

# LA DIRECTIVA SOBRE EL MERCADO DE DERECHOS DE EMISIÓN EN LA UE Y SUS EFECTOS SOBRE LOS SECTORES PRODUCTIVOS ESPAÑOLES

---

Pablo del Río González\*

---

Fecha de recepción: 10 de marzo de 2005

Fecha de aceptación y versión final: 21 de abril de 2005

**Resumen:** La Directiva 87/2003/EC, por la que se establece un sistema de comercio de emisiones de CO<sub>2</sub> en la UE a partir del 1 de enero de 2005 constituye la primera y mayor experiencia internacional de este tipo en el mundo. Aunque hay que alabar la valentía política para implantar un sistema así, la necesidad de llegar a una solución de consenso entre los distintos actores implicados ha quedado reflejada en las opciones de diseño del sistema.

Aunque, en general, puede considerarse que el sistema diseñado ha logrado un buen equilibrio entre criterios potencialmente en conflicto tiene, no obstante, puntos fuertes y puntos débiles, probablemente como consecuencia de intentar mantener ese difícil equilibrio. En este artículo se ha realizado un análisis crítico de las características fundamentales del sistema de comercio de derechos europeo teniendo en cuenta los criterios considerados por la literatura teórica y empírica del comercio de emisiones, señalándose los que, a priori, parecen ser sus puntos más problemáticos. El artículo se complementa con un estudio general sobre su impacto económico en los sectores españoles.

---

\* Dept. de Economía y Empresa. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de Toledo. Universidad de Castilla-La Mancha. E-mail: pablo.rio@uclm.es

**Palabras clave:** Comercio de emisiones de CO<sub>2</sub>, España, cambio climático, sistema europeo de comercio de derechos de emisión.

**Abstract:** The 87/2003/EC, which sets up a CO<sub>2</sub> emissions trading scheme in the EU (EU ETS) starting on January 1st 2005, represents the first and most relevant international experience of this sort in the world. The political courage to implement this system should be praised. The need to reach a compromise between a wide array of actors with different interests and strategies is reflected in the major design features of the system. Although the design of the system can be generally considered as reaching a good balance between potentially conflicting criteria, it has its strong and weak points. This is probably a consequence of the effort to reach such compromise. This paper analyses the major features of the EU ETS in the light of the major criteria put forward by the theoretical and empirical literature on emissions trading. The most problematic aspects are considered. This is complemented by a general analysis of the economic impact of the EU ETS on Spanish sectors.

**Key words:** CO<sub>2</sub> emissions trading, Spain, climate change, EU ETS.

## 1. Introducción

La posibilidad, cada vez más documentada, de que el cambio climático esté causado por el hombre ha provocado que la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) sea un objetivo político internacional de primera magnitud. A nivel mundial esto se ha plasmado en la firma del Protocolo de Kyoto en 1997, que entrará en vigor el 16 de febrero de 2005. La UE ha tomado el liderazgo internacional en esta cuestión. Además de ratificar el Protocolo de Kyoto, aprobó la Directiva 2003/87/CE, que obliga a determinados sectores a controlar sus emisiones de CO<sub>2</sub> desde el 1 de enero de 2005, de forma que su evolución sea compatible con el objetivo de Kyoto. Esta Directiva crea un sistema intraeuropeo de comercio de derechos de emisión para que el cumplimiento de los compromisos de control de las emisiones sea menos costoso que si se utilizasen otros ins-

trumentos. Este mecanismo aporta flexibilidad a las empresas en ese cumplimiento y permite que aquellas con un mayor coste de reducción de las emisiones reduzcan menos y que reduzcan más aquellas a las que les resulta más barato, siendo recompensadas por aquellas por esa reducción. Si el sistema se diseñase adecuadamente, permitiría reducir los costes totales de control de la contaminación con respecto a otras alternativas regulatorias.

El diseño del sistema europeo muestra un difícil equilibrio entre posiciones encontradas y criterios en conflicto (integridad ambiental, coste económico bajo y aceptabilidad y viabilidad política, entre otros)<sup>1</sup>. Las opciones de diseño finalmente elegidas reflejan precisamente la necesidad de llegar a un acuerdo entre los distintos actores implicados. No obstante, desde el punto de vista del adecuado funcionamiento del sistema, algunas de las opciones elegidas pueden considerarse más afortunadas que otras. En este trabajo se realiza un análisis crítico de las características fundamentales del sistema europeo, señalándose las que, a priori, parecen ser más problemáticas teniendo en cuenta la teoría y práctica de los sistemas de comercio de emisiones, que permiten deducir una serie de condiciones que los sistemas deben cumplir para lograr su correcto funcionamiento. Finalmente se aporta, a título meramente ilustrativo, un estudio sobre el impacto en los sectores españoles.

## 2. Análisis de la Directiva

La Directiva europea de CO<sub>2</sub> crea el mayor mercado internacional de emisiones de CO<sub>2</sub>. La implantación de este mercado supone un desafío político en toda regla y su correcto funcionamiento será muy importante para la evolución del posible mercado internacional de emisiones previsto en el Protocolo de Kyoto. El fracaso de este sistema daría un argumento de peso para que aquellos países que aún no han ratificado el Protocolo decidan definitivamente no hacerlo. Además, aquellos países que se están planteando aplicar un sistema nacional de comercio de derechos de emisión para controlar sus emisiones podrían optar por otra política alternativa para controlar las mismas.

En esta sección trataremos de responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las principales características del sistema europeo de comercio de derechos de emisión (SECE)? ¿Son los elementos de diseño de ese sistema los que la teoría y la práctica del comercio de derechos de emisión defiende como adecuados para permitir un correcto funcionamiento del sistema?.

### 2.1.- Principales características de la Directiva de CO<sub>2</sub> y de la Directiva de Vinculación

La siguiente tabla resume las principales características del SECE.

---

<sup>1</sup> El criterio de integridad ambiental consiste en la consecución de los límites de emisión previamente fijados.

**Tabla 1.** Principales características del SECE

Aspecto	Contenido	Artículo
Tipo de sistema	Sistema de comercio de derechos de emisión entre instalaciones (tipo cap and trade). Participantes obligados: enfoque "hacia abajo" (downstream). Consideración de las emisiones directas, no de las indirectas.	
Comienzo del sistema y periodos de cumplimiento	Comienzo el 1/1/2005. Primera fase: 2005-2007. Segunda fase: 2008-2012.	Art. 4 y 11
Permisos y derechos	"Derechos" son las autorizaciones para emitir una tonelada de CO <sub>2</sub> . El "permiso" es la autorización general para participar en el comercio de derechos.	Art.3 (a y d), 5 y 6.
Sectores incluidos	Emisiones de grandes instalaciones de 6 sectores (que reciben derechos): generación eléctrica, refinero, siderurgia, cemento, cal, vidrio, cerámica y pasta de papel, papel y cartón. Existen ciertos umbrales de capacidad a partir de los cuales la participación es obligatoria (anexo I de la Directiva).	Art.2, 24 y 30. Anexo I
Gases incluidos	Primer periodo (2005-2007): CO <sub>2</sub> (46% de las emisiones de CO <sub>2</sub> de la UE previstas para 2010). Segundo periodo: posibilidad de ampliación a otros GEI. 12.500 instalaciones participantes.	Anexo I y II. Art.24 y 30
Inclusión de gases y actividades adicionales	A partir de 2008, los Estados Miembros (EEMM) podrán aplicar el régimen de comercio de derechos de emisión a actividades, instalaciones y GEI no enumerados en el anexo I, siempre que la Comisión lo apruebe. A partir de 2005 los Estados miembros podrán aplicar el régimen de comercio de derechos de emisión a las instalaciones de las actividades enumeradas en el anexo I por debajo de los límites de capacidad contemplados en ese anexo.	Art. 24 y 30
Asignación	-Asignación gratuita (excepto un máximo del 5% de los derechos, que pueden subastarse en el primer periodo y un máximo de 10% en el segundo). -Los EEMM debían presentar un Plan Nacional de Asignación (PNA) a la Comisión Europea antes del 31 de marzo de 2004, que fijará la cantidad total de derechos que los EEMM asignarán en cada periodo y el método de asignación. El PNA deberá basarse en criterios objetivos y transparentes y tener en cuenta las observaciones del público. El anexo III establece una serie de criterios comunes de asignación. La Comisión puede rechazar los PNAs si no se siguen esos criterios.	Art.9, 10,, 11 y 12, Anexo III. Véase, también, CEC (2003b) y CEC (2004c).
Objetivos de reducción	Los objetivos de reducción de emisiones dependen de la asignación que cada país realice, teniendo en cuenta los compromisos respectivos del Acuerdo de Reparto de la Carga (BSA).	Anexo III

