen bajando las emisiones de CO₂ al menor coste posible.

El sector eléctrico se ha mostrado especialmente preocupado por las siguientes cuestiones²². En primer lugar, la implementación del PAN, puesto que la carga de la reducción de las emisiones de CO₂ se centra sólo en algunos sectores de la economía y no es compartida por otros como el transporte, las economías domésticas o la agricultura, que también son fuentes relevantes de emisión de gases de efecto invernadero. Además, en los primeros planes la distribución de los derechos de emisión se realiza atendiendo al historial de la industria, algo que muchas de las industrias europeas no consideran adecuado para posteriores repartos.

En segundo lugar, y como veremos más adelante en cifras, es sobre el sector de generación de electricidad sobre el que recae la obligación de reducir de forma importante las emisiones de CO₂. Para ello debe modificar su estrategia a corto plazo, tanto en lo que se refiere a la sustitución de combustibles como a la gestión de su cartera. A largo plazo debe realizar cambios estructurales si quiere satisfacer los aumentos en la demanda de electricidad con menos consumo de carbón.

Por último, señalar el aumento en los costes que supone internalizar las externalidades negativas, como los gases de efecto invernadero. Esto significa un aumento en la tarifa, que no gustará a los consumidores. Dado que el mercado eléctrico está intervenido, si el aumento en el coste no se traduce en un aumento en el precio, las empresas pueden optar por intentar reducir costes en el proceso productivo para mantener el margen de beneficios, lo que puede dar lugar, por ejemplo, a poca renovación y transformación en el sector, y como consecuencia, cortes en el suministro. Adicionalmente, el aumento en los costes va a significar una pérdida de competitividad respecto a empresas eléctricas que no están obligadas a asumirlos. Esto implica que las empresas del sector eléctrico no están incentivadas a trasladar a precios el aumento en costes²³.

En contraposición, las ventajas que pueden presentarse en el ámbito del I+D+i y de la eficiencia energética no se vislumbran a corto y medio plazo.

4. ANÁLISIS DE CAMBIOS EN EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL: OFERTA DE ENERGÍA

Con el fin de cumplir los compromisos derivados del Protocolo de Kyoto se han llevado a cabo diferentes políticas aplicadas al sector eléctrico. Siguiendo a Becker (2007), pueden separarse, por un lado, en políticas de oferta, con el objetivo de que el proceso de transformación y suministro de la energía se desempeñe con el menor impacto ambiental posible y por otro lado, en políticas de demanda, cuyo objetivo es optimizar la utilización final de la energía y fomentar el ahorro energético.

En lo que respecta a las políticas de demanda, deben conseguir un comportamiento del consumo más racional, que permita complementar los esfuerzos realizados desde el

²² Ver Leffler (2005, pp. 18-19) y Gijón von Kleist (1995, p. 87).

²³ Sectores industriales con gran consumo de energía, como cemento, vidrio y papel, se pueden ver doblemente afectados, por el aumento en las tarifas eléctricas y por estar obligados a asumir el coste de sus emisiones, con la pérdida de competitividad que esto puede suponer.

lado de la producción. En este sentido, la Administración ha puesto en marcha una serie de medidas que se han publicado en la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012, que centra sus esfuerzos en siete sectores clave de la economía, para los que ha desarrollado medidas específicas²⁴.

Las políticas de oferta, con el ánimo de promover una estructura de tecnologías de generación de electricidad baja en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), han impulsado el papel de las energías renovables, cuyo mayor desarrollo contribuye a garantizar el suministro, ya que reduce la dependencia exterior de nuestra economía y afecta positivamente a la actividad industrial, el empleo y el desarrollo rural. Las políticas de apoyo a las energías renovables se constatan en el acuerdo llamado 3/20, aprobado por el Consejo Europeo en marzo de 2006²⁵, y en el vigente Plan de Energías Renovables 2005-2010, elaborado por la Administración española y cuyo objetivo principal es que en 2010 el 12 por 100 de la energía primaria provenga de fuentes renovables.

Además del apoyo a las energías renovables, las medidas de política de oferta más relevantes para el sector eléctrico se han centrado en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a través del comercio de emisiones.

Potencia instalada

Como se ha comentado anteriormente, la adopción por parte de España del Protocolo de Kyoto implica, para el sistema eléctrico, cambios fundamentales relativos sobre todo a las fuentes primarias de producción de energía eléctrica. La necesidad de reducción de emisión de gases contaminantes exige un cambio en el patrón de producción, sustituyendo las fuentes más contaminantes por otras más respetuosas con el medioambiente. En este apartado se analiza ese cambio vivido en el sistema desde una perspectiva temporal más amplia para poder reflejar todas las implicaciones de dicho compromiso. El análisis se realiza desde el lado de la oferta para lo cual revisamos los cambios sufridos en la potencia instalada (medida en MW, Megavatios) en el sistema eléctrico y los cambios vividos en cuanto a la efectiva utilización de esa potencia, medido por la producción (en GWh, Giga vatios-hora) recogida en el balance eléctrico nacional. Dejamos de lado el análisis de la demanda puesto que, dado el limitado volumen (tanto en número como en cantidad demandada) de agentes que acuden al mercado libre frente a los que están sometidos a tarifa, consideramos que la demanda de energía eléctrica es poco sensible a los cambios en costes²⁶. No obstante, no se debe olvidar que la oferta de energía debe adecuarse a dicha demanda y que un fuerte crecimiento de ésta implicará mayores necesidades energéticas, por tanto, mayor potencia instalada o mayor uso de la capacidad existente, si es posible.

²⁴ Los sectores clave son: industria, transporte, edificación, servicios públicos, equipamiento residencial y ofimático, agricultura y transformación de la energía.

