

LOS MERCADOS DE CARBONO EN LA UNIÓN EUROPEA: FUNDAMENTOS Y PROCESO DE FORMACIÓN DE PRECIOS

ANTONIO ERÍAS REY / JESÚS ÁNGEL DOPICO CASTRO
Universidad de A Coruña

Recibido: 2 de diciembre de 2010

Aceptado: 12 de enero de 2011

Resumen: El objetivo de este artículo es analizar los fundamentos básicos de los mercados de carbono integrados en el Sistema de la Unión Europea de comercio de emisiones (EU-ETS) y del proceso de formación de precios de los permisos de emisión transferibles (PET) en esos mercados. Con ese fin se estudian los principales elementos institucionales del sistema –agentes, activos, operaciones y mercados organizados– y se plantean los factores determinantes de los precios del carbono. El estudio concreto de precios se realiza a partir de las cotizaciones de los contratos de futuros en el mayor mercado del sistema: el Intercontinental Exchange-European Climate Exchange (ICE-ECX). Como conclusiones más destacadas del análisis de precios realizado pueden citarse la estabilización de las cotizaciones durante los últimos dos años, el crecimiento constante del interés abierto y la correlación entre las cotizaciones de los permisos y los precios del petróleo.

Palabras clave: Permisos de emisión transferibles (PET) / Mercados de carbono / Sistema de la UE de comercio de emisiones (EU-ETS) / Derechos de emisión de la UE (EUA).

EMISSION MARKETS IN THE EUROPEAN UNION: FUNDAMENTALS AND PRICE FORMATION PROCESS

Abstract: The objective of this article is to evaluate the fundamentals of the carbon emission market of European Union Emissions Trading System (EU-ETS) as well as to analyze the price determinants of transferable emissions permits (PET) of the markets. To this end, the main infrastructural components –agent, assets, operations, and organized markets– will be examined alongside the deciding factors in setting the price carbon for diagnostic purposes. This study of price was conducted using, as resource, the value of futures over European Union Allowances (EUA) in the biggest market of the system, the ICE-ECX (Intercontinental Exchange, European Climate Exchange). The most significant conclusions of our research are the stabilization of the value over the last two years, the constant growth of open interest, and the correlation between the EUAs value and energy prices.

Keywords: Transferable emissions permits (PET) / Carbon emission markets / European Union Emissions Trading System (EU-ETS) / European Union Allowances (EUA).

1. INTRODUCCIÓN

En la última década, el uso de permisos negociables de emisión como instrumento de política ambiental ha pasado de ser una preocupación esencialmente académica con experiencias limitadas a convertirse en uno de los elementos centrales de la política contra la lluvia ácida en Estados Unidos y de los programas internacionales para el control de gases de efecto invernadero (GEI). La inclusión del comercio de emisiones de carbono en los mecanismos de desarrollo limpio del Protocolo de Kyoto ha sido el detonante de la creación de un verdadero mercado internacional de derechos de emisión. Dentro de él, el principal sistema o entramado

do institucional en funcionamiento es el Sistema de la Unión Europea de comercio de emisiones (EU-ETS), que comenzó a operar en el año 2005¹.

Desde el inicio de las operaciones del EU-ETS ha crecido el interés por el estudio de los mercados de carbono desde una perspectiva financiera, incluyéndose aquí el análisis de los determinantes de precios del CO₂ y las relaciones de causalidad entre estos y otros precios del mercado energético (Mansanet-Bataller, 2009). Este artículo se inscribe dentro de la perspectiva citada y trata de analizar el proceso de determinación de precios de los derechos de emisión de CO₂ en el sistema europeo de comercio de emisiones de GEI. Para ello se estudia el diseño institucional del sistema, ya que constituye un aspecto clave para la comprensión de ese proceso de formación de precios.

Con este objetivo se sigue un planteamiento similar a los desarrollados por Smith (2009) para el caso del mercado mundial de petróleo; por Joskow, Schmalensee y Bailey (1998) para la experiencia estadounidense de lucha contra la lluvia ácida con permisos negociables; y por Stankeviciute, Kitous y Criqui (2008) para el análisis del futuro sistema internacional de comercio de emisiones de CO₂. Con esas referencias, la estructura básica del trabajo es la que se resume a continuación.

Después de esta introducción, en la segunda sección se formulan los fundamentos teóricos y las principales experiencias prácticas de los mercados de permisos negociables de emisión. Los fundamentos teóricos se asimilan a los procesos de negociación derivados del planteamiento de Coase (1960). Las experiencias prácticas analizadas parten de sus orígenes en Estados Unidos a raíz de la *Clean Air Act* y culminan con la creación del EU-ETS como principal sistema *cap and trade* del mercado internacional de CO₂. En la tercera sección se estudian los elementos institucionales que configuran el EU-ETS: agentes participantes, activos negociados, tipos de operaciones y mercados organizados. De este entramado institucional se seleccionan, para desarrollar el estudio de precios, el principal mercado organizado: el *European Climate Exchange* (ECX), integrado en el ICE (*Intercontinental Exchange*), y los principales activos objeto de negociación en él: los futuros sobre *European Union Allowances* (EUA) y *Certified Emission Reductions* (CER). La cuarta sección del trabajo se dedica al estudio teórico y aplicado del proceso de formación de precios de esos activos en el ICE-ECX. Por un lado, se formulan desde una perspectiva teórica los principales determinantes de los precios del CO₂ en un mercado de este tipo y, por otro, se analizan las tendencias recientes de la cotización de los EUA y los CER en el ICE-ECX, examinándose las relaciones entre los precios de estos derechos de emisión y el precio de la energía –adoptando como referencia, en este caso, el precio del petróleo