Entrega de derechos	Cuatro meses después de cada año. Estos derechos serán cancelados.	Art.12 y 13
Sanciones	-40 € la tonelada (primer periodo) y 100 € la tonelada (segundo periodo). -"El pago de la multa por exceso de emisiones no eximirá al titular de la obligación de entregar una cantidad de derechos de emisión equivalente a la de las emisiones en exceso". -Deben publicarse los nombres de los titulares que hayan infringido la obligación de entregar derechos de emisión suficientes.	Art.16
Depósito (banking) y préstamo (borrowing)	-"Depósito intraperiodo": permitido, pues "los derechos serán válidos durante el periodo para el que se han expedido". -"Depósito interperiodo": permitido sólo si los EEMM así lo deciden (es decir, estos pueden decidir que los derechos expedidos en el primer periodo pueden utilizarse en el segundo periodo 2008-2012). -Préstamo: no permitido (véase texto).	Art.13
Opt-in (participación voluntaria).	Sólo permitida en el caso de instalaciones de los sectores del Anexo I que estén por debajo de los mínimos de participación obligatoria.	Art.24
Opt-out (exclusión temporal de las instalaciones).	Para el primer periodo, los EEMM podrán solicitar a la Comisión que haya instalaciones que queden excluidas con carácter temporal del SECE. Las instalaciones limitarán sus emisiones en la misma medida que si estuvieran sujetas a la Directiva y estarán sujetas a sanciones equivalentes a las de la Directiva.	Art. 27
Agrupación de instalaciones (pooling)	Los EEMM pueden permitir que los operadores de las instalaciones del Anexo I formen un pool de instalaciones de la misma actividad.	Art. 28
Fuerza mayor	Durante el primer periodo, los EEMM podrán solicitar a la Comisión que se asignen derechos de emisión adicionales a determinadas instalaciones en caso de fuerza mayor.	Art. 29
Directrices para el control, notificación y verificación de las emisiones.	La Comisión ha adoptado directrices para el control y notificación de las emisiones (véase CEC 2004a). Los EEMM deben asegurar que cada operador notifica anualmente las emisiones de la instalación a la autoridad. La Comisión delega la verificación de las emisiones en los EEMM, quienes pueden utilizar una institución pública o un tercero independiente para realizar esa tarea. Si eligen esta última opción, los EEMM deben certificar que los verificadores independientes están cualificados para verificar las emisiones. La Directiva no establece estándares obligatorios para esta certificación. Los titulares cuyo informe verificado no haya sido considerado satisfactorio no podrán proceder a nuevas transferencias de derechos.	Art.14 y Anexo IV (control y notificación), Art.15, Anexo V (verificación) y CEC (2004a).
Registros	Los EEMM deberán establecer y mantener un registro para asegurar que se lleva cuenta exacta	Art.19

	de la expedición, la titularidad, la transferencia y la cancelación de derechos de emisión. Los Estados miembros podrán incorporar sus registros a un sistema consolidado del que formen parte otros EEMM. La Comisión operará un archivo electrónico independiente para verificar la transferencia de derechos entre registros nacionales.	
Vínculos con otros sistemas de comercio de GEI.	Pueden celebrarse acuerdos con terceros países del Anexo B que hayan ratificado el Protocolo, para establecer el reconocimiento mutuo de los derechos de emisión.	Art.25
Vínculos con los Mecanismos Flexibles de Kyoto	Vínculo con el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y con la Aplicación Conjunta (AC)(véase más abajo).	Art.30

Fuente: elaboración propia a partir de CEC (2003a), Harrison and Radov (2002), IETA (2003) y CEC (2004b).

La Directiva de vinculación, adoptada el 20/4/2004 establece la relación entre el SECE y el Protocolo de Kyoto. Desde 2005, las instalaciones cubiertas por la Directiva pueden utilizar CERs (créditos obtenidos por la reducción de emisiones en proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio realizados en países en desarrollo) para cumplir con sus compromisos de reducción<sup>2</sup>. Cada Estado Miembro puede establecer una limitación a la cantidad total de CERs que una instalación puede utilizar en el periodo 2008-2012, aunque no en el periodo 2005-2007<sup>3</sup>. Los EEMM deben garantizar que las actividades de reducción en su propio país constituyen un "elemento significativo" de su estrategia de mitigación (suplementariedad). Además, se prohíbe la utilización de créditos obtenidos en grandes proyectos hidráulicos (>20 MW) y en proyectos de energía nuclear y de sumidero.

## 2.2. Evaluación de la Directiva a la luz de la teoría y práctica del comercio de emisiones

### 2.2.1.- La condiciones teóricas para el buen funcionamiento del comercio de emisiones

Los sistemas de comercio de derechos de emisión son superiores en teoría a otros sistemas de control de las emisiones, en tanto en cuanto aportan flexibilidad a la empresa en el cumplimiento de sus objetivos de control de las emisiones y permiten lograr los objetivos de reducción a un coste inferior al de otras alternativas (véase, por ejemplo, Field y Field 2003). Esto ocurre porque el sistema

<sup>2</sup> Asimismo, pueden utilizar ERUs (créditos por la reducción de emisiones lograda en proyectos de Aplicación Conjunta realizados en países desarrollados) a partir de 2008.

<sup>3</sup> Esta limitación, prevista por la Directiva 101/2004/EC, puede establecerse en el Plan Nacional de Asignación correspondiente al segundo periodo de cumplimiento.

permite reducir menos a las empresas a las que más les cuesta reducir y reducir más a aquellas a las que les cuesta menos, permitiendo también que las primeras compensen a las segundas por esa reducción y ambas salgan beneficiadas<sup>4</sup>.

Sin embargo, que finalmente se alcance ese resultado depende del cumplimiento de determinadas condiciones. En general, un buen funcionamiento del sistema de permisos de CO<sub>2</sub> depende de que el número de participantes sea lo suficientemente alto para que exista un mercado competitivo, líquido y con transacciones frecuentes, con ausencia de restricciones a los intercambios y reglas claras y simples. Además, cuanto más diferencia entre los costes de reducción de las emisiones de las empresas participantes mayores serán los potenciales beneficios derivados del comercio de derechos de emisión y, por lo tanto, mayor el ahorro de costes de este sistema con respecto a otras alternativas de regulación, tales como los estándares de emisiones. Los costes de transacción del sistema deben ser bajos para que las empresas acudan al mercado y se facilite la realización de transacciones<sup>5</sup>.

Un aspecto muy importante es el de la fijación del techo inicial de las emisiones, que debe ser el adecuado (ni excesivamente ambicioso ni demasiado laxo), teniendo en cuenta varios factores, entre ellos las alternativas tecnológicas y la forma de las curvas de costes marginales de reducción de las emisiones.

Resulta crucial, tanto para la integridad ambiental del sistema como para su eficiencia en costes (y la confianza de los participantes en el mercado), que haya un eficaz control de las emisiones reales y de las reducciones de cada participante, asegurando que estos tienen suficientes permisos para cubrir sus emisiones. Para lograr el cumplimiento de estas condiciones, es necesario incorporar una serie de elementos básicos de diseño:

1) Deben existir reglas de cumplimiento adecuadas: A) Existencia de un sistema de control, notificación y verificación de las emisiones adecuado y completo. B) Registro electrónico de las emisiones y de los derechos de emisión. Deberían registrarse todas las fuentes emisoras, la cantidad de emisiones, la transferencia de derechos, su precio, las fechas de las transacciones y la fecha de caducidad de los derechos no utilizados. C) Existencia de una autoridad que supervise el sistema y el mercado. Esta autoridad debería aprobar el sistema de control, comprobar la credibilidad de los informes, emitir los derechos y realizar las inspecciones. D) Penalizaciones por incumplimiento automáticas, ciertas, ineludibles y rigurosas. E) Acceso público a datos de emisiones y transacciones de

---

<sup>4</sup> Por razones de espacio no describimos en detalle el funcionamiento del sistema, remitiéndonos a la abundante literatura existente sobre el tema, que tiene sus orígenes teóricos más remotos en el trabajo de Ronald Coase (1960) y, de manera más centrada en el comercio de derechos de emisión, en los trabajos de Tietenberg, entre otros. Véase, por ejemplo, Tietenberg (1980) y, más recientemente, Field y Field (2003) o del Río y Hernández (2004a).

<sup>5</sup> Los costes de transacción incluyen los costes de búsqueda, de las negociaciones, costes de aprobación por parte de la autoridad reguladora, costes de control, costes de ejecución y costes de los seguros (Stavins 1995),

derechos (Kruger y Pizer 2004; Mavrakis y Konidari 2003).

2) Para favorecer la realización de transacciones y la liquidez del sistema, es necesario que las autoridades públicas establezcan regulaciones claras y sencillas y que faciliten el intercambio, interfiriendo lo menos posible en el mercado una vez creado.

3) Deben reducirse al mínimo los costes de transacción para la empresa. La información sobre los precios debe ser pública y disponible (bases de datos electrónicas sobre compradores y vendedores) para que las transacciones sean frecuentes y el mercado tenga liquidez.

4) Debe evitarse el poder (y control) del mercado por un número pequeño de participantes. Para ello debe existir una masa crítica de potenciales compradores y vendedores de permisos. Los sistemas de derechos de emisión deben incluir empresas de diferentes sectores, para mitigar su utilización como barrera de entrada al mercado y para facilitar la eficiencia en costes.

5) La utilización de los procedimientos de depósito (banking) y préstamo (borrowing) permite incrementar la flexibilidad y la eficiencia intertemporal en el cumplimiento de los objetivos de reducción de las emisiones<sup>6</sup>. El depósito permite reducir el riesgo de volatilidad del precio de los derechos de emisión, aunque puede también provocar otros problemas (véase siguiente sección). El uso del préstamo debe limitarse, pues puede tener perjudiciales efectos ambientales al facilitar el incumplimiento crónico de las fuentes emisoras.

6) Para reducir los costes de transacción y las incertidumbres asociadas a los PENs, el gobierno debe garantizar el derecho de propiedad de los permisos, y evitar así tanto confiscaciones arbitrarias como autorizaciones previas para cada transacción. Las reglas que gobiernan el comercio de derechos deben fijarse definitiva y anticipadamente, para garantizar la seguridad en la planificación de las inversiones de las empresas.

7) Aunque desde el punto de vista de la eficiencia económica agregada es más conveniente la asignación con subasta, reciclando los ingresos a las fuentes emisoras para reducir las cargas impositivas sobre el factor trabajo (teoría del doble dividendo), los problemas de viabilidad política se reducen mucho con el método de concesión gratuita. Aún en los casos de concesión gratuita de permisos, conviene subastar un cierto porcentaje de los mismos (por ejemplo, un 2 ó un 3%), generando así una señal sobre su precio que reduzca los costes de transacción y las incertidumbres del mercado.