²⁵ Los tres objetivos del 20 por 100 son los siguientes: en primer lugar, el volumen de producción de energía renovable sobre el consumo de la Unión Europea ha de alcanzar el 20 por 100; en segundo lugar, se debe aumentar en un 20 por 100 la eficacia energética y, por último, se ha de disminuir en un 20 por 100 el volumen de emisiones de GEI respecto a las emisiones de 1990.

²⁶ Los agentes demandantes del mercado que no acuden al mercado libre, sino que están sometidos a tarifa, pagan un precio fijo por la energía consumida, independientemente de los costes de producción o de cualquier otro aspecto.

CUADRO 1. POTENCIA INSTALADA. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

Año	2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	MW	%										
Tecnología												
Hidráulica	16.586	28,37	16.657	27,21	16.657	24,34	16.657	22,52	16.658	21,15	16.658	18,36
Nuclear	7.816	13,37	7.876	12,86	7.876	11,51	7.867	10,64	7.716	9,80	7.716	8,51
Carbón	11.565	19,78	11.565	18,89	11.565	16,90	11.424	15,44	11.934	15,15	11.867	13,08
Fuel / gas	10.288	17,60	6.930	11,32	6.930	10,13	6.647	8,99	9.425	11,97	8.758	9,65
Ciclo Combinado		0,00	4.934	8,06	8.258	12,07	12.224	16,53	16.410	20,84	22.097	24,36
Total Régimen ordinario	46.255		47.422		51.313		54.829		62.144		67.096	
Eólica		0,00	5.361	8,76	8.351	12,20	9.800	13,25	11.279	14,32	13.606	15,00
Resto Régimen especial		0,00	8.440	13,79	8.761	12,80	9.342	12,63	9.669	12,28	10.021	11,05
Total Régimen especial	12.214		13.801		17.112		19.142				23.626	
Total	58.469	100,00	61.223	100,00	68.425	100,00	73.970	100,00	78.754	100,00	90.722	100,00

Fuente: REE "Informe del Sistema eléctrico español" (varios años) y elaboración propia

En el cuadro 1, evolución de la potencia instalada, se presentan los datos para el periodo 2002-2007 de la potencia instalada por tipo de generación. Como se puede observar, la producción de electricidad se realiza básicamente a través del régimen ordinario, que incluye la producción a partir de las fuentes de producción "tradicionales" -hidráulica, térmica de carbón, nuclear, térmica de fuel/gas y ciclos combinados-, y el régimen especial, en el que destaca la producción eólica.

El análisis de la producción del régimen ordinario muestra la gran importancia de la producción hidráulica, aunque su participación decrece a lo largo del periodo, fundamentalmente por el crecimiento de los ciclos combinados. Algo similar sucede con la producción nuclear. Ambas tecnologías son las más respetuosas con el medioambiente, desde la perspectiva del protocolo de Kyoto, al tener cero emisiones de gases contaminantes. En el primer año analizado, la potencia instalada de ambas tecnologías en conjunto suponía más de un 41 por 100 del total de la potencia del sistema eléctrico español, mientras que en 2007 apenas llegaban al 27 por 100 de dicha potencia instalada. En cuanto a la seguridad de utilización hay que señalar que, mientras que la energía producida por centrales hidráulicas depende de la pluviosidad de cada año, la producción nuclear se encuentra entre las formas más seguras de generación eléctrica, desde el punto de vista de la seguridad de suministro²⁷. En el bienio 2005-2007, periodo de aplicación del primer Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión, se mantuvo la tendencia decreciente respecto a la potencia instalada de este tipo de tecnologías frente al total nacional.

²⁷ Se entiende por seguridad de suministro como la capacidad de un sistema eléctrico de ofrecer a los usuarios finales electricidad con un cierto grado de continuidad y calidad, de forma sostenible (Eurelectric, 2006, p. 6).

La otra tecnología que está sufriendo los cambios más importantes por la aplicación del Protocolo de Kyoto es la producción térmica, tanto de carbón como de fuel/gas. Los planes nacionales de asignación prevén la desaparición de estas fuentes de producción, muy contaminantes en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero. El problema es que gran parte de nuestro sistema descansa en esa producción, sobre todo en el carbón, y es muy difícil reducirla, así aunque la participación ha decrecido lo ha hecho en mucha menor medida, pasando de tener una potencia instalada de carbón de casi el 20 por 100 en 2002 al 13 por 100 en 2007. En el del fuel-gas, a pesar de que su participación se ha reducido de en casi un 50 por 100, la potencia total en MW se redujo mucho en el periodo 2002-2005, pero creció en 2006 para volver a descender ligeramente en 2007. En este caso aparecen problemas de tipo geográfico ya que muchas de las centrales que utilizan este tipo de tecnologías se encuentran situadas en los sistemas extrapeninsulares, por lo que su sustitución por otras fuentes resulta más compleja.

Pero sin duda, lo más destacable del periodo en cuanto a la potencia instalada en régimen ordinario es el espectacular crecimiento vivido por los ciclos combinados. Este tipo de tecnología no existía en nuestro sistema eléctrico en 2002 y ha llegado a suponer casi la cuarta parte de la potencia total del sistema en 2007 (con un total de más de 22.000 MW instalados, muy por encima de cualquier otra fuente de producción). Los problemas de esta fuente de producción son, en nuestra opinión, dos: por un lado, es una tecnología que emite gases contaminantes, aunque menos que otras térmicas, por lo que -aunque ayuda a cumplir nuestro compromiso de reducción de emisiones- no es una energía “limpia”; y por otro lado, al no tener recursos propios (gas) supone un problema adicional en cuanto a seguridad de suministro de la fuente primaria, además de que los precios del gas están indexados al del petróleo con la consiguiente elevación de costes de producción.