¹ Con respecto al funcionamiento de este mercado, en la actualidad se puede considerar que está teniendo éxito y que es eficiente, tal y como indican Ellerman y Joskow (2008), hasta tal punto que el EU-ETS ha desplazado a los mercados norteamericanos como referencia internacional en materia de permisos negociables de emisión.

Brent-. Finalmente, la quinta sección recoge las principales conclusiones que se obtuvieron de este estudio.

2. LOS MERCADOS DE PERMISOS DE EMISIÓN TRANSFERIBLES

Es una opinión extendida entre los estudiosos de la teoría de la política económica ambiental la consideración de dos grandes vías para la corrección de problemas ambientales mediante instrumentos económicos: el planteamiento original de Pigou (1920) del que derivan los impuestos ambientales, y el desarrollado por Coase (1960) como fundamento básico de la creación de derechos negociables². Las raíces coaseianas de los mercados de permisos negociables de emisión se basan en el argumento de que la existencia de derechos de propiedad definidos y negociables constituyen una forma óptima para corregir las deseconomías externas como, por ejemplo, la contaminación. Por ello se considera que los mercados de permisos negociables son una derivación del teorema de Coase, y numerosos autores recurren a los fundamentos de la negociación coaseiana para explicar la eficiencia, por ejemplo, del sistema internacional de comercio de emisiones de CO₂.

El mecanismo de mercado implícito en las negociaciones coaseianas puede verse con claridad en el diseño de los mercados de PET. Las primeras aportaciones a la teoría de los permisos negociables de emisión datan de finales de la década de 1960 y de la década de 1970. Sus experiencias prácticas más significativas se han desarrollado en Estados Unidos desde la década de 1980, aunque en los últimos años el liderazgo en este tipo de instrumentos de política ambiental corresponde a la UE, con el EU-ETS creado en el año 2003 (Ellerman y Joskow, 2008).

Aunque no se puede considerar como una aplicación estricta y directa del teorema de Coase, lo cierto es que el fundamento básico de ese teorema y el de los mercados de PET es el mismo: la solución del problema de las externalidades ambientales mediante la negociación en los mercados, una vez delimitado un sistema de derechos de propiedad. La diferencia de un sistema de derechos de emisión con respecto a la versión más teórica del teorema de Coase reside en que el desarrollo de un mercado de permisos negociables precisa del previo establecimiento de un estándar de contaminación, y que la delimitación de los derechos de propiedad depende de las decisiones políticas adoptadas para la puesta en marcha del mercado de permisos. En el planteamiento coaseiano puro el sistema de derechos de propiedad y el estándar ambiental óptimo se determinan mediante las negociaciones libremente establecidas entre las partes y en función de las diferencias de costes. A pesar de todo lo comentado, parece adecuado considerar que el

² Esta doble vía es la que establecen, como ejemplo especialmente significativo, Baumol y Oates (1988).

teorema de Coase es el precedente teórico más relevante del desarrollo de los mercados de permisos negociables de emisión (Vela Ortiz, 2005).

Las primeras contribuciones a la literatura especializada sobre permisos negociables de emisión se deben a Crocker (1966) y Dales (1968), aunque a partir de esa formulación inicial es preciso tener en cuenta también aportaciones como las de Baumol y Oates (1988), Noll (1982) y, sobre todo, Tietenberg (1974, 1985, 2003, 2006, 2007, 2008).

La idea de establecer unos permisos negociables de emisión es, en realidad, un desarrollo de las prácticas que consisten en el establecimiento de estándares ambientales, solo que la autoridad reguladora ambiental correspondiente, además de delimitar un determinado nivel de emisiones contaminantes y de conceder permisos de emisión, también permite la negociación de esos permisos o derechos en un mercado establecido a tales efectos, creando así un sistema que generalmente se conoce como *cap and trade*.

En este sentido, la implantación de permisos negociables de emisión mejora sensiblemente el sistema de estándares al permitir la compra-venta en el mercado de los derechos asignados. En cierto modo se puede decir que un sistema de permisos transferibles supone la creación de un nuevo tipo de derechos de propiedad, posibilitando un proceso de negociación de tipo coaseiano.

De forma esquemática, el diseño de un mercado genérico de permisos negociables de emisión debería seguir los cinco pasos siguientes:

- 1) La definición del tipo de contaminante que hay que controlar y del ámbito territorial de referencia.
- 2) La identificación de los focos de contaminación.
- 3) La fijación de un estándar de contaminación (máximo de emisiones por unidad de tiempo).
- 4) La asignación de derechos de emisión entre los focos contaminadores en función de diversos criterios³.
- 5) El establecimiento de las reglas del sistema.