El incumplimiento de las condiciones anteriores y la falta de integración de los elementos mencionados en el diseño del sistema pueden provocar importantes problemas que, en última instancia, den lugar a un fracaso del mismo, tanto en su vertiente ambiental (integridad ambiental) como económica (eficiencia en

---

<sup>6</sup> El depósito consiste en la posibilidad de utilizar los derechos de emisión emitidos en un determinado año para cumplir con los compromisos de control de las emisiones en un año posterior. Por el contrario, el préstamo consiste en la posibilidad de utilizar derechos de emisión que le serán concedidos a la empresa en un año futuro para cumplir con compromisos de reducción anteriores en el tiempo a ese año futuro.



costes). Los problemas más graves son los costes de transacción y el poder de mercado.

### 2.2.2.- La condiciones teóricas para el buen funcionamiento del comercio de emisiones

\* **Sistemas de cap and trade frente a sistemas credit-based.** Existen básicamente dos tipos de sistemas de comercio de derechos de emisión, los denominados cap-and-trade y credit based. En el primero se establece un techo a las emisiones y se crean derechos por las emisiones correspondientes a ese techo que se reparten entre las fuentes emisoras. Al final del periodo estas deberán tener tantos derechos como emisiones hayan generado, pudiendo vender o comprar permisos en el mercado en función de cual sea su situación (deficitaria o excedentaria). En un sistema de credit-based cada instalación debe tener unas emisiones inferiores a las de una línea base previamente definida. Los participantes reciben créditos de emisión por las reducciones de emisiones logradas por debajo de esa línea base, pudiendo entonces la instalación vender esos créditos en el mercado (Mavrakis y Konidari 2003; Gagelmann y Hansjürgens 2002).

Los sistemas de credit-based han demostrado tener altos costes de transacción, pues es necesario demostrar, para cada proyecto de reducción de emisiones, que se ha logrado esa reducción por debajo de la línea base. Esa comprobación provoca que la carga administrativa sea sensiblemente superior en este sistema. Además, la fijación de la línea base puede dar lugar a conflictos entre el gobierno y los sectores participantes, pues existen varias alternativas en ese sentido (Mavrakis y Konidari 2003). Este problema es ajeno a los sistemas de cap and trade<sup>7</sup>.

El SECE es un sistema de cap-and-trade. Se establecen objetivos de reducción de emisiones, los derechos pueden comprarse y venderse y las fuentes emisoras deben tener suficientes derechos para cubrir sus emisiones. Tal elección supone para nosotros un acierto por los motivos mencionados.

\* **Objetivo de reducción.** Este es probablemente uno de los aspectos más problemáticos de la Directiva, pues cada país tiene cierta libertad para conceder derechos a sus instalaciones (con las limitaciones mencionadas), lo cual puede conducir a problemas de competitividad entre las mismas. No obstante, la Comisión establece una serie de reglas obligatorias para realizar esa asignación.

Existe un incentivo innato a que cada país realice una asignación de derechos generosa pues, teniendo en cuenta la incertidumbre sobre la asignación de los demás, los países buscan reducir el impacto económico en sus sectores, lo cual se logra concediendo más derechos. Hasta la publicación de los NAPs no se ha sabido cuales eran los objetivos de reducción de cada país y, por lo tanto, la incertidumbre sobre el objetivo de reducción global para la UE en el periodo 2005-2007 ha generado incertidumbre sobre el precio de los derechos. La asig-

---

<sup>7</sup> La incertidumbre relativa a la fijación de la línea base en los sistemas de credit-based americanos generó un aumento de los costes de transacción y desincentivó la realización de intercambios (Convery et al 2003).

nación generosa correspondiente provoca poca escasez en el mercado de derechos (baja liquidez) y, por lo tanto, un precio bajo. Consideramos que esto puede tener un efecto positivo para las empresas participantes: reduce los costes de cumplimiento. Pero tiene un efecto negativo general: reduce el atractivo de introducir tecnologías limpias<sup>8</sup>.

Por otro lado, aunque en el preámbulo de la Directiva se menciona un objetivo "a más largo plazo" del 70% respecto a los niveles de 1990, a día de hoy no se han fijado los objetivos de reducción de la UE, de sus EEMM ni de ningún país con posterioridad a 2012 (periodo "post-Kyoto"). Esto genera incertidumbre y tiene efectos negativos sobre la inversión en tecnologías menos contaminantes, caracterizada por largos periodos de retorno.

\* **Comienzo del sistema.** La implantación del SECE se ha realizado en un tiempo récord. Desde la aprobación del Green Paper sobre comercio de emisiones en la UE en 2000 hasta la aprobación de la Directiva en 2003 han pasado únicamente 3 años y ni siquiera 5 hasta el comienzo real del sistema, el 1 de enero de 2005. Algunas empresas han criticado esta rapidez, argumentando que, en sectores intensivos en capital como son los incluidos en la Directiva, las inversiones sólo se recuperan en periodos largos de tiempo y que la nueva Directiva les genera costes de encallamiento (*stranded costs*) pues realizaron sus inversiones con unas reglas de juego que ahora han cambiado. Por ello, sostienen que, cuando dichas inversiones no se han amortizado todavía, se les exige un esfuerzo de cambio tecnológico.

\* **Upstream versus downstream.** Existen básicamente dos formas de establecer los sectores que deben participar en el comercio: un sistema "hacia arriba" (*upstream*) y un sistema "hacia abajo" (*downstream*). En el primero, se obliga a los productores e importadores de combustibles fósiles a tener un número de derechos de emisión equivalente al volumen de emisiones generadas por los combustibles que venden en el mercado<sup>9</sup>. En el sistema *downstream* el grupo objetivo es el de los emisores. El SECE ha optado por un sistema *downstream*<sup>10</sup>.

La mayoría de los expertos prefieren el sistema "upstream", pues aborda directamente el problema del control de las fuentes difusas (hogares y transporte), así como el de las pequeñas empresas excluidas del sistema *downstream* ya que con este último sería caro (y poco fiable) controlarlas (Boemare y Quirion 2001). Esta inclusión de más fuentes en el sistema *upstream* incrementa la eficiencia del mismo con respecto a uno *downstream*. Sin embargo, la aplicación del sistema *downstream* es más viable. Un sistema de *upstream* hubiera tenido problemas de aceptabilidad política, al parecerse excesivamente a un impuesto (Boemare y Quirion 2001; Gagelmann y Hanjürgens 2002) pues genera un incremen-

---

<sup>8</sup> Pues la introducción de estas depende de que se alcance un umbral de rentabilidad muy dependiente del precio de los derechos de emisión.

<sup>9</sup> Aquellos que produzcan (o importen) combustibles más contaminantes deberán entregar más derechos (por unidad de producto) que aquellos que produzcan combustibles menos contaminantes.

<sup>10</sup> No obstante, Harrison y Radov (2002) defienden que el SECE es un sistema mixto *downstream-upstream* pues se incluye a fuentes de combustión "downstream" y a productores energéticos "upstream".

to del precio de los combustibles (los usuarios de combustible pagan más por el combustible que consumen), lo que implica un mayor coste para los emisores que en un sistema de downstream<sup>11</sup>. En este último sistema el comprador sólo paga por la cantidad de derechos de emisión que le faltan para cumplir con sus compromisos, mientras que en el sistema upstream paga por toda su compra de combustible (a un precio incrementado en la proporción correspondiente al contenido contaminante de ese combustible)<sup>12</sup>. Por lo tanto, valoramos positivamente la elección de un sistema downstream.

\* **Empresas y sectores participantes.** La decisión sobre que sectores y fuentes contaminantes incluir en un sistema de comercio de derechos de emisión no resulta fácil, pues existen muchas variables que pueden entrar en conflicto. Por ejemplo, la eficiencia en costes del sistema y la liquidez del mismo serán mayores cuando más fuentes emisoras se incluyan, pues en ese caso aumentarán los beneficios del comercio de emisiones como consecuencia de las mayores diferencias entre los costes marginales de reducción de los sectores. Además, la integridad ambiental del sistema será en principio mayor, en tanto en cuanto un mayor número de fuentes emisoras deberán controlar sus emisiones. Sin embargo, incluir un gran número de fuentes puede aumentar sensiblemente los costes de transacción del sistema, pues los costes de control se disparan.

En el SECE se ha optado por un sabio camino intermedio. Se ha incluido a las mayores fuentes emisoras. El sistema de comercio supone el 46% de las emisiones de CO<sub>2</sub> previstas para 2010 y el 38% del total de GEI en ese año. Esto ha permitido cubrir una gran proporción de las emisiones de la UE sin incurrir en los costes de transacción elevadísimos que implicaría incluir más fuentes emisoras. Es decir, se ha buscado un equilibrio entre eficiencia en costes del sistema y bajos costes de transacción del mismo.

\* **Incorporación de otros sectores/instalaciones/gases.** Un aspecto positivo del SECE es su aplicación gradual, pues se inicia incluyendo sólo a las más importantes fuentes emisoras, las más fáciles de controlar, permitiendo que posteriormente (2008-2012) puedan integrarse otras fuentes. La inclusión de fuentes contaminantes adicionales incrementaría la eficiencia en costes del sistema, aumentando los potenciales ahorros de emisiones. Lo mismo puede decirse de la inclusión posterior de otros GEI diferentes al CO<sub>2</sub>.