Desde el punto de vista de la producción en régimen especial, también hay una tecnología cuyo crecimiento en el periodo considerado destaca de forma muy clara: la instalación de parques eólicos. Este tipo de generación ha pasado de no existir en 2002 a suponer un 15 por 100 del total de la potencia instalada en 2007, con un crecimiento continuado a lo largo de todos los años analizados. Aunque este tipo de producción es muy barata (costes variables muy bajos) y “limpia”, presenta el grave problema de la falta de seguridad en cuanto a la posible “programación” e incluso efectiva utilización de la misma. Es decir, por un lado, su uso depende de que se den ciertas condiciones de viento (dirección, velocidad, etc.), y por otro, no es posible conocer, de momento, con antelación la posibilidad de utilización de esta tecnología para la efectiva atención de la demanda.

En el cuadro 2 se recoge, a modo de resumen, la variación experimentada por cada tipo de tecnología en el periodo. Como ya adelantamos destaca el fuerte crecimiento de los ciclos combinados y parques eólicos frente a la reducción de fuel/gas y el mantenimiento de la hidroeléctrica y la nuclear.

Balance eléctrico nacional

Una vez analizada la composición de la potencia instalada de cada tipo de tecnología de nuestro sistema eléctrico, conviene analizar la efectiva participación de cada una de ellas en la atención de la demanda en cada momento. Es decir, lo importante para un sistema es tener tecnologías disponibles que sean adecuadas a las

necesidades de producción. Para este análisis se utilizan los datos del balance eléctrico nacional, publicados por Red Eléctrica de España.

CUADRO 2: VARIACIÓN ANUAL DE LA POTENCIA INSTALADA

Año	% 2003/2002	% 2004/2003	% 2005/2004	% 2006/2005	% 2007/2006
Tecnología					
Hidráulica	0,43	0,00	0,00	0,01	0,00
Nuclear	0,77	0,00	-0,11	-1,92	0,00
Carbón	0,00	0,00	-1,22	4,46	-0,56
Fuel / gas	-32,64	0,00	-4,08	41,79	-7,08
Ciclo Combinado		67,37	48,03	34,24	34,66
Eólica		55,77	17,35	15,09	7,97
Resto Régimen especial		3,80	6,63	3,50	20,63
Total	4,71	11,76	8,10	6,47	3,64

Fuente: Datos REE y elaboración propia

Como se puede observar en el balance eléctrico nacional, en el año 2002 la mayor parte de la demanda se atendía con producción nuclear (más de un 28 por 100) y carbón (casi un 37 por 100). Ambas tecnologías, como se acaba de señalar, han mantenido unos datos de potencia instalada que no se han incrementado (incluso se han reducido) en el periodo. Incluso así, en 2007 seguían atendiendo a más del 45 por 100 de la demanda, mientras que la potencia instalada de ambas era de apenas un 21 por 100.

La producción hidráulica está condicionada, lógicamente, por la pluviosidad del año considerado. De esta forma, a pesar de ser más del 28 por 100 de la potencia instalada en 2002, atendió a poco más del 10 por 100 de la demanda. Este porcentaje es incluso menor en años de bajas precipitaciones. Así, en el periodo 2005-2007, de aplicación del primer PNA su participación en el balance eléctrico estuvo entre el 7 y el 9 por 100, muy inferior al del resto de fuentes de producción de régimen ordinario a excepción del fuel/gas.

A propósito del fuel/gas, su aportación al balance eléctrico es la que más se ha reducido en el periodo considerado, pasando de ser más del 13 por 100 a poco más del 3 por 100; es decir, una reducción de casi 10 puntos porcentuales.

Desde luego que en el balance eléctrico se refleja el fortísimo crecimiento de la potencia instalada de ciclos combinados, llegando a representar más del 25 por 100 de la producción eléctrica en 2007, cercana a la del carbón (26 por 100). Eso sí, a pesar de producir la misma cantidad de energía (unos 73.000 GWh), tiene casi el doble de potencia instalada que la del carbón. Por tanto, de nuevo se aprecia que no todas las tecnologías son igual de eficientes por lo que, para definir un sistema eléctrico de confianza con las nuevas tecnologías disponibles habrá que incrementar la potencia instalada en una cantidad mucho mayor que los MW que existían previamente. Ello, lógicamente, supone unos altos costes fijos (de instalación) y un exceso de capacidad

que, en caso de no ser utilizada, supondrá inversiones poco rentables que deberemos asumir vía precio de la electricidad producida efectivamente.

CUADRO 3. BALANCE ELÉCTRICO NACIONAL

Año	2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	GWh	%										
Tecnología												
Hidráulica	22.560	10,08	38.774	16,11	29.777	11,59	19.170	7,13	25.330	9,13	26.381	9,21
Nuclear	63.016	28,15	61.875	25,70	63.606	24,76	57.539	21,41	60.126	21,68	55.046	19,21
Carbón	82.310	36,77	75.796	31,48	80.097	31,18	77.393	28,80	69.326	25,00	74.946	26,15
Fuel/gas	30.286	13,53	17.703	7,35	17.912	6,97	10.013	3,73	14.432	5,20	10.771	3,76
Ciclo Combinado		0,00	14.990	6,23	28.974	11,28	48.840	18,17	67.012	24,16	72.461	25,28
RÉGIMEN ORDINARIO	198.172	88,52	209.138	86,87	220.365	85,79	212.955	79,24	236.226		239.606	
- Consumos en generación	-9.155	-4,09	-8.886	-3,69	-9.550	-3,72	-9.080	-3,38	-9.770	-3,52	-9.460	-3,30
Eólica		0,00	12.140	5,04	15.916	6,20	20.377	7,58	22.924	8,27	27.026	9,43
Resto Régimen especial	34.858	15,57	28.351	11,78	30.143	11,73	29.987	11,16	27.959	10,08	29.416	10,26
GENERACIÓN NETA	223.875		240.743		256.874		268.756		277.339		286.588	
- Consumos en bombeo	-6.957		-4.678		-4.605		-6.709		-5.261		-4.421	
+ intercambios internacionales	5.329		1.264		-3.027		-1.343		-3.280		-5.803	
DEMANDA	222.247		237.329		249.242		260.704		268.799		276.365	