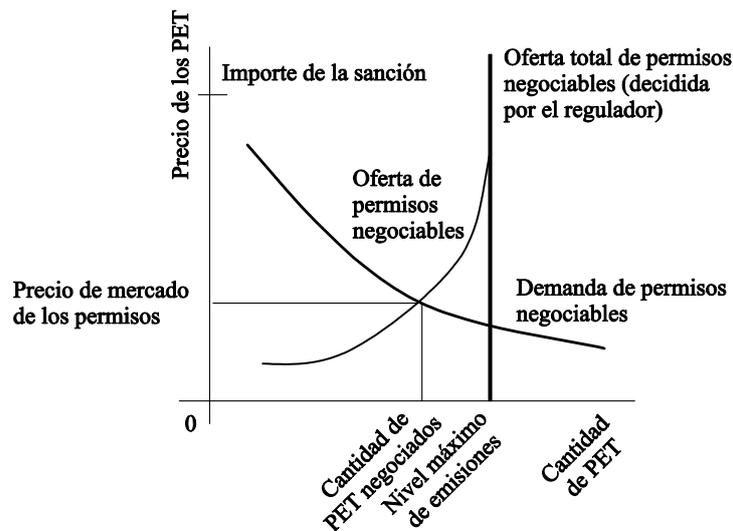
El funcionamiento teórico del mercado se basa en la ley de la oferta y la demanda de PET⁴. La figura 1 nos sirve para realizar un sencillo análisis de ese funcionamiento, en el que las diferencias con respecto a un mercado libre y competitivo radican en la existencia de una oferta de permisos limitada –establecida por el regulador– y de un precio máximo teórico situado en torno a la sanción por incumplimiento –también establecida por el regulador–. Esta última cuestión debe ser acotada, ya que el argumento de la sanción como precio máximo teórico sólo

³ En este punto la cuestión básica que hay que dilucidar es el procedimiento de adjudicación inicial de permisos mediante un sistema de gratuidad o mediante una subasta de derechos.

⁴ Véase, por ejemplo, el planteamiento de Field y Field (2003).

es válido en un análisis estático, porque en la práctica lo habitual es que la sanción no excluya la necesidad de adquirir en el período siguiente los permisos necesarios en el mercado o, alternativamente, reducir niveles de emisiones equivalentes⁵.

Figura 1.- Funcionamiento de un mercado PET



FUENTE: Elaboración propia.

Un sistema de este tipo cuenta con una serie de ventajas claras frente a otros instrumentos de política económica ambiental disponibles por los *policy-makers*, constituyendo el instrumento más adecuado desde el punto de vista de los criterios teóricos que debe cumplir una política económica ambiental. Así se demuestra en el planteamiento de Franco Sala (1996) cuando analiza los diferentes criterios que deben cumplir los instrumentos de política económica ambiental.

La aplicación práctica de los mercados de permisos negociables de contaminación se ha desarrollado inicialmente en Estados Unidos, donde se pueden encontrar las experiencias más destacables, al menos hasta la puesta en marcha del EU-ETS. La aparición de los primeros mercados de permisos negociables de emisión se deriva de la *Clean Air Act* (1976) y se desarrolla bajo los auspicios de la *Environmental Protection Agency* (EPA) norteamericana, con la creación en el año 1979 del *US Emissions Trading Program* –el primer mercado de permisos negociables de emisión con verdadera entidad–, que afectaba a todos los Estados

⁵ Tampoco se tienen en cuenta en este argumento consideraciones de carácter ético-ambiental, en el sentido de que para un emisor puede ser preferible adquirir derechos en el mercado a un precio más elevado a ser sancionado por el regulador del sistema.

norteamericanos. Entre los años 1981 y 1991, en paralelo a dicho programa, la *Clean Water Act* posibilitó la creación de iniciativas locales destinadas a gestionar la calidad de las aguas, entre las que destacan las desarrolladas en Wisconsin, Colorado y Carolina del Norte (Tietenberg, 2006).

En el año 1983 la propia EPA organiza un sistema de comercio de derechos en su programa de reducción de los niveles de plomo en las gasolineras, y en el año 1989 la aplicación del Protocolo de Montreal en Estados Unidos se desarrolla recurriendo a mecanismos de mercado. Durante la segunda mitad de la década de 1990 se crean también en ese país dos iniciativas muy relevantes en esta materia: el programa *Reclaim* en el Estado de California, y sobre todo el *Programa Federal de Lluvia Ácida* de la EPA, que data del año 1995, y que constituye la principal experiencia nacional de un mercado de permisos negociables de emisión (Ellerman, 2006; Montero, 1999; Schmalensee *et al.*, 1998; Joskow, Schmalensee y Bailey, 1998). También existen experiencias con un ámbito espacial más reducido, como es el caso de la aplicación de este tipo de mercados en ciudades –destaca en este sentido el caso de Santiago de Chile– o la aplicación de mecanismos similares para la gestión de derechos de propiedad sobre recursos naturales, especialmente en países en vías de desarrollo⁶.