\* **Opt-in/opt-out.** La cláusula de opt-in permite que una empresa participe en el sistema de forma voluntaria, recibiendo tanto un objetivo de reducción como una asignación de derechos. La ventaja del opt-in es que permite participar a fuentes emisoras adicionales a las en principio incluidas en el sistema, incre-

---

<sup>11</sup> El enfoque upstream establece un techo al mercado de combustibles fósiles. Si la demanda de estos es inelástica a corto plazo, los precios pueden incrementarse significativamente, lo que afecta negativamente a todos los consumidores. Para estos últimos, un enfoque de upstream es similar a un impuesto sobre el carbono, pero con un nivel impredecible del impuesto.

<sup>12</sup> Obviamente, si los derechos de emisión se conceden a las empresas que producen o importan combustibles fósiles entonces los consumidores sufrirán mayores precios de los combustibles sin ser compensados por ello. Si los derechos se asignan a los consumidores finales, entonces los productores e importadores de combustibles fósiles se verán perjudicados (pues su demanda se reducirá) sin ser compensados por ello.

mentando su liquidez. El problema es que este sistema puede producir un "sesgo de fuente", incentivando la participación de instalaciones que reducirían las emisiones de todas formas y que recibirían un ingreso extraordinario (windfall profit), sin que esa participación suponga una reducción adicional de las emisiones. El opt-in se permite en el SECE sólo para las instalaciones de los sectores del Anexo I que estén por debajo de los límites establecidos para las mismas, siempre que así lo decida el Estado Miembro. Si se permite el opt-in "general" (con participación en el sistema de instalaciones de sectores no incluidos en el Anexo I) a partir de 2008<sup>13</sup>.

La cláusula de exclusión temporal (opt-out) es altamente problemática tanto desde el punto de vista de la integridad ambiental del sistema como, sobre todo, desde la perspectiva de la eficiencia en costes del mismo, por lo que consideramos negativa su inclusión. Aunque las instalaciones que se acojan a esta cláusula deben limitar sus emisiones en la misma medida que si estuviesen sujetas a la Directiva, está por ver que así sea.

\* **Agrupación de instalaciones (pooling).** Aunque aporta cierta flexibilidad al sistema, esta cláusula puede provocar que determinados grupos actúen de forma anticompetitiva, como observan Convery et al (2003). Si la patronal de una industria de un país con una elevada participación en las emisiones totales de la UE decidiera incrementar el valor de los derechos o desincentivar la entrada de nuevos entrantes, podría acordar restringir la oferta de derechos.

\* **Asignación de permisos.** La literatura sobre el comercio de emisiones muestra que el sistema de asignación óptimo desde el punto de vista social es el de la subasta. Permite obtener unos ingresos que pueden utilizarse para abordar posibles cuestiones de equidad o para incrementar la eficiencia de la economía, "reciclando" esos ingresos y reduciendo las cargas impositivas sobre el factor trabajo (por ejemplo, disminuyendo las cotizaciones a la seguridad social pagadas por las empresas), en el contexto de la denominada reforma fiscal ecológica y de la teoría del doble dividendo.

El SECE obliga a asignar los derechos gratuitamente (con excepción del 5% en el primer periodo y del 10% en el segundo). Aunque esto es subóptimo con respecto a la asignación por subasta, parece una opción inevitable para asegurar la aceptabilidad política y empresarial de un sistema que se aplica por primera vez a escala europea y que es inédito para la mayoría de países. Por otro lado, pueden existir conflictos entre los criterios establecidos en el Anexo III de la Directiva para realizar los PNAs<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> Aparentemente, sólo Suecia, Finlandia y Eslovenia permiten el opt-in "restringido" en sus respectivos PNAs (instalaciones de generación eléctrica por debajo de los 20 MW de potencia).

<sup>14</sup> Por ejemplo, uno de los criterios sugiere tener en cuenta las acciones tempranas, es decir, aquellas actividades de reducción de las emisiones realizadas con anterioridad al funcionamiento del sistema. La elección de un año base lejano en el tiempo (por ejemplo, 1990) permite tener en cuenta esto con respecto a la elección de un año posterior. Sin embargo, entra en conflicto con la disponibilidad de datos adecuados para ese año 1990. Otro posible conflicto es apuntado por Gagelmann y Hansjürgens (2002) para quienes el criterio de que no deben darse a las instalaciones más derechos de los que es probable que necesiten puede entrar en conflicto con el criterio de consideración de la acción temprana.

\* **Efectos de la asignación sobre la competitividad internacional de la industria europea y sobre la equidad.** Puede ser problemática la diferente asignación de derechos a un mismo sector en diferentes países, por los efectos negativos que sobre la competitividad empresarial puede implicar. Al fijar el número de derechos que se asigna a cada sector, los PNAs establecen objetivos para cada uno de los sectores involucrados. Como apuntan Krueger y Pizer (2004), esta es una decisión difícil, pues el objetivo sectorial determinará sus costes netos y puede tener implicaciones para la competitividad empresarial. Un mismo sector en dos EEMM podría recibir una asignación de derechos diferente y, como consecuencia, tener diferente rentabilidad y liquidez. Las empresas de diferentes EEMM afrontarían diferentes regímenes de cumplimiento. La Dirección General de la Competencia de la Comisión Europea deberá velar porque las asignaciones de derechos (en el contexto de las "Ayudas Estatales"), no den a una empresa o sector en un Estado Miembro una ventaja competitiva injusta sobre la industria de otro Estado Miembro. Por otro lado, la preocupación por la asignación no tiene sólo una dimensión intraeuropea, sino también otra de competencia con otros países no europeos.

\* **Depósito (Banking).** La Directiva permite el banking dentro de cada periodo. Esta es una opción adecuada, pues aporta flexibilidad y facilita la eficiencia intertemporal. Sin embargo, deja a la elección de los Estados Miembros permitir el banking entre periodos. Esto podría provocar que el Estado Miembro que adopte esta opción tenga problemas de cumplimiento futuro de sus compromisos. Esto podría ocurrir si las empresas del país venden los derechos de emisión en un determinado momento, cuando su precio es elevado, esperando que este se reduzca en el futuro. Si en el futuro el precio aumenta, el país puede tener problemas para cumplir con sus compromisos o para hacerlo a un coste razonable.

Sin embargo, no permitir el banking entre periodos también acarrea desventajas, en términos de ineficiencia temporal. Por todo ello, consideramos que la Directiva debería haber permitido el depósito entre periodos, poniendo un límite a los derechos que pueden transferirse entre los mismos, y no dejar esta cuestión a la discreción de los EEMM.

\* **Préstamo (Borrowing).** Aunque, como el depósito, el préstamo puede facilitar la eficiencia intertemporal y, por lo tanto, promover la eficiencia en costes, la Directiva no lo permite, lo cual puede considerarse positivo, teniendo en cuenta los problemas ambientales de incumplimiento crónico a los que puede dar lugar, ya mencionados en un apartado anterior.

\* **Registro.** Existe cierto control tanto de los derechos de cada participante como de las transacciones realizadas, que deben recogerse obligatoriamente en un registro nacional. Esto resulta conveniente, pues permite controlar el cumplimiento de los compromisos (impidiéndose la doble venta de derechos). Kruger y Pizer (2004) critican que no haya un registro centralizado europeo, sino sólo registros nacionales, por considerarlo un sistema más complicado<sup>15</sup>. Por el con-

---

<sup>15</sup> No obstante, la Comisión Europea tendrá un "archivo independiente de transacciones" (independent transaction log), que servirá como un centro de comunicación entre los registros nacionales

trario, estos autores elogian la transparencia de la información contenida en los registros, a la que podrá acceder el público en general<sup>16</sup>. No obstante, ese acceso se hará con ciertas limitaciones para asegurar la confidencialidad de las empresas. Habrá que ver como cada país interpreta esa confidencialidad, así como las restricciones de acceso a que eventualmente pueda dar lugar.

\* **Control, ejecución y cumplimiento.** El control y la notificación de las emisiones se hace en el SECE a través de las directrices contenidas en el documento CEC (2004a). Se deja cierto grado de flexibilidad a las instalaciones para elegir metodologías que permitan identificar sus emisiones<sup>17</sup>. Además, la Comisión Europea delega la verificación de emisiones en los EEMM, que pueden optar porque la lleve a cabo una autoridad pública o un tercero. La verificación por terceros puede ocasionar problemas (fundamentalmente por la certificación nacional de los verificadores, que puede no ser la adecuada).

\* **Penalización.** Las penalizaciones establecidas están muy por encima del precio de mercado esperado de los derechos. Además, se ha evitado finalmente la incertidumbre que suponía para las empresas la redacción inicial de la Directiva, en la que se decía que la penalización sería el doble del precio de mercado o 50 € la tonelada, de ambas cifras la más alta. La redacción final aumenta considerablemente la seguridad para las fuentes emisoras, al establecer una cantidad fija no vinculada al (incierto) precio de mercado de los derechos.

\* **Vínculos con sistemas de comercio de derechos de emisión no europeos.** En principio, debe celebrarse la inclusión de esta cláusula, pues a mayor número de participantes en el mercado, mayor volumen de comercio, más liquidez y mayor el potencial de reducción de costes. El éxito en la vinculación con otros sistemas no sólo sería positivo por los efectos sobre la eficiencia en costes sino, también, por el efecto de demostración que tendría. En efecto, permitiría mostrar que un sistema internacional de comercio de derechos de emisión es factible y puede dar lugar a reducciones de las emisiones de manera eficiente en costes. Sin embargo, esta vinculación puede ser no ser tan sencilla por las diferencias de diseño de los sistemas.