Fuente: Datos REE y elaboración propia

Algo similar ocurre con la producción eólica del régimen especial. A pesar de ser el 15 por 100 del total de la potencia instalada, año 2007, atendió a sólo un 9,4 por 100 de la demanda en ese año. Sin embargo, también hay que decir que esta tecnología sufrió un fuerte crecimiento en su aportación al balance energético en todo el periodo (por encima del 12 por 100), superior incluso al de los ciclos combinados (que no llegó al 10 por 100). Este fuerte incremento puede considerarse una respuesta positiva al Plan de Energías Renovables 2005-2010 con el que el gobierno pretende impulsar la utilización de energías alternativas y que faciliten el cumplimiento de los objetivos del protocolo además de reducir la dependencia exterior en materia energética.

Desde el punto de vista analizado, claramente la producción con energía nuclear es la más segura y eficiente, pues a pesar de ser en el año 2007 apenas un 8,5 por 100 del total de la potencia instalada generó casi una quinta parte de la electricidad consumida. Algo similar ocurre en todos los años analizados.

En resumen y centrándonos en el periodo de aplicación del primer PNA, la generación estrella ha sido la producida por centrales térmicas de carbón, a pesar de su supuesta reducción, seguida muy de cerca por los ciclos combinados, que también son contaminantes pero para cuyas emisiones hubo gran cantidad de reserva de derechos.

Las centrales de fuel/gas redujeron su participación, excepto en 2006, mientras que las centrales hidráulicas, a pesar del gran número de MW instalados, no llegaron a atender ni al 10 por 100 de la demanda. En el régimen especial destaca de forma muy interesante el crecimiento de la aportación de la energía producida por las centrales eólicas.

En todo el análisis anterior hay que tener en cuenta, además del crecimiento de la potencia instalada, el crecimiento de la demanda, pues como ya se ha dicho, para atender a la demanda de forma segura con cierto tipo de tecnología es necesario tener más cantidad de MW instalados que con otras. Asimismo, si la demanda crece mucho el problema se agravará al ser necesario un crecimiento de potencia instalada incluso mayor. La evolución de la demanda presenta fuertes incrementos en la primera mitad del periodo (sobre todo en 2003-2004) que se estabilizan en torno al 3 por 100 en la segunda mitad (2005-2007). En todo caso, es un crecimiento muy intenso que empeora nuestra situación energética pues, ante el agotamiento de recursos propios, nos vuelve más vulnerables ante riesgos de suministro exteriores, sobre todo en el caso de los ciclos combinados. Este enfoque de la demanda abre nueva línea de investigación relativa a la seguridad energética que escapa de los objetivos de este trabajo.

5. EL NUEVO PLAN DE ASIGNACIONES: COMPARACIÓN CON EL PRIMERO

El gobierno español aprobó, mediante Real Decreto 1866/2004 de 6 de septiembre, el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión 2005-2007. Este plan determinó el volumen total de derechos de emisión que se asignan a las instalaciones en cada periodo y el método de asignación. El objetivo básico era que el nivel de emisiones del periodo se estableciera en torno al nivel medio de los años 2000-2002, lo que suponía una cierta reducción respecto al nivel de 2002. A medio plazo, para el periodo 2008-2012, se proponía un esfuerzo adicional para que las emisiones no superen en más de un 24 por 100²⁸ las emisiones de 1990, en este periodo si una empresa supera las emisiones para las que disponga de derechos, deberá comprarlos en el mercado o pagar una multa²⁹.

El PNA 2005-2007 asignaba 174,56 millones de toneladas equivalentes de CO₂ a 972 instalaciones industriales. En este primer plan se asignaron los derechos de forma gratuita, pero en el siguiente, 2008-2012, un 10 por 100 de las asignaciones dejan de ser gratuitas.

En la asignación de ambos periodos se diferencia entre sector eléctrico y resto de sectores, pues reconocen que ambos bloques no son comparables en cuanto a potencial de reducción y exposición a la competencia internacional. Esta hipótesis es la utilizada para justificar el mayor esfuerzo exigido al sector eléctrico. Para el reparto, se tuvo en cuenta en el primer plan, básicamente, los datos históricos de emisiones, reservando, además, una cantidad para nuevos entrantes.

El análisis de los datos del reparto³⁰ del primer Plan muestra que el sector eléctrico fue el segundo que alcanzó un menor grado de cobertura de sus peticiones, con un 93,51

²⁸ Resulta de sumar al objetivo de Kyoto (15 por 100), la estimación de absorción por sumideros (2 por 100) y los créditos procedentes del mercado internacional (7 por 100).

²⁹ Se establece un valor monetario máximo, pero si los beneficios económicos de la infracción supera el importe de la multa, ésta se podrá aumentar hasta el doble del beneficio, con lo que se pretende evitar lo máximo posible las emisiones sin derechos.

³⁰ B.O.E. n° 216, de 7 de septiembre de 2004.

por 100, tan solo superado por el sector de la cal con un 89,15 por 100. Frente a éstos, siderurgia, vidrio y azulejos y baldosas superaron el 97 por 100 de cobertura. El sector eléctrico está por debajo de la media de los sectores industriales y del total del comercio (ésta es del 94,38 por 100. En el cálculo de estas asignaciones se previó incluso el cierre de ciertas centrales.