Pero realmente el impulso más importante a los mercados de permisos negociables de emisión lo constituye la inclusión de este instrumento de forma explícita en los mecanismos de desarrollo limpio del Protocolo de Kyoto (1997). A partir de la década de 2000 destacan varias experiencias nacionales e internacionales que consisten en la creación de mercados de negociación de emisiones de GEI en el marco de la lucha contra el cambio climático diseñada en Kyoto. De hecho, ya se puede hablar de la institucionalización de un sistema internacional de comercio de emisiones de GEI (Antes, Hansjürgens y Lemathe [ed.], 2008), y está reconocida como muy significativa la importancia cuantitativa de las negociaciones internacionales de CO₂, hasta tal punto que en los próximos años este mercado podría convertirse en uno de los más relevantes por lo que respecta a la negociación de *commodities* o similares (Mills, 2008).

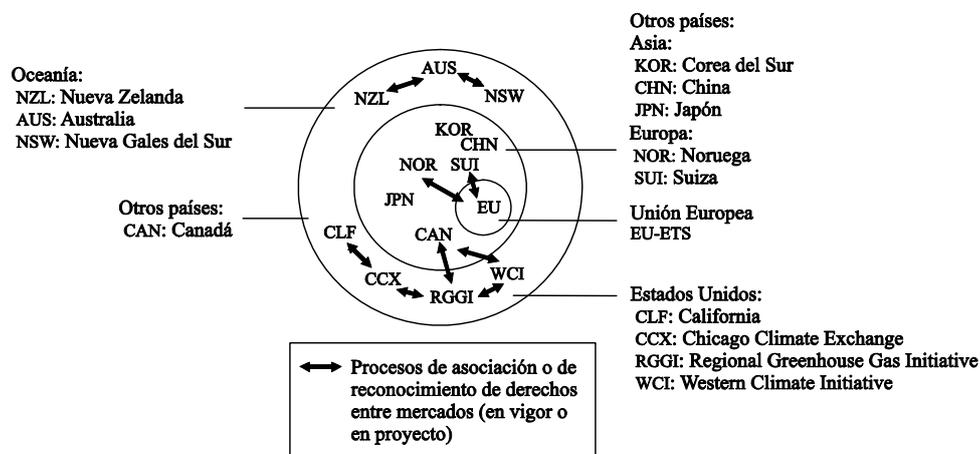
Una somera descripción de este sistema internacional puede realizarse a partir de la figura 2. En ella puede verse que dicho sistema se articula en torno al EU-ETS mediante una serie de mercados nacionales con vinculaciones directas o indirectas con el sistema europeo, pero manteniendo su independencia organizativa y operativa. Estos mercados se han creado en Oceanía, el sudeste de Asia, Norteamérica y Europa (en este último caso en países no pertenecientes a la UE).

El sistema de la UE de comercio de emisiones –el EU-ETS– es el mayor mercado de su clase que está en funcionamiento en la actualidad. Su origen debe si-

⁶ Un resumen de las principales experiencias de creación de derechos de propiedad y de su negociación para la gestión de recursos naturales en países en vías de desarrollo puede verse en PNUD (1998).

tuarse en las Directivas 2003/87/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, y 2004/101/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo⁷, que establecen el marco general para la creación de un régimen de comercio de emisiones de GEI en los países de la UE. Ambas directivas consideraban que el comercio de derechos es un instrumento complementario para mejorar la eficiencia y reducir los costes de las políticas de reducción de emisiones de los países miembros en el marco de los objetivos establecidos en Kyoto.

Figura 2.- Mercados internacionales de carbono



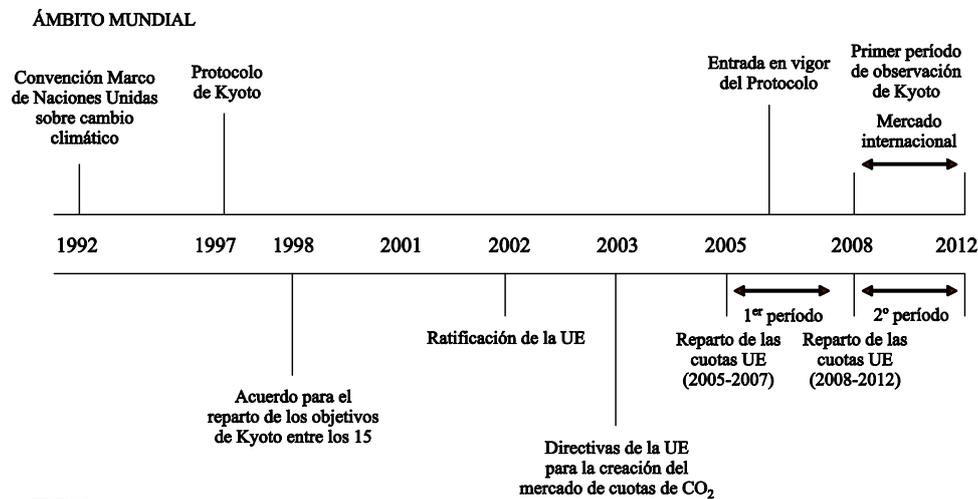
FUENTE: Elaboración propia a partir de Antes, Hansjürgens y Lemathe [ed.] (2008).