\* **Vínculos a mecanismos de Kyoto.** Consideramos positivo el vínculo que establece el SECE a los Mecanismos Flexibles de Kyoto (MFK)<sup>18</sup>, pues facilita la reducción de emisiones (por la realización de proyectos fuera de la UE) y per-

---

<sup>16</sup> Como afirman Tietenberg et al (1999), la transparencia del sistema mejora sensiblemente cuando los datos de emisiones y las transacciones realizadas se publican en la web.

<sup>17</sup> Boemare y Quirion (2001) observan que el método previsto por la Directiva para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de datos de actividad, factores de emisión y factores de oxidación puede ser problemático en el actual contexto de los inventarios nacionales en Europa. Sin embargo, las directrices contenidas en el documento CEC (2004a) mitigan ese posible problema.

<sup>18</sup> En la primera versión de la "Directiva de vinculación", sólo se preveía esa vinculación para el segundo periodo de cumplimiento. La Comisión estaba preocupada por mantener la integridad ambiental de las reglas y procedimientos de estos mecanismos (Mecanismo de Desarrollo Limpio y Aplicación Conjunta). Además, se consideraba inicialmente que la vinculación en el primer periodo podría aportar un elemento de complicación adicional que dificultase la implantación del sistema. La realidad ha demostrado ser la opuesta: las empresas y los EEMM han presionado para que puedan utilizarse esos mecanismos desde el principio, pues permiten lograr el cumplimiento de los objetivos de reducción a un menor coste.

mite incrementar la eficiencia en costes del SECE. No obstante, la reducción de los costes y del precio de los derechos tiene efectos negativos sobre la implantación de tecnologías menos contaminantes (por ejemplo, las renovables) que resultan más competitivas cuando el precio de los derechos es superior (Del Río et al 2005).

\* **Funcionamiento del mercado de CO<sub>2</sub>**. En principio, la amplitud del mercado de emisiones europeo debería asegurar una elevada liquidez y un adecuado funcionamiento del mismo. Sin embargo, existen ciertos aspectos que podrían ser preocupantes:

1) Poder de mercado. No obstante, el elevado número de instalaciones en diferentes países y la heterogeneidad de los sectores participantes alejan este peligro.

2) Costes de transacción. Los costes de transacción administrativos parecen ser relativamente elevados en el SECE por el proceso de discusión y elaboración de los PNAs. Sin embargo, dado el incipiente desarrollo del mercado secundario de derechos, es probable que los costes de transacción para las empresas participantes no sean elevados.

3) Volatilidad e incertidumbre sobre el precio. Uno de los posibles problemas del sistema europeo tiene que ver con la posible volatilidad del precio de los derechos de emisión (ya elevada en el SECE). Esto genera incertidumbre para los actores del mercado, dificultando la inversión en tecnologías menos contaminantes.

4) Precio elevado. Esto puede provocar que el cumplimiento de los objetivos de reducción se logre a un elevado coste para las empresas, con posibles efectos negativos sobre la sociedad en su conjunto. Sin embargo ciertos factores hacen probable que el precio de mercado de los derechos sea relativamente bajo en el periodo 2005-2007: la generosidad de los PNAs, la Directiva de vinculación y la inclusión de los nuevos EEMM (con un excedente de derechos para vender). Aunque unos menores precios son positivos para las empresas, tienen un impacto negativo sobre la innovación y difusión de tecnologías limpias<sup>19</sup>.

\* **Costes del sistema europeo**. La Comisión Europea estima que el ahorro de costes anuales gracias al comercio de derechos de emisión en un número limitado de sectores asciende a 3.000 M€ en comparación con lo que ocurriría en el caso de que los EEMM cumplieran sus compromisos a nivel nacional, sin un sistema de comercio de emisiones europeo, pero si nacional (modelo PRIMES, véase Capros y Mantzos 2000).

Estimaciones más recientes realizadas por el estudio "Economic Evaluation

---

<sup>19</sup> Los numerosos modelos econométricos que se han hecho predicen un precio del derecho (tCO<sub>2</sub>) en el mercado internacional (para el periodo 2008-2012) de entre 2,5 y 60 €/tCO<sub>2</sub>, con una media de 22 €. En cuanto a las expectativas de los agentes involucrados, según la encuesta de IETA/EUROELECTRIC (2004), el precio medio de un derecho de la UE sería de 7 € en 2005, 9 € en 2007 y 12 € en 2010. Las transacciones en el mercado de futuros de derechos muestran que el precio del derecho a día de hoy se encuentra en los 10 €/tCO<sub>2</sub>. Finalmente, los expertos apuntan un precio de entre 4 y 6 €/tonelada en el primer periodo de cumplimiento y del doble (8-12 €/tonelada) en el segundo (Ocaña 2004). Según Lecocq (2004) los precios medios de las transacciones de créditos procedentes de proyectos de Aplicación Conjunta (Emissions Reduction Units, ERUs) y del Mecanismo de Desarrollo Limpio (Certified Emissions Reductions, CERs) están en el entorno de los 4,5 €/tCO<sub>2</sub> de media.

of Sectoral Emission Reduction Objectives for Climate Change" rebajan estos resultados. Este estudio considera la incidencia de todos los GEI y estima que el ahorro de costes de un mercado comunitario para los sectores del Anexo I de la Directiva sería de 1326 M€ anuales, en comparación con la aplicación de las mejores políticas de los EEMM<sup>20</sup> (un 35% de ahorro para los sectores participantes).

Las estimaciones del modelo POLES muestran que, sin un sistema de derechos de emisión a nivel de la UE, el coste total para la UE ampliada de cumplir con los objetivos de Kyoto (2010) en los sectores del Anexo I ascendería a 6830 M€ (Criqui y Kitous 2003). Con un sistema de comercio europeo que incluyese a los nuevos EEMM pero sin permitir la utilización de los mecanismos flexibles, los costes serían mucho menores (2930 M€), situándose el precio de los derechos en los 26 €/tCO<sub>2</sub>. Si se permite la utilización sin límite del MDL y de la AC en el SECE, entonces los costes serían de sólo 1069 M€ (y el precio de los derechos sería de 5 €)<sup>21</sup>.

Como conclusión general puede afirmarse que el SECE, que puede generar ahorros de costes sustanciales con respecto al cumplimiento nacional de los objetivos de reducción, contiene los elementos básicos que la literatura considera necesarios para el éxito del sistema. No obstante, el sistema es complejo y supone un importante desafío, siendo la cuestión de la asignación de derechos la más controvertida y la que puede ocasionar los mayores problemas en el futuro. El éxito del SECE será crucial para hacer atractiva la implantación de sistemas de comercio de emisiones en otros países no europeos y a nivel mundial en el contexto del Protocolo de Kyoto<sup>22</sup>.

### 3. Previsibles efectos en los sectores productivos españoles

Finalmente, en este apartado aportamos un análisis del posible rango de impactos que el SECE puede tener para los sectores españoles incluidos en la Directiva. Para ello hemos utilizado un doble enfoque, cuantitativo y cualitativo. Ambos aportan información relevante y complementaria para identificar los retos económicos a los que se enfrentan los sectores incluidos en la Directiva.

#### 3.1. El impacto económico de la Directiva sobre los sectores españoles. El estudio cuantitativo

La senda de cumplimiento de Kyoto constituye un aspecto crucial inicial

---

<sup>20</sup> Es decir, con la existencia de 15 mercados nacionales independientes de derechos de emisión.

<sup>21</sup> Si se establece algún tipo de limitación al uso de los CERs y ERUs en el SECE, los costes aumentan (por ejemplo, una limitación del 6% de uso supone unos costes de cumplimiento de 2418 M€ y un precio del derecho en el SECE de 14,5 €).

<sup>22</sup> Kruger y Pizer (2004) observan posibles "baches" en el camino, tales como el posible retraso de algunos EEMM en cumplir con las reglas establecidas en la Directiva, controversia sobre diferentes NAPs, posibles inconsistencias en las normas sobre cumplimiento y ejecución entre EEMM y mercados volátiles.



para considerar el impacto de la Directiva (en el primer y en el segundo periodo de cumplimiento) en los sectores españoles. La situación de España en este sentido es preocupante, al haber aumentado las emisiones en 2003 un 40% con respecto a los niveles de 1990 (el acuerdo interno de la UE para cumplir con el objetivo de Kyoto permitía a nuestro país un aumento del 15%). Teniendo en cuenta la relativamente laxa asignación de derechos a los sectores para el periodo 2005-2007, se deberá hacer un mayor esfuerzo (concederse pocos derechos de emisión) en el periodo siguiente (2008-2012) para cumplir con los compromisos de Kyoto. Será interesante ver como el estado español reparte entonces el esfuerzo entre los sectores obligados por la Directiva y los no obligados, así como el tipo de instrumentos políticos de reducción que se aplicarán en los sectores no obligados<sup>23</sup>.

En teoría, la forma más correcta para analizar el coste de la Directiva para los sectores sería utilizar las curvas de costes marginales de reducción de emisiones para cada sector. Esto permitiría identificar el coste total derivado de la participación en el SECE como suma de lo que a cada sector le cuesta reducir las emisiones y de la compra de derechos de emisión en el mercado. Sin embargo, no disponemos de esas curvas, por lo que el enfoque elegido, consistente en identificar sólo el coste que tendría la adquisición de derechos con los niveles esperados de emisión, es parcial e incompleto<sup>24</sup>. No obstante, este enfoque supone una aproximación al coste máximo de adquisición de derechos para cada sector. A este coste "máximo" de adquisición de derechos habría que añadir las inversiones (desconocidas) de las empresas de esos sectores para controlar sus emisiones. Aunque se han extrapolado las tendencias de emisiones pasadas al periodo 2005-2007 no es descartable que, para lograr esa reducción de emisiones el sector haya invertido en medidas de control de la contaminación. Sin embargo, nuestro enfoque no incluye esos costes de inversión<sup>25</sup>.