Para el cálculo de las asignaciones correspondientes a instalaciones del sector eléctrico se partió de las medias históricas de emisiones del periodo 2000-2002 y se siguieron criterios de tipo geográfico y tecnológico³¹.

Entre las alegaciones realizadas al primer Plan por los agentes implicados destacan la falta de representatividad del periodo de referencia de las emisiones históricas (2000-2002), la excesiva agregación sectorial y la falta de claridad en la metodología de asignación (individual y por sectores de actividad).

El Ministerio de Medio Ambiente publicó el listado de emisiones³² correspondiente a cada sector implicado y a cada unidad productiva. Para el sector eléctrico supone una reducción, cada año, de 1.000 kt CO₂, mientras que no se prevé esta reducción en el resto de sectores, e incluso se permite cierto crecimiento para algunas instalaciones.

En la información relativa a la asignación por tipos de centrales, se observa claramente la reducción de los derechos de emisión en dicho periodo (2005-2007) para las centrales de carbón. El tratamiento de las centrales de ciclo combinado es bien distinto, previendo, por un lado, una cierta reducción en 2006 para las centrales que ya están funcionando en 2005 y un ligero incremento en 2007, asignando los mismos derechos a cada una de ellas; por otro lado, asigna una cuantía creciente de derechos para aquellas unidades que comienzan su producción en 2006 ó 2007. Se aprecia claramente el interés y potenciación de este tipo de generación frente a la clásica del carbón. Finalmente, las centrales de fuel (que son las que producen el kWh más caro del parque generador además de ser muy contaminantes) son las que sufren una mayor reducción de emisiones, previendo que sean cero en 2007.

En cuanto al segundo Plan Nacional de Asignación 2008-2012, ha sido aprobado por Real Decreto 1402/2007 de 29 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012. En dicho Real Decreto se establece el volumen total de derechos que se prevé asignar a las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. También establece la metodología de cálculo para la asignación de dichos derechos así como la cantidad de reserva para nuevos entrantes y las reglas de asignación. El motivo de la publicación de este último Real Decreto es que, una vez publicada la asignación inicial, en el periodo de alegaciones, se encontraron errores relativos, fundamentalmente, a la exclusión de instalaciones del listado provisional, por lo que hubo que incluirlas y se redujo el volumen de reserva, manteniendo el volumen total constante.

En relación al sector eléctrico es el que ha sufrido un mayor recorte en los derechos de emisión concedidos. La justificación, según el RD, reside en que “Dada la limitación del volumen total de derechos y la voluntad de realizar una asignación que

³¹ Según este criterio se ha previsto la progresiva desaparición de centrales de fuelóleo y el incremento de la cobertura de la demanda con centrales de ciclo combinado.

³² Obtenido en la p. web del Ministerio de Medio Ambiente, www.mma.es

minimice la posibilidad de incidir negativamente en la competitividad y el empleo, se ha mantenido el criterio de trasladar los esfuerzos adicionales de reducción al sector menos expuesto al comercio internacional y con mayor capacidad de internalizar los costes” (BOE, nº 260, 30 de octubre de 2007, p. 44.052). Es decir, ya se asume que esta reducción en la cuota de emisiones asignadas supondrá una elevación en los costes de producción debida, fundamentalmente, a la necesidad de compra de derechos de emisión. A esto hay que unir el hecho de que la primera emisión de derechos fue gratuita, pero en esta segunda, una parte ya no lo son. Y más aún, como se ha puesto de manifiesto en el apartado relativo al sistema eléctrico español, nuestra apuesta por tecnologías menos contaminantes (eólica y ciclos combinados) exige una mayor capacidad de producción instalada para hacer frente a una demanda creciente. Lógicamente esta capacidad productiva que estará ociosa en diversas ocasiones supone unos elevados costes fijos que deberemos asumir.

El análisis que proponemos para medir alguno de los posibles efectos de estos Planes sobre el sector eléctrico se basa, por una parte, en la cuantía de derechos que le han sido asignados frente a las asignaciones recibidas por el resto de sectores afectados por los planes; y por otro, en los cambios que provocará sobre la producción eléctrica (el mix de producción) la mayor protección al medio ambiente buscada y que ha sido analizado en el punto anterior.

En el cuadro 4 se pone de manifiesto cuál ha sido la asignación promedio de los dos Planes Nacionales de Asignación. Asimismo, en ese cuadro se compara cuál es la relación de ese promedio con las emisiones registradas en 1990. Hemos de recordar que el compromiso es reducir en 2007 las emisiones hasta alcanzar las de 1990 más un 15 por 100 y en 2012 las de 1990 más un 24 por 100.

Como se observa en el cuadro siguiente, al sector eléctrico se le exige el menor crecimiento en las emisiones en el nuevo periodo, de tan sólo el 17 por 100 frente a las emisiones de 1990, muy por debajo del 24 por 100 de objetivo global. De hecho, los datos de asignaciones muestran que el plan nacional 2008-2012 prevé un incremento de emisiones del 22,5 por 100 frente a las de 1990. Pero el objetivo en el escenario básico de cumplimiento, recogido en el propio Plan Nacional 2008-2012 era que las emisiones durante ese periodo no aumenten en más del 37 por 100 las del año base; este objetivo fue modificado por la Decisión de la Comisión de 26 de febrero de 2007, en la que reconocía el exceso de derechos del Plan y obligaba a su reducción. El sector que más ha de reducir sus emisiones (o bien comprar derechos o aplicar alguno de los otros instrumentos previstos por el Protocolo) es siderurgia, cuya asignación de emisiones es inferior a las de 1990 en ambos planes (18,8 por 100 en el primero y 11,7 por 100 en el segundo). Por el contrario, a la industria del papel se le permite un crecimiento espectacular de más de un 130 por 100 en ambos planes. El resto de sectores logran asignación de emisiones por encima de la media en el segundo plan, incluso el de cemento y cal, que es el segundo que mayor volumen de emisiones logra del total y al que se le permite un incremento de más del 38 por 100 en promedio en el periodo frente a las emisiones de 1990.