Este mercado europeo de comercio de GEI se introduce en dos fases diferenciadas de implantación: la primera se corresponde con el período 2005-2007, y es una fase de prueba del cumplimiento del Protocolo de Kyoto, mientras que la segunda fase, establecida para el período 2008-2012, ya se corresponde con el período de evaluación de los objetivos de Kyoto. Así pues, el EU-ETS comenzó a funcionar en el año 2005 y en la actualidad ya se encuentra plenamente operativo como parte fundamental de las políticas de reducción de GEI de numerosos países de la UE. En la figura 3 se presenta un resumen de los acontecimientos clave a nivel internacional en la lucha contra el cambio climático y de sus repercusiones sobre el proceso de creación de mercados de emisiones en la Unión Europea.

⁷ 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 –*Diario Oficial de la Unión Europea*, de 25/10/2003, L 275/32-L 275/46– y Directiva 2004/101/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kyoto –*Diario Oficial de la Unión Europea*, de 13/11/2004, L 338/18-L 338/23–.

Inicialmente, el comercio de emisiones en la UE se refería a emisiones de dióxido de carbono –que representa cerca del 80% de las emisiones de GEI–, pero en la actualidad se utiliza el término de derechos de emisión expresados en toneladas equivalentes de CO₂ para referirse a un proceso de equivalencia de otros GEI en CO₂. Los sectores productivos afectados por este mercado de forma obligatoria son limitados –fundamentalmente actividades energéticas, metal e industrias minerales–, quedando excluidos los pequeños emisores y los emisores difusos, de forma que el mercado afecta a sectores y empresas que representan menos del 50% de las emisiones de GEI de la UE⁸.

Figura 3.- Permisos negociables de emisión de CO₂ y Protocolo de Kyoto



FUENTE: Elaboración propia.

El sistema de asignación de cuotas entre los afectados depende de cada Estado miembro y se determina en los respectivos planes nacionales de asignación de emisiones, siendo elegido como método inicial de reparto el sistema de gratuidad (*grandfathering*), al presentar menos resistencia de los sectores afectados que el sistema de subasta de derechos. Los principales elementos institucionales del sistema europeo de comercio de emisiones se abordarán en el siguiente epígrafe de este artículo, al ser un objeto central de este trabajo, ya que esa configuración institucional desempeña un papel relevante en los procesos de negociación de permisos y en su formación de precios.

⁸ Aunque se trata de una cuestión con grandes dificultades técnicas, se espera avanzar hacia la solución de este problema en los próximos años.

Al margen del EU-ETS existen otros sistemas y mercados que configuran el sistema internacional de comercio de emisiones de GEI vigente en la actualidad. Una parte de estos mercados están relacionados entre sí –y relacionados con el EU-ETS–, existiendo un reconocimiento de derechos entre unos y otros, aspecto este fundamental de cara al futuro establecimiento de un verdadero mercado mundial de GEI. Los sistemas y mercados nacionales a los que nos referimos son los siguientes:

- a) En Europa, al margen de la UE, existen mercados de negociación de GEI en Noruega y Suiza. El sistema noruego es complementario de los impuestos sobre CO₂ que existen en ese país, y permite la realización de operaciones con los mercados del EU-ETS. Algo similar ocurre con el sistema suizo, que permite exenciones en la fiscalidad sobre CO₂ de dicho país y que también reconoce la posibilidad de operar con el sistema de la UE.
- b) En el sudeste de Asia existen mercados en Japón, Corea del Sur y China. Esos sistemas se basan en la voluntariedad de participación, y adoptan como referencia el sistema doméstico existente en Gran Bretaña entre los años 2002 y 2006. En China se han establecido recientemente mercados de negociación con características similares a los mercados específicos que existen en la UE y en Estados Unidos, también sobre la base de la participación voluntaria en él.
- c) En Oceanía se está desarrollando un sistema de comercio de emisiones de GEI en Nueva Gales del Sur (Australia) desde el año 2003, y existen propuestas para el funcionamiento de mercados de este tipo en el conjunto de Australia y en Nueva Zelanda.
- d) Finalmente, un caso especial es el de Norteamérica, incluyendo tanto a Estados Unidos como a Canadá. En Canadá, y más en concreto en los Estados de British Columbia y de Manitoba, existe un proceso de cooperación con el sistema *Western Climate Initiative*, en el que participan cinco Estados de los Estados Unidos. En este último país están en vigor cuatro iniciativas diferentes:
 - El *Western Climate Initiative*, que afecta a Arizona, California, Nuevo México, Oregón, Utah, Washington y los mencionados Estados canadienses de British Columbia y Manitoba.
 - El sistema establecido en California, conocido como *AB 32*.
 - El *Regional Greenhouse Gas Initiative*, que afecta a nueve Estados del noroeste de Estados Unidos.
 - El *Chicago Climate Exchange*, que es la iniciativa más importante de las que existen en Estados Unidos, que fue creado en el año 2003, y que está integrado, al igual que el ECX, en el *Intercontinental Exchange* (ICE).