La metodología del estudio se basa en el cálculo de la diferencia entre las emisiones previstas para el sector en el periodo 2005-2007 y la asignación de derechos para ese periodo. Esa diferencia (normalmente positiva) representará la cantidad de derechos que cada sector tiene que adquirir en el mercado para cumplir con sus compromisos.

Analíticamente:

$$CD = (\text{Emisiones 2005-2007} - \text{Derechos asignados 2005-2007}) * P_{\text{medio}}$$

Donde:

CD = coste total de la adquisición de derechos en el periodo 2005-2007.

Emisiones 2005-2007 = Emisiones totales en el primer periodo de cumplimiento.

Derechos asignados 2005-2007 = Derechos totales asignados en el periodo.

<sup>23</sup> Para un análisis más detenido sobre la evolución probable de las emisiones españolas de GEI en el horizonte de Kyoto, véase Del Río y Hernández (2004b).

<sup>24</sup> La construcción de las curvas de costes marginales de reducción implicaría un gran esfuerzo investigador que excede con mucho las pretensiones y objetivos de este trabajo, dejándose para trabajos posteriores.

<sup>25</sup> Tampoco puede descartarse que el control de las emisiones induzca innovaciones tecnológicas que reduzcan los costes de reducción de las emisiones (la denominada "Hipótesis Porter").

$P_{\text{medio}}$  = Precio medio de los derechos durante el periodo<sup>26</sup>.

Los supuestos de este estudio son:

(I). Con respecto a las emisiones. Realizamos una extrapolación lineal de las emisiones al periodo 2005-2007. Tenemos en cuenta también las propias peticiones sectoriales de derechos como posible estimación de las emisiones esperadas. Consideramos 4 escenarios.

**\*Escenario estable.** Suponemos que las emisiones para todo el periodo 2005-2007 permanecen constantes al mismo nivel que en el año 2002. Como las emisiones en el año 2002 en el sector de generación son anormalmente elevadas (como consecuencia de un mal año hidráulico), hemos supuesto que para este sector las emisiones en el periodo 2005-2007 se mantienen en el promedio de emisiones del periodo 2000-2002.

**\*Escenario tendencial I (1990-2002).** Suponemos un crecimiento de las emisiones para el periodo 2005-2007 igual al que ha tenido lugar entre 1990 y 2002 (extrapolación lineal).

**\*Escenario tendencial II (2000-2002).** 1) para los sectores industriales, se ha supuesto un crecimiento de las emisiones para el periodo 2005-2007 equivalente al que ha tenido lugar entre 2000 y 2002 (extrapolación lineal). 2) Para el sector de generación se ha supuesto unas emisiones en el periodo 2005-2007 equivalentes a 94MtCO<sub>2</sub> anuales, que es la previsión del gobierno.

**\*Escenario petición sectorial.** Emisiones en 2005-2007 iguales a las peticiones de derechos realizadas por los sectores en la negociación del PNA (peticiones sectoriales). Para el sector eléctrico existen dos tipos de peticiones de derechos (la de Iberdrola, de 70 MtCO<sub>2</sub> anuales, y la del resto del sector, de 96 MtCO<sub>2</sub> anuales). Se toma la segunda por ser la más exigente y la que generaría un coste mayor para el sector en su totalidad. Esta elección es adecuada teniendo en cuenta el objetivo del estudio, en el que se pretende aportar una cifra del "coste máximo".

(II). Con respecto a los derechos, el PNA establece la cantidad de derechos a repartir por sector.

(III). Con respecto al precio de los derechos en el periodo de cumplimiento, este resulta a día de hoy incierto. La mayoría de los expertos predicen un precio de entre 5 y 10 € la tonelada. Es probable que, conforme nos acerquemos al final del periodo de cumplimiento, el precio de los derechos esté más cerca del límite superior que del inferior.

Las siguientes tablas resumen los cálculos efectuados.

---

<sup>26</sup> Suponemos que el precio del derecho es el mismo para cada año del periodo, es decir, se mantiene constante durante el mismo.

**Tabla 2.** Emisiones futuras, diferencia entre emisiones y derechos y coste total a diferentes precios. Escenario estable<sup>27</sup>

Sector	Asignación anual*	Asignación total*	Emisiones totales 2005-2007*	Diferencia total emisiones-derechos*	Coste total 5 €/tCO <sub>2</sub> **	Coste total 10 €/tCO <sub>2</sub> **
Generación	86,4	259,20	263,98	-4,78	-23,9	-47,80
Refino	15,97	47,91	44,58	3,33	16,65	33,30
Siderurgia	11,94	35,82	32,55	3,27	16,35	32,70
Cemento	28,50	85,50	79,74	5,76	28,80	57,60
Cal	2,44	7,32	6,60	0,72	3,60	7,20
Cerámica	6,81	20,43	19,83	0,60	3,00	6,00
Vidrio	2,88	8,64	8,28	0,36	1,80	3,60
Papel	5,35	16,05	13,56	2,49	12,45	24,90
<b>Total</b>	<b>160,29</b>	<b>480,87</b>	<b>469,12</b>	<b>11,75</b>	<b>58,75</b>	<b>117,50</b>

Notas: \*Datos en MtCO<sub>2</sub>. La diferencia negativa indica que el sector es deficitario en derechos en el año indicado. \*\*Datos en millones de €. El signo negativo indica el coste de adquisición de derechos para el sector.

**Tabla 3.** Emisiones futuras y diferencia entre emisiones y derechos. Escenario tendencial I

Sector	Asignación anual	Emisión 2005	Emisión 2006	Emisión 2007	Emisiones totales	Asignación total	Diferencia total
Generación	86,40	107,19	111,22	115,40	333,81	259,20	-74,61
Refino	15,97	15,47	15,68	15,90	47,05	47,91	0,86
Siderurgia	11,94	10,21	10,01	9,81	30,03	35,82	5,79
Cemento	28,50	28,15	28,69	29,24	86,08	85,50	-0,58
Cal	2,44	2,39	2,46	2,53	7,38	7,32	-0,06
Cerámica	6,81	7,36	7,62	7,90	22,88	20,43	-2,45
Vidrio	2,88	3,08	3,19	3,31	9,58	8,64	-0,94
Papel	5,35	5,36	5,67	6,00	17,03	16,05	-0,98
<b>Total</b>	<b>160,29</b>	<b>179,21</b>	<b>184,54</b>	<b>190,09</b>	<b>553,84</b>	<b>480,87</b>	<b>-72,97</b>

Notas: Datos en MtCO<sub>2</sub>. \*La diferencia negativa indica que el sector es deficitario en derechos en el año indicado.

<sup>27</sup> Obsérvese que el signo positivo no indica que el sector no incurre en costes por el cumplimiento de sus compromisos. Ese cumplimiento no provoca la compra de derechos, pero el sector si puede haber invertido en medidas de reducción de las emisiones.

**Tabla 3 (cont.).** Coste total a diferentes precios. Escenario tendencial I

Sector	COSTE TOTAL	
	(5 €)**	(10 €)**
Generación	-372,99	-745,98
Refino	4,29	8,58
Siderurgia	28,96	57,93
Cemento	-2,87	-5,73
Cal	-0,26	-0,53
Cerámica	-12,25	-24,50
Vidrio	-4,74	-9,49
Papel	-4,89	-9,78
<b>Total</b>	<b>-364,75</b>	<b>-729,50</b>

Datos en millones de €. \*\* El signo negativo indica el coste de adquisición de derechos para el sector.

**Tabla 4.** Emisiones futuras, diferencia entre emisiones y derechos y coste total a diferentes precios. Escenario tendencial II

Sector	Asignación anual*	Emisión 2005*	Emisión 2006*	Emisión 2007*	Emisiones totales*	Asignación total*	Diferencia total*	COSTE ANUAL**	
								(5 €)	(10 €)
Generación	86,40	94,00	94,00	94,00	282,00	259,20	-22,80	-114,00	-228,00
Refino	15,97	14,06	13,80	13,55	41,41	47,91	6,50	32,48	64,97
Siderurgia	11,94	10,94	10,97	11,00	32,91	35,82	2,91	14,54	29,08
Cemento	28,50	29,16	30,07	31,01	90,24	85,50	-4,74	-23,69	-47,38
Cal	2,44	2,41	2,48	2,56	7,45	7,32	-0,13	-0,64	-1,28
Cerámica	6,81	7,45	7,76	8,08	23,29	20,43	-2,86	-14,31	-28,61
Vidrio	2,88	3,24	3,42	3,61	10,27	8,64	-1,63	-8,12	-16,23
Papel	5,35	6,25	6,97	7,77	20,99	16,05	-4,94	-24,70	-49,41
<b>Total</b>	<b>160,29</b>	<b>185,07</b>	<b>192,78</b>	<b>200,94</b>	<b>578,79</b>	<b>480,87</b>	<b>-97,92</b>	<b>-138,45</b>	<b>-276,90</b>

\*Datos en MtCO<sub>2</sub>. \*\*Datos en millones de €.