En el caso del sector eléctrico destaca el hecho de que es el sector que recibe, en conjunto, un mayor volumen de derechos de emisión, casi el 50 por 100 de los mismos, mientras que las industrias del vidrio y papel son las que menos derechos reciben. Esto nos da una idea de la importancia del sector eléctrico, pues su producción es muy superior a la de cualquier otro sector industrial. Quizás por ese motivo el primer plan ya separaba entre sector eléctrico y resto de sectores a la hora de establecer la asignación.

CUADRO 4. COMPARATIVA DE LOS PNAS

Sector	Emisiones 1990	Asignación promedio anual 2005-2007 (sin reserva)	PM (2005-2007)/1990 %	Grado de cobertura /peticiones %	Asignación promedio anual 2008-2012	PM(2008-2012) /1990 %	Asignación 2008-2012 total %
Generación eléctrica	61,61	85,4	38,61	93,51	72,088	17,01	49,38
Refino de petróleo	12,64	15,25	20,65	96,39	16,133	27,63	11,05
Siderurgia	13,83	11,23	-18,80	97,07	12,212	-11,70	8,37
Cemento y cal	22,71	29,991	32,06	94,27	31,427	38,38	21,53
Industria cerámica	4,31	5,625	30,51	94,72	5,796	34,48	3,97
Vidrio	1,78	2,921	64,10	97,13	2,833	59,16	1,94
Pasta de papel, papel y cartón	2,29	5,288	130,92	95,54	5,483	139,43	3,76
Instalaciones mixtas		1,581					0,00
Total Anexo I	119,17	157,286	31,98	94,38	145,972	22,49	100,00

Datos en millones de Tm CO₂

Fuente: BOE nº 19 (22/enero/2005), BOE nº 260 (30/octubre/2007) y elaboración propia

En el caso del sector eléctrico destaca el hecho de que es el sector que recibe, en conjunto, un mayor volumen de derechos de emisión, casi el 50 por 100 de los mismos, mientras que las industrias del vidrio y papel son las que menos derechos reciben. Esto nos da una idea de la importancia del sector eléctrico, pues su producción es muy superior a la de cualquier otro sector industrial. Quizás por ese motivo el primer plan ya separaba entre sector eléctrico y resto de sectores a la hora de establecer la asignación. Hemos de señalar que, en el segundo plan, igual que en el primero las diversas instalaciones sometidas a comercio de emisiones debieron enviar sus peticiones de asignación en el plazo determinado a tal efecto y, una vez recibidas todas las peticiones, en la asignación final se tuvo en cuenta los nuevos entrantes, lo que redujo la cantidad de reserva inicialmente prevista, sin modificar el volumen global de derechos. Además, en este segundo plan, en la generación eléctrica se distinguió entre instalaciones para la producción de energía eléctrica de servicio público (cuyos derechos de emisión se han reducido de 85,400 millones de Tm CO₂ en promedio en el periodo 2005-2007, a tan sólo 54,42 millones en el periodo 2008-2012) e instalaciones de cogeneración y otras (que han recibido derechos por 17,668 millones Tm, frente a los 23,136 del Plan anterior). Por tanto, nos parece muy destacable el fuerte retroceso de derechos que ha sufrido, en general el sector eléctrico. De hecho el promedio de asignación frente a las emisiones de 1990 se ha reducido a, aproximadamente, la mitad de lo recogido en el primer periodo (17 por 100 frente a 38 100); ningún otro sector sufre un cambio tan importante.

También hay que señalar que en la asignación de 54,2 millones de Tm CO₂ propuesta para el sector eléctrico, se ha producido una discriminación negativa sobre la producción mediante ciclos combinados de gas frente a las centrales de carbón. Esta discriminación de debe tanto a la metodología escogida, que se basa en emisiones de un balance energético intensivo en carbón, como también en la aplicación de la misma,

para la cual se han elegido parámetros con un importante sesgo a favor de las centrales de carbón. Recordar que la metodología escogida para asignar los derechos para el sector eléctrico, cada instalación recibe derechos en función de sus emisiones³³.

6. CONCLUSIONES

Existe la idea generalmente aceptada por la comunidad científica internacional de que las naciones que más han contribuido al calentamiento atmosférico han conseguido en general beneficios directos en forma de mayores ganancias comerciales y mejores niveles de vida, pero no han asumido en la misma proporción la responsabilidad por los daños causados con sus emisiones. Los efectos negativos del cambio climático se dejarán sentir en todo el mundo, y de hecho se prevé que las consecuencias más graves tengan lugar en los países menos adelantados, que han producido pocas emisiones.

Los tratados internacionales deben intentar conseguir un delicado equilibrio. Los que se proponen conseguir un apoyo general muchas veces no son lo bastante enérgicos como para resolver los problemas que tratan de solucionar (como se consideraba que la Convención Marco presentaba esa deficiencia, a pesar de sus numerosas y valiosas disposiciones, se creó el Protocolo con la finalidad de complementarla). En cambio, los tratados con disposiciones firmes pueden tener problemas a la hora de conseguir el apoyo necesario para que resulten eficaces. Estos tratados son incluso más complicados cuando tratan de regular sobre una externalidad negativa y de ámbito mundial.