3. ELEMENTOS INSTITUCIONALES DEL EU-ETS

El funcionamiento del EU-ETS se basa en una serie de elementos institucionales que se han ido formando desde la directiva marco del comercio de emisiones en la Unión Europea hasta la actualidad. Una parte de esos elementos ya estaban presentes en la mencionada directiva, pero algunos aspectos clave del sistema han ido formándose con su práctica operativa, que se inició en el año 2005.

Estos elementos institucionales del mercado desempeñan un papel básico no solo en el proceso de formación de precios de los derechos de emisión, sino también en la forma en que el EU-ETS se integrará operativamente en el futuro en un verdadero sistema internacional de comercio de emisiones de CO₂. En este apartado se organizan los principales elementos institucionales del mercado europeo del carbono en los cuatro apartados siguientes: agentes participantes, activos ambientales, tipos de operaciones y mercados organizados.

3.1. AGENTES PARTICIPANTES

En el sistema europeo de comercio de emisiones participan diferentes tipos de agentes, con funciones y objetivos diferenciados. En algunos casos todavía no está estrictamente definido quién va a operar en el mercado, permaneciendo en este sentido algunas cuestiones abiertas. A continuación nos referimos a los cuatro principales tipos de agentes participantes en el EU-ETS:

- 1) *Empresas afectadas por el Protocolo de Kyoto*. Deben ser las grandes protagonistas del mercado, tanto las empresas con exceso de derechos (vendedoras netas) como aquellas con déficit de derechos (compradoras netas)⁹.
- 2) *Intermediarios y operadores del mercado*. A grandes rasgos se identifican con los intermediarios o especialistas en la realización de operaciones de compra-venta en los mercados de permisos negociables. En algún caso, las vinculaciones de estos operadores con empresas afectadas por el Protocolo de Kyoto pueden hacer que, además de actuar como *brokers* o intermediarios, también puedan hacerlo como *dealers*, asumiendo posiciones propias en el mercado.
- 3) *Organismos supervisores y sistemas de compensación*. En cada mercado organizado del EU-ETS desempeñan un papel muy relevante sus organismos reguladores, que podemos identificar con los organismos supervisores, y los sistemas o cámaras de compensación. Los organismos supervisores están vinculados a las Administraciones económica y ambiental correspondientes. Las funciones de los sistemas de compensación se centran en muchos casos en la

⁹ La operativa en el mercado permite la creación de *pools* o agrupaciones de compañías con la finalidad de poder negociar de forma más eficiente la compra-venta de derechos.

liquidación de operaciones, aunque también pueden permitir un aumento en la liquidez del sistema al operar como cámara de compensación.

- 4) *Otros participantes*. Aunque se trata de una cuestión que todavía está sin definir con claridad, la evolución de los mercados de carbono puede dar lugar a la participación de otros agentes con fines diferentes a los que se han citado con anterioridad. Por un lado, las instituciones financieras, mediante la creación de empresas especializadas, pueden participar en un mercado en el que los derechos de emisión se convertirán en un activo financiero más. En este sentido, la modalidad de fondos de carbono puede ser un atractivo instrumento de inversión en el futuro. Por otro lado, los grupos ecologistas podrían participar en el mercado si disponen de capacidad financiera suficiente para atesorar derechos. Finalmente, incluso la participación directa de las personas físicas podría ser factible, dependiendo de cómo evolucione la normativa sobre emisiones y los procedimientos de cumplimiento de objetivos post-Kyoto¹⁰.

3.2. ACTIVOS AMBIENTALES

El principal producto negociado en el EU-ETS es lo que se puede denominar genéricamente derecho de emisión de CO₂. En realidad, según la normativa de la UE un derecho de emisión es el derecho a emitir una tonelada equivalente de CO₂ durante un período de tiempo determinado. Se habla de toneladas equivalentes de CO₂ porque, además del dióxido de carbono, se pueden negociar derechos de emisión de otros gases con efecto invernadero que teóricamente se pueden transformar en toneladas equivalentes de CO₂. El período temporal de referencia es de un año, aunque los derechos son intercambiables a lo largo de los períodos de evaluación, es decir, fueron intercambiables a lo largo del período de prueba ya finalizado (2005-2007) y lo son a lo largo del período actual de cumplimiento de objetivos (2008-2012). Los derechos de emisión no son intercambiables entre períodos.

Los permisos europeos se denominan *EU Allowances* (EUA), divididos inicialmente, tal y como se acaba de señalar, en EUA de primer y de segundo período. El primer caso correspondía a los permisos anuales comprendidos entre los años 2005 y 2007, y el segundo a los comprendidos entre los años 2008 y 2012. Los permisos del primer período siguieron vigentes durante el primer trimestre del año 2008 y dejaron de negociarse desde entonces.

Además de este producto ambiental principal, en el sistema europeo pueden negociarse otros productos vinculados a los mecanismos de flexibilidad incluidos en el Protocolo de Kyoto. Esos productos son los *Créditos de Reducción de Emi-*

¹⁰ Existen propuestas –probablemente factibles a medio plazo– que consisten en que incluso las personas físicas puedan participar en el mercado comprando y vendiendo derechos en función de algunos indicadores objetivos de su huella personal de carbono.

siones (CER), vinculados a proyectos de implementación conjunta recogidos en el *Mecanismo de Desarrollo Limpio de Kyoto* y reconocidos desde el año 2005, y las *Unidades de Reducción de Emisiones* (ERU), vinculadas a proyectos ambientales en los países de Europa del este desde el año 2008.