**Tabla 5.** Emisiones futuras, diferencia entre emisiones y derechos y coste total a diferentes precios. Escenario petición sectorial

Sector	Asignación (anual)*	Emisión anual*	Emisiones totales*	Asignación total*	Diferencia total*	COSTE ANUAL**	
						(5 €)	(10 €)
Generación	86,40	96,00	288,00	259,20	-28,80	-144,00	-288,00
Refino	15,97	16,57	49,71	47,91	-1,80	-9,00	-18,00
Siderurgia	11,94	12,30	36,90	35,82	-1,08	-5,40	-10,8
Cemento	28,50	30,08	90,24	85,50	-4,74	-23,70	-47,4
Cal	2,44	2,74	8,22	7,32	-0,90	-4,50	-9,00
Cerámica	6,81	7,18	21,54	20,43	-1,11	-5,55	-11,10
Vidrio	2,88	2,96	8,88	8,64	-0,24	-1,20	-2,40
Papel	5,35	5,60	16,80	16,05	-0,75	-3,75	-7,50
<b>Total</b>	<b>160,29</b>	<b>173,43</b>	<b>520,29</b>	<b>480,87</b>	<b>-39,42</b>	<b>-197,10</b>	<b>-394,20</b>

\*Datos en MtCO<sub>2</sub>. \*\*Datos en millones de €.

Puede observarse que, según estos cálculos, el sector eléctrico es el más afectado en términos absolutos por la asignación de derechos en todos los escenarios, seguido en el escenario estable por el sector del vidrio, en el escenario tendencial I por la cerámica, en el tendencial II por el papel y el cemento y en el escenario de petición sectorial por el cemento. Los sectores menos afectados en términos absolutos son el sector cemento en el escenario estable, la siderurgia y el refino en los escenarios tendenciales y el vidrio y el papel en el escenario de petición sectorial.

El coste total varía enormemente en función de los escenarios y supuestos considerados (desde los 729M€ en el escenario tendencial I a un precio de 10 €/tCO<sub>2</sub> a, incluso, la posibilidad de obtención de ingresos netos por la venta de derechos por valor de 117,5 M€ en el escenario estable con un precio de 10 €). Puede observarse que en algunos escenarios y supuestos el coste para determinados sectores es de signo positivo. Este resultado debe tomarse con cautela, pues es consecuencia de la metodología utilizada en el análisis, en el que no se han considerado los costes de la implantación de medidas de reducción de las emisiones que pueden más que compensar los beneficios derivados de la venta de derechos de emisión en el mercado, dando lugar a un coste neto negativo.

La siguiente tabla muestra el impacto total y por ramas de actividad en términos relativos (es decir, en relación al VAB esperado en el periodo 2005-2007). El impacto agregado (para todos los sectores) no supera en ningún escenario el 0,7% del VAB esperado e, incluso, en algún escenario puede no haber un impacto negativo (aunque esto debe matizarse con las consideraciones realizadas más abajo). El impacto medio parece estar en el entorno del 0,3% del VAB. La tabla muestra que, en general, el sector más afectado negativamente es el eléctrico, mientras que el impacto para la siderurgia y el refino es relativamente bajo. El cemento y la cal parecen uno de los más afectados en dos escenarios (el tendencial II y el de petición sectorial) y como uno de los menos afectados en otro (estable). El vidrio es uno de los más negativamente influidos en el escenario tendencial I y uno de los que experimentan impactos menos negativos en el escenario petición sectorial. Finalmente, el papel es el tercer sector que experimenta un impacto más negativo en el escenario tendencial II, mientras que en el escenario de petición sectorial es el tercero en mejor situación. Por lo tanto, los resultados del impacto relativo de la Directiva sobre algunos sectores son bastante sensibles al tipo de escenario considerado.

**Tabla 6.** Impacto relativo de la Directiva sobre los sectores (%)\*

	Esc. estable		Esc. Tendencial I		Esc. Tendencial II		Esc. petición	
	5 €	10 €	5 €	10 €	5 €	10 €	5 €	10 €
Generación	-0,048	-0,095	-0,742	-1,485	-0,227	-0,454	-0,287	-0,573
Refino	0,320	0,640	0,082	0,165	0,624	1,248	-0,173	-0,346
Siderurgia (metalurgia)	0,102	0,204	0,181	0,362	0,091	0,182	-0,034	-0,067
Cemento y cal	0,450	0,900	-0,044	-0,086	-0,337	-0,676	-0,392	-0,783
Cerámica	0,024	0,048	-0,098	-0,196	-0,114	-0,229	-0,044	-0,089
Vidrio	0,038	0,076	-0,100	-0,200	-0,171	-0,343	-0,025	-0,051
Papel	0,113	0,226	-0,044	-0,089	-0,224	-0,448	-0,034	-0,068
<b>Total</b>	<b>0,055</b>	<b>0,110</b>	<b>-0,341</b>	<b>-0,682</b>	<b>-0,129</b>	<b>-0,259</b>	<b>-0,184</b>	<b>-0,369</b>

\*% del coste total sobre el VAB a precios básicos por ramas de actividad esperado en el periodo 2005-2007. Cálculos del VAB esperado realizados mediante extrapolación lineal de las tasas de crecimiento medias en el periodo 1998-2000 al periodo 2005-2007.

Este ejercicio no pretende identificar los costes de cumplimiento, sino aportar un rango en el que es probable que se encuentren esos costes, es decir, establecer la escala del problema. En todo caso, es necesario tomar estos cálculos con mucha cautela. Por un lado, están sujetos a muchas incertidumbres sobre el verdadero valor de variables clave y, por lo tanto, los resultados son muy sensibles a diferentes valores de esas variables. Por otro lado, este es sólo un análisis parcial pues, al no disponerse de las curvas de costes marginales de reducción, no tiene en cuenta los costes de las medidas de reducción implantadas por las empresas y los sectores. Únicamente se consideran los costes de adquisición de derechos, (por eso es un enfoque de "coste máximo"). Finalmente, el análisis no identifica el impacto sobre instalaciones y empresas concretas, sino sólo el efecto agregado sobre el sector.

### 3.2. Estudio cualitativo del impacto económico de la Directiva sobre los sectores españoles

En principio, el cumplimiento de los compromisos de reducción de las emisiones obliga a sectores y empresas a incurrir en costes de cumplimiento, costes de adquisición de los derechos y efectos indirectos como consecuencia del aumento de los costes energéticos. Estos costes no siempre son soportados finalmente por las empresas, sino que pueden trasladarse a otros actores económicos.

En general, el impacto sobre empresas y sectores depende de ciertas variables relevantes: curvas de costes marginales de reducción, emisiones en el escenario de referencia (BAU), precio de los derechos que las empresas deben adquirir para cumplir con sus compromisos, medidas tomadas en el pasado para reducir las emisiones, potencial tecnológico para reducir las emisiones, crecimiento esperado en la demanda de los productos, asignación de derechos a cada sector y

capacidad de trasladar los costes de control de las emisiones a los precios de los productos (que, a su vez, depende de variables tales como la estructura competitiva del mercado, el grado de apertura del sector a la competencia internacional y la existencia de precios regulados a nivel nacional). Pasamos a comentar brevemente estas características, analizando brevemente la situación en los sectores españoles cubiertos por la Directiva<sup>28</sup>:

**a) Potencial de reducción de emisiones.** En primer lugar es necesario tener en cuenta el potencial de reducción de emisiones en el sector, es decir, la disponibilidad de opciones tecnológicas de reducción de bajo coste. Los modelos econométricos suelen coincidir en que es el sector eléctrico el que dispone de estas opciones en mayor medida. En los sectores industriales las alternativas de reducción de bajo coste son más escasas. Entre otras razones porque, al ser sectores intensivos en el uso de la energía, existe un incentivo continuo al ahorro de esta y mucho de lo que se podría hacer para reducir las emisiones ya se ha hecho<sup>29</sup>. Las emisiones de estos sectores proceden, sobre todo, de la combustión (es decir, están relacionadas con el consumo energético), siendo menos importantes las emisiones de proceso. Varios sectores defienden que la posibilidad de reducir sus emisiones son muy limitadas, teniendo en cuenta tanto las características tecnocómicas de sus procesos productivos como los esfuerzos realizados en el pasado (aunque no para reducir emisiones, sino como parte de su actividad empresarial "normal"), que han agotado las posibilidades de reducción baratas.

**b) Estructura competitiva del sector.** Uno de los factores que más influyen en la posibilidad de que las empresas de un sector determinado trasladen los costes de cumplimiento a los consumidores de sus productos es la estructura competitiva del sector<sup>30</sup>. El sector eléctrico podría tener en principio ventaja a costa de consumidores individuales e industriales. Estos últimos, grandes consumidores de energía, experimentarían un incremento de sus costes energéticos que sería finalmente asumido por ellos mismos o por sus consumidores. La tarifa eléctrica regulada impide, por el momento, grandes incrementos del precio para el consumidor. La traslación de costes a los precios es limitada en algunos sectores (vidrio y cerámica, pasta y papel y acero) y más probable en otros (cemento y electricidad, este último con las limitaciones mencionadas).

**c) Grado de apertura internacional.** El grado de apertura internacional (medido como porcentaje de las exportaciones sobre la producción total del sec-

---

<sup>28</sup> Para ello se han consultado diferentes fuentes: opiniones de los sectores (declaraciones de posicionamiento en sus páginas web), modelos econométricos, estudios sectoriales, opiniones de expertos etc...

<sup>29</sup> Es importante tener en cuenta que el tamaño de las empresas del sector puede afectar a la posibilidad de invertir en alternativas de reducción de las emisiones. Las pequeñas empresas parten con una desventaja en este sentido, aspecto que se demuestra posteriormente relevante en el sector de la cerámica y del vidrio.