En la actualidad, es cierto que existe una mayor concienciación sobre la problemática medioambiental, lo que se refleja en diversos aspectos, entre los que cabe destacar las acciones a nivel político y económico llevadas a cabo de forma global. Si embargo, estamos en un proceso de adaptación. Si bien es cierto que limitar las emisiones de gases de efecto invernadero es un objetivo loable, y un método que puede contribuir de forma eficiente a conseguirlo es el comercio de emisiones, hay que tener en cuenta dos problemas aún persistentes en el funcionamiento del mercado: 1) La falta de mercados bien organizados y de normas para su seguimiento, y las barreras al comercio, junto con 2) La carencia de datos para verificar las reducciones o aumentos de las emisiones, es decir, de información fiable. Estos obstáculos suponen ineficiencias del mercado, por lo que van a dificultar el logro de la solución más eficiente. Entre otras razones, porque suponen unos elevados costes de transacción. Cuanto mayor sea el proceso de puesta en marcha del mercado de emisiones, y más dudas existan sobre el funcionamiento del mismo por la carencia de normas claras, especialmente a largo plazo, mayores serán los costes de transacción y más difícil internalizar el coste de las emisiones y conseguir la solución eficiente.

A largo plazo, el sector eléctrico debe someterse a cambios estructurales para conseguir convertirse en un sistema productivo sostenible con bajas emisiones de CO₂. Pero sus transformaciones estarán marcadas por la evaluación de las normas, la estabilidad de los precios y la rentabilidad de la industria. En todo caso se le exige un esfuerzo muy superior al del resto de sectores y dichos cambios en la estructura productiva, además de encarecer la energía eléctrica producida, pueden suponer un mayor riesgo de suministro y de atención de la demanda en condiciones óptimas de calidad y continuidad del abastecimiento. Lo que desde luego se puede observar de los dos Planes Nacionales de Asignación es el mayor esfuerzo en la reducción de emisiones exigido al sector eléctrico frente al resto de sectores de comercio. Esta conclusión se

³³ Ver Becker (2007, p. 40).

puede deducir de la revisión de las asignaciones concedidas al sector eléctrico frente a las del resto de sectores de comercio. Sin embargo, hemos de señalar que dicho comercio de emisiones es tan sólo uno de los posibles mecanismos de los que dispone la industria para cumplir con sus niveles de emisiones. Un análisis completo incluiría también el resto de mecanismos previstos por el Protocolo para alcanzar sus objetivos y que no han sido tratados en este trabajo, dejando un campo abierto para una posterior revisión y ampliación. Teniendo en cuenta únicamente el mecanismo citado, el sector eléctrico se enfrenta, por un lado, a un posible aumento de costes de producción, si los derechos a adquirir dejan de ser gratuitos³⁴, como parece que va a suceder si se quiere lograr un mercado eficiente, y por otro lado, a un posible problema relativo a un menor nivel de seguridad de suministro, debido a los cambios que, desde la oferta de electricidad, es necesario realizar para cambiar el mix de producción y lograr un sistema más respetuoso con el medio ambiente.

Es importante señalar que, si bien inicialmente se abogó por el comercio de emisiones frente a la imposición, en la actualidad en algunos sectores se están planteando dudas al respecto. Muchas industrias consideraron más favorable un sistema de compraventa de emisiones con una distribución inicial de permisos gratuita, frente a la tributación medioambiental. Sin embargo, los empresarios de algunos sectores implicados en el PNA, como el eléctrico, se están preguntando si no hubiera sido mejor un aumento impositivo medioambiental que afecte a todos los sectores, incluidos transporte y economías domésticas. Y es que existe el temor de que la mayor parte de la carga relativa al cumplimiento de reducción de emisiones recaiga sobre ellos, obligándoles a comprar derechos de emisión y a hacer costosos esfuerzos en cambios de tecnología, que no redunden positivamente en su competitividad³⁵.

De hecho, el Comité del Cambio Climático Europeo ha hecho notar a la Comisión de las Comunidades Europeas su inquietud por el hecho de que, a la hora de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, España depende en gran medida de sectores no sujetos al comercio de emisiones³⁶.

Desde que el mercado de derechos de emisión entró en funcionamiento se ha observado un gran dinamismo y un fuerte crecimiento del mismo. Este periodo ha servido como ensayo para las empresas que, por primera vez, se han visto inducidas a participar en este nuevo mercado bursátil sin experiencia financiera previa para ello.

En resumen, este trabajo ha intentado realizar una primera aproximación a cerca de cómo puede influir el establecimiento de “derechos de emisión” (gratuitos o no) y el comercio de emisiones en el sector eléctrico español. Un análisis más profundo y que será tenido en cuenta en posteriores trabajos, incluirá otros mecanismos utilizados por el sector eléctrico para alcanzar el cumplimiento de sus cuotas de emisión, en concreto, el MDL y las AC.

³⁴ Este mayor coste, si no se ve reflejado en un aumento de tarifa, podría dar lugar a un incremento del ya existente déficit tarifario, puesto que las centrales productivas de régimen ordinario han visto reducida su retribución como consecuencia de la asignación gratuita de derechos (Real Decreto Ley 11/2007, por el que se detrae de la actividad de producción de energía eléctrica el mayor ingreso derivado de la asignación gratuita de derechos de emisión de gases de efecto invernadero).

³⁵ La mayor dificultad para la implantación de tasas medioambientales es calcular y justificar su importe a través de estudios económicos y financieros.