3.3. TIPOS DE OPERACIONES

Los diferentes activos ambientales que se pueden negociar en el EU-ETS son objeto de compra-venta utilizando diferentes procedimientos y dando lugar a distintos tipos de operaciones. A continuación se presentan esos tipos atendiendo a dos circunstancias distintas: el plazo al que se realiza y las formas de acceso al mercado.

Atendiendo al plazo se pueden identificar tres clases diferentes de operaciones con derechos de emisión de CO₂: a) *operaciones spot*, que es la compra-venta al contado de permisos de emisión; b) *futuros*, que es la compra-venta pactada en un momento t para hacerla efectiva en un momento t_i posterior (son contratos estandarizados); y c) *opciones*, que es una operación similar a los futuros, con una prima establecida como precio por no ejercer dicha opción en el momento pactado.

Según la forma de acceso al mercado también es posible diferenciar tres tipos diferentes de operaciones: a) *acceso directo*, que son operaciones denominadas *over-the-counter* (OTC), que consisten en la búsqueda directa de contrapartida en el sistema, sin operar en un mercado organizado específico; b) *mercados organizados*, que son operaciones realizadas entre miembros de un mercado organizado específicamente para realizar transacciones de permisos de emisión u organizados como secciones especializadas de un mercado de otro tipo (fundamentalmente de un mercado energético); y c) *acceso por la vía de los operadores*, que es el acceso a mercados organizados o a operaciones OTC utilizando intermediarios para la realización de las transacciones. Estos operadores intermediarios pueden formar paquetes de permisos para establecer negociaciones con terceros.

3.4. MERCADOS ORGANIZADOS

Tal y como se acaba de señalar, en el sistema europeo de comercio de emisiones se pueden realizar transacciones OTC o transacciones en mercados organizados, con una situación concreta, miembros del mercado, reglas de actuación, etc. Algunos de estos mercados organizados son en realidad secciones de mercados energéticos en las que se negocian permisos de emisión. Los mercados específicos en los que se pueden negociar EUA y otros activos del sistema son los siguientes: *European Climate Exchange* (ECX), con sede en Londres e integrado en el *Intercontinental Exchange* (ICE); *Bluenext*, con sede en París; *European*

Energy Exchange (EEX), con sede en Leipzig; *Energy Exchange Austria* (EXAA), con sede en Viena; y *Nordpool*, con sede en Oslo.

Además, se pueden realizar transacciones reconocidas de activos ambientales en otros mercados, como el *Green Exchange*.

El principal mercado de los señalados es el ICE-ECX, en el que, según la información del propio mercado, se canaliza un 95,2% de las transacciones de EUA y CER realizadas a nivel mundial. De los restantes mercados, el único con un volumen significativo es *Bluenext*, con el 3,7% de las operaciones, según los datos de mayo de 2010 (European Climate Exchange, 2010).

4. PRECIOS Y CANTIDADES EN LOS MERCADOS EUROPEOS DE CARBONO

El análisis del funcionamiento del mercado de permisos negociables de emisión de CO₂ puede hacerse de acuerdo con los criterios analíticos propios de la teoría microeconómica, aunque se deben incluir determinadas consideraciones específicas de este tipo de mercados, tales como, por ejemplo, las limitaciones de oferta. Esos criterios se deben aplicar, por lo tanto, al análisis del proceso de formación de precios y a la determinación de cantidades de permisos negociables de emisión.

Con la idea de simplificar al máximo este análisis, a continuación se utiliza como ejemplo el caso del mercado de PET típico, aplicable tanto a operaciones OTC como a mercados organizados¹¹. Los fundamentos básicos del funcionamiento de ese mercado se pueden ver en la figura 1. A continuación profundizamos en el modelo genérico de mercado comentado en un apartado anterior de este artículo.

El precio de mercado y la cantidad negociada de PET dependerá de la oferta y la demanda de esos permisos. La demanda tendrá una forma gráfica típica, con pendiente negativa, que representa una relación inversa entre el precio y la cantidad demandada de permisos. En el eje representativo de precios puede existir un nivel máximo que en gran parte dependerá del importe de la sanción por incumplimiento de los planes de asignación, que en el caso del EU-ETS se estableció en la primera fase en 40 euros por tonelada de CO₂ equivalente, y que en la actual segunda fase está establecida en 100 euros por tonelada. Se puede suponer que ese precio máximo está ligeramente por encima de la sanción, si se parte del supuesto de que éticamente es preferible pagar un precio marginal ligeramente superior por un derecho de emisión que satisfacer la correspondiente sanción.

Este planteamiento teórico sólo es posible realizarlo en un análisis estático, ya que el hecho de pagar la correspondiente sanción no excluye la necesidad de ad-

¹¹ Este análisis teórico se realiza suponiendo que las operaciones se desarrollan en un mercado *spot*, aunque sus conclusiones también son aplicables a la negociación en los mercados de futuros.

quirir los permisos en un período posterior, en el que –de no cumplirse el objetivo establecido– sería necesario satisfacer de nuevo la sanción impuesta por el regulador. Una alternativa a adquirir permisos en el mercado sería, en este caso, desarrollar un proceso productivo con menores emisiones, alternativa técnicamente más complicada de implementar, pero teóricamente factible.