<sup>30</sup> Harrison y Radov (2002) apuntan también que el grado al cual el mayor coste puede ser trasladado a los consumidores depende también de si el sistema de comercio de derechos cubre una pequeña proporción del mercado del producto afectado (poco traslado de los mayores costes al precio) o si, por el contrario, cubre una elevada proporción (alto traslado).

tor) de los sectores industriales en España es muy diferente, variando desde el 15,7% del sector siderúrgico al 32% del vidrio y cerámica, pasando por el 20,9% del refino, el 25,8% del cemento y la cal y el 16,9% del papel (Ocaña 2004). En el sector eléctrico los intercambios de electricidad con otros países son mínimos. En sectores muy expuestos a la competencia internacional un incremento del precio de los productos en el mercado interior puede provocar una grave pérdida de competitividad internacional, con incremento de importaciones, pérdida de mercados exteriores, reducciones de la cuota de mercado e, incluso, fenómenos de deslocalización empresarial. Este no es, obviamente, el caso del sector eléctrico, pero en otros sectores sí puede ser relevante, especialmente, en los sectores del acero, productos cerámicos y cemento, en los que tanto el grado de competencia internacional como su grado de internacionalización es muy elevado. No obstante, el fenómeno de deslocalización empresarial como consecuencia de la importación de productos de países sin compromisos de CO<sub>2</sub> puede ser menos probable de lo que se suele mencionar por parte de las organizaciones empresariales. En realidad este fenómeno es sólo probable en el sector acero, en el que el elevado valor añadido por tonelada de producto puede compensar los altos costes de transporte de la importación del producto. En el cemento, por el contrario, es probable que los costes del transporte no logren compensar los posibles ahorros de costes derivados de la diferencia de precios entre el cemento de producción nacional (afectado por la limitación de emisiones) y el importado de fuera de Europa (no afectado). Es normal que el sector cerámico, que exporta una significativa proporción de su producción, esté también preocupado.

**d) Otras características sectoriales.** Finalmente, existen otros factores que pueden influir en el impacto económico sobre los sectores. Uno de ellos es la elasticidad precio de la demanda de los productos afectados por el control de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Una demanda del producto relativamente inelástica provoca que un aumento en el precio del mismo no de lugar a una caída en su demanda y, por lo tanto, en los ingresos obtenidos por su venta. La mayor o menor elasticidad de la demanda está relacionada con la existencia de productos sustitutivos. En este caso, el sector menos preocupado debería ser el eléctrico, que se favorece de una curva de demanda relativamente más inelástica que otros sectores. El boom de la construcción provoca que el cemento sea también un sector con una curva de demanda relativamente más inelástica. Por el contrario, la elasticidad de la demanda del sector acero y la del papel son relativamente elevadas<sup>31</sup>. En este sentido es importante tener en cuenta que, aunque varios productos cubiertos por la Directiva compiten entre sí (acero, cemento y vidrio, por ejemplo) no es el caso del aluminio, que compite con algunos de esos productos en ciertos usos y no está afectado directamente por el control de las emisiones (aunque sí indirectamente, pues es un gran consumidor de electricidad).

Otro aspecto importante es el crecimiento esperado de la demanda de los productos del sector. Al tratarse de objetivos absolutos de control de las emisio-

---

<sup>31</sup> En particular, el cartón sufre una importante competencia para embalajes.



nes (es decir, no relativos de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de producto), aquellos sectores con un elevado crecimiento se verán más afectados que los que tienen un crecimiento menor. Este es el caso de los sectores del papel, la electricidad y el cemento<sup>32</sup>.

Finalmente, el impacto de la Directiva depende de los márgenes de beneficio (como porcentaje del valor añadido) de cada sector. Ciertos sectores (como el cemento) tienen márgenes menores que otros (por ejemplo, el eléctrico).

#### 4. Conclusión

El SECE constituye la primera y mayor experiencia internacional de comercio de emisiones del mundo. Es de alabar la valentía política para implantar un sistema así, más en un contexto internacional en el que los principales competidores económicos no han adoptado medidas similares de control de las emisiones.

Aunque, en general, puede considerarse que el sistema diseñado ha logrado un buen equilibrio entre posiciones y criterios en conflicto (integridad ambiental, coste económico bajo tanto para empresas como para la sociedad en general, aceptabilidad y viabilidad política), no obstante, tiene sus puntos fuertes y débiles, probablemente como consecuencia de la búsqueda de ese difícil equilibrio. En este artículo se ha realizado un análisis crítico de las características fundamentales del SECE, señalándose los que, a priori, parecen ser sus puntos más problemáticos.

También se ha analizado el impacto económico de la Directiva en los sectores españoles implicados. Para ello hemos utilizado una combinación de un enfoque cuantitativo con otro cualitativo. La principal conclusión es que el impacto de la Directiva (al menos en el primer periodo de cumplimiento) será bastante limitado y, en todo caso, alejado de las predicciones catastrofistas de ciertos estudios sobre el impacto de Kyoto en la economía española, así como sobre el impacto de la Directiva. No obstante, este estudio constituye una mera aproximación a un tema sobre el que debería realizarse una investigación más exhaustiva en el futuro, profundizándose particularmente en la perspectiva cuantitativa.

*Agradecimientos.* Agradezco los comentarios realizados por el profesor Jordi Roca a una versión previa de este trabajo. Por supuesto, los posibles errores existentes son sólo míos.

---

<sup>32</sup> El relativamente alto crecimiento esperado en el sector de la construcción en los próximos años en nuestro país implicará un importante crecimiento de la demanda de cemento y materiales de construcción. Es probable que este factor sea más importante que el previsible incremento en el coste de esos productos derivado del control de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## Bibliografía

- BOEMARE, C. y QUIRION, P. (2001): Implementing Greenhouse Gas trading in Europe: Lessons from economic theory and international experiences, Report of the INTERACT project (CIRED-CNRS), Paris.
- CAPROS, P. and MANTZOS, L. (2000): The Economic Effects of EU-Wide Industry-Level Emission Trading to Reduce Greenhouse Gases, Results from PRIMES Energy System (National Technical University of Athens), Athens.
- CEC (2003a): Directiva 2003/87/CE del Parlamento europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 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. DOUE 12/5/2003.
- CEC (2003b): The EU Emission Trading Scheme: How to develop a National Allocation Plan. Non-Paper, Brussels.
- CEC (2004a): Draft Commission decision establishing guidelines for the monitoring and reporting of greenhouse gas emissions pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council.
- CEC (2004b): Questions and Answers on Emissions Trading and National Allocation Plans, MEMO/04/44, European Commission web-site: <http://europa.eu.int>.
- CEC (2004c): Communication from the Commission on guidance to assist Member States in the implementation of the criteria listed in Annex III to Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC, and on the circumstances under which force majeure is demonstrated.
- COASE, R. (1960): "The problem of social cost", *Journal of Law and Economics* 3, 1-44.
- CONVERY, F.; REDMOND, L.; DUNNE, L. y RYAN, L. (2003): "Assessing the European Union Emissions Trading Directive", *Environmental Studies*, University College (Dublin).
- CRQUI, P. and KITOUS, A. (2003): "KPI Technical Report Impacts of Linking JI and CDM credits to the European Emission Allowance Trading Scheme (KPI-ETS)", European Commission (D.G. Environment).
- DEL RÍO, P. y HERNÁNDEZ, F. (2004a): "Hacia un marco conceptual para la integración de los permisos de emisión de CO<sub>2</sub> en la contabilidad nacional", capítulo en Campos, P. y Casado, J.M. (dirs.), *Cuentas Ambientales y Actividad Económica*. Consejo General de Colegios de Economistas de España, Madrid, 325-368.
- DEL RÍO, P. y HERNÁNDEZ, F. (2004b): "Análisis de las diferentes posiciones en el próximo mercado europeo de derechos de emisión de CO<sub>2</sub>", Congreso de la Asociación Española de los Recursos Naturales y Ambientales (AERNA), Vigo.
- DEL RÍO, P.; HERNÁNDEZ, F. Y GUAL, M.A. (2005): "The Implications of the Kyoto project mechanisms for the deployment of renewable electricity in

- Europe", *Energy Policy*, vol.33(5), 2010-2022.
- FIELD, B. y FIELD, M. (2003): *Economía Ambiental*, McGraw Hill, Madrid.
- GAGELMANN, F. and HANSJÜRGENS, B. (2002): "Climate Protection Through Tradable Permits: The EU Proposal for a CO<sub>2</sub> Emissions Trading System in Europe", *European Environment* 12, 185-202.
- HARRISON, D., RADOV, D. (2002): *Evaluation of alternative initial allocation mechanisms in a European Union Greenhouse Gas Emissions allowance trading scheme*. National Economic Research Associates, London.
- IETA (2003): Database on emission trading schemes. <http://www.ieta.org>
- IETA/EUROELECTRIC (2004): GHG Market Survey, CarbonExpo, Colonia (Alemania).
- KRUGER, J. and PIZER, W.A. (2004): "The EU Emissions Trading Directive: Opportunities and Potential Pitfalls". Resources for the Future Discussion Paper 04-24, Washington.
- LECOCQ, F. (2004): State and trends of the Carbon Market 2004, World Bank, Washington D.C.
- MAVRAKIS, D. y KONIDARI, P. (2003): "Classification of Emissions Trading scheme design characteristics", *European Environment* 13, 48-66.
- OCAÑA PÉREZ DE TUDELA (2004): El impacto del Protocolo de Kyoto sobre la economía española!", *Revista Interdisciplinar de Gestión Ambiental*, no 63, 12-25.
- STAVINS, R. (1995): "Transaction Costs and Tradable Permits", *Journal of Environmental Economics and Management*, 29, 133-48.
- TIETENBERG, T. (1980): "Transferable discharge permits and the control of stationary source air pollution: A survey and synthesis", *Land Economics*, 56(4), 391-416.
- TIETENBERG, T.; GRUBB, M.; MICHAELOWA, A.; SWIFT, B and ZHANG, Z. (1999): *International Rules for GHG Emissions Trading*, United Nations, New York.