³⁶ Comisión de las Comunidades Europeas de 26 de febrero de 2007.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Arladis, F. (2004): “Reflexiones sobre el cumplimiento del Protocolo de Kioto”, *Revista Valenciana de Economía y Hacienda*, nº 10, pp. 9-28.
- Becker, F. (2007): “Las políticas medioambientales en el sector energético”, *Economistas*, nº. 113, pp. 33- 42.
- Buñuel González, M. (1999): “El Uso de Instrumentos Económicos en la Política del Medio Ambiente”, Consejo Económico y Social (CES), Colección Estudios, nº 75.
- Buñuel González, M. (2006): *Tributos medioambientales y permisos de emisión negociables como incentivo a la eficiencia energética*, Institución: Enteco Consulting, SRL, Comunicación técnica en el 8º Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA): Cumbre del Desarrollo Sostenible, celebrado en Madrid del 27 de noviembre al 1 de diciembre de 2006.
- Buñuel González, M. (2007): *Los instrumentos económicos como incentivo a la eficiencia energética*, ene Falcón y Tella (coord), *Estudios sobre fiscalidad de la energía y desarrollo sostenible*, CD-ROM, pp. 369-384.
- Bustos, M. (2003): *La Directiva 2003/87/ce de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la UE. Guía Básica. 50 preguntas y respuestas*, Barcelona.
- Coase, R.H. (1960): “The problem of social costs”, *Journal of Law and Economics*, vol. 3, nº 1, pp. 1-44.
- Comisión de las Comunidades Europeas (2005): La acción de la UE contra el cambio climático. El comercio de derechos de emisión de la UE: un régimen abierto para fomentar la innovación global, Oficina de Publicaciones Oficiales de la Comunidad Europea, Luxemburgo.
- Comisión de las Comunidades Europeas (2007): Decisión de la Comisión de 26 de febrero de 2007 relativa al plan nacional de asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero notificados por España de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Comisión de las Comunidades Europeas (2008): Evaluación de impacto. Documento de acompañamiento del paquete de medidas para la aplicación de los objetivos de la UE sobre el cambio climático y la energía renovable hasta 2020, (http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/sec_2008_85_ia_es.pdf)
- Estados Miembros de la Unión Europea (2004, 2007): Planes Nacionales de Asignación (http://europa.eu.int/comm/environment/climat/emission_plans.htm)
- Eurelectric (2006): *Security of Electricity Supply: Roles, responsibilities and experiences within the EU* (www.eurelectric.org)
- Falcón y Tella, R. coord. (2007): *Estudios sobre fiscalidad de la energía y desarrollo sostenible*, CD-ROM, Instituto de Estudios Fiscales.
- Fernández, M. (2006): *CO₂ a precio de saldo*, (<http://www.madrimasd.org/informacionidi/noticias/noticia.asp?id=28212>).
- Fernández, M. y Lucas, G. (2008): *CO₂ tres años más viejo y 15€ más caro*, Expansión, 2-enero 2008.

- Gijón Von Kleist, R. (2005): “Efectos del Protocolo de Kyoto y de la directiva de comercio de emisiones sobre el sector productivo español”, *Información Comercial Española*, mayo 2005, nº 822, pp. 79-89.
- González, C.L. (2005): “El Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión 2005-07: implicaciones para la industria española”, *Información Comercial Española*, mayo 2005, nº 822, pp. 109-130.
- Lázaro, L.E. (2005): “Cambio climático, Protocolo de Kioto y economía española”, *Economistas*, nº 108, pp. 301-307.
- Leffler, N. (2005): “Comercio de emisiones”, *Revista ABB*, nº 3/2005, pp. 14-19.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo e Instituto para la diversificación y ahorro de energía (2005): *Plan de Energías Renovables*, Madrid.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo e Instituto para la diversificación y ahorro de energía (2005): *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. E-4. Plan de Acción 2005-07*, Madrid.
- Nieto, J. y Santamaría, J. (2004): *El impacto económico del Protocolo de Kyoto en España*, <http://www.ccoo.es/publicaciones>
- Ocaña, C. (2003): *El impacto del Protocolo de Kyoto sobre la economía española*, <http://catedrasamca.es>
- Real Decreto 1866/2004 de 6 de septiembre por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión, 2005-07.
- Real Decreto 60/ 2005 de 21 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1866/2004 de 6 de septiembre por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión, 2005-07.
- Real Decreto 1370/2006 de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-12.
- Real Decreto 1402/2007 de 29 octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-12.
- Real Decreto-Ley 11/2007, por el que se detrae de la actividad de producción de energía eléctrica el mayor ingreso derivado de la asignación gratuita de derechos de emisión de gases de Efecto Invernadero.
- Tordable Parcerisa, J. (2007): *El Mercado de Emisiones de CO₂ en 2006: Éxito y Crecimiento exponencial pero con desequilibrios* (<http://www.sendeco2.com/spanish.php?entry=entry070123-120751>).
- Tol, R.S.J. (2005): “The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of uncertainties”, *Energy Policy*, nº. 33, pp. 2064-2074.
- Unda Urzaiz, J. I. (2004): El comercio de emisiones en el mercado eléctrico, *Cinco Días*, 21-12-2004.
- UNFCCC (1997): *Protocolo de Kyoto*, (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>)
- REE (varios años): *El sistema eléctrico español*. <http://www.ree.es>
- Villalba, A. (2007): *La bolsa de SendeCO₂*, I Foro de la Responsabilidad Ambiental y el Desarrollo Sostenible, Murcia, mayo de 2007, (consultado el 17-marzo-2008) http://www.escueladesarrollosostenible.es/pdfs/foro_sendeco_ponencia.pdf

Yábar A. (2007). “La equidad en el diseño de una solución cooperativa para el post-Kioto”, *Economistas*, nº 113, pp. 93-101.