La oferta del mercado debe analizarse diferenciando dos componentes. Por un lado, la oferta propiamente dicha representará una relación directa entre la cotización y la cantidad ofertada de permisos, presentándose así la tradicional curva de oferta con pendiente positiva. Sin embargo, esa oferta tendrá un límite, establecido en el número de permisos totales no asignados con carácter gratuito en los planes nacionales, cantidad establecida, en el caso del EU-ETS, en el 5% en el primer período y en el 10% en el período actual (2008-2012).

El proceso de determinación de precios y cantidades se deriva del comportamiento de la demanda y la oferta en el mercado. Aquellos factores que presionen al alza a la demanda generarán aumentos en las cotizaciones, mientras que los que generen aumentos en la oferta provocarán caídas en los precios de los PET. El comportamiento de los precios se verá especialmente influido por elementos como la información sobre el mercado –reconocimiento de un exceso de permisos adjudicados en los planes de asignación, por ejemplo– o las expectativas sobre el futuro en diferentes ámbitos y sobre distintas variables. A continuación se formulan de forma esquemática los principales factores determinantes de la demanda y la oferta en el mercado de permisos negociables de emisión de CO₂ (EUA).

La cantidad demandada de derechos se define en función del precio del EUA planteándose una relación inversa entre ambas variables representada por la curva de demanda de EUA, pero son otros los factores que generan alteraciones de la demanda –al alza o a la baja–, provocando tendencias alcistas en la cotización cuando aumenta la demanda (*ceteris paribus*) y tendencias a la baja en los precios de los derechos cuando disminuye la demanda (*ceteris paribus*). A grandes rasgos, los factores determinantes de la demanda de EUA son los siguientes:

- a) *El crecimiento económico y, en particular, el crecimiento de la producción industrial.* Cuanto mayores sean los niveles de crecimiento económico, mayores serán las emisiones de CO₂, por lo que se necesitará acudir en mayor medida al mercado para adquirir los correspondientes derechos de emisión, con la consiguiente presión al alza sobre la demanda de EUA.
- b) *Los precios vigentes en otros mercados energéticos, tales como el mercado del petróleo, el gas natural o las energías alternativas.* Cuanto más elevado sea el precio del petróleo, más rentable resultará a las empresas energéticas producir con emisiones, por lo que se demandarán más permisos en el mercado. Por otro lado, cuanto más rentables sean las energías limpias, más permisos de emisión quedarán liberados para poder ser vendidos.

- c) *Los costes de reducción de la contaminación.* Se trata de una variable clave en la medida en que estos costes son los que determinan la necesidad de recurrir a la compra de derechos. Cuanto más se abaraten estos costes, menor presión compradora habrá en el mercado de EUA.
- d) *La entrada de nuevos agentes en el mercado.* La posible ampliación de los agentes y sectores afectados por los objetivos de Kyoto –o post-Kyoto– puede generar un aumento de la presión compradora en el mercado, dependiendo de las asignaciones establecidas en los planes nacionales para esos nuevos participantes y teniendo en cuenta que los límites máximos de emisiones se alcanzan ya con los sectores afectados en la actualidad por el Protocolo de Kyoto.
- e) *Los niveles de las sanciones por incumplimiento.* Cuanto mayor sea la sanción, más incentivos habrá para comprar derechos en el mercado en lugar de pagar la correspondiente sanción. Tal y como ya se ha comentado, en la actualidad las sanciones están establecidas en 100 euros por tonelada de CO₂ equivalente en exceso.
- f) *Los factores exógenos.* Entre ellos destaca especialmente la climatología, en la medida en que una climatología adversa puede ser una importante fuente de demanda de energía eléctrica, que si es producida con tecnologías intensivas en combustibles fósiles originará más emisiones y que precisará de la adquisición de más derechos en el mercado.

Al igual que ocurre con el caso de la demanda, la cantidad ofertada de permisos se define en función del precio del permiso, estableciéndose entre ambas variables una relación directa. El límite máximo de la oferta depende de los planes nacionales de asignación, que determinan la cantidad máxima de permisos que se pueden negociar en el mercado. Los desplazamientos de la oferta deben analizarse atendiendo a dos conceptos de oferta diferenciados: el límite máximo de oferta y la oferta de mercado.

Los desplazamientos del límite máximo de oferta dependen esencialmente de dos elementos: a) los planes nacionales de asignación, que determinan el número máximo de permisos que se puede negociar en el mercado; y b) la posibilidad de que exista atesoramiento de derechos, lo que restringiría ese límite máximo al estar inmovilizados esos derechos, sin que exista la probabilidad de que sean adquiridos de nuevo en el mercado.

La oferta de mercado se desplazará al alza o a la baja dependiendo esencialmente de factores como los siguientes:

- a) El riesgo regulador y su influencia sobre el valor futuro de los permisos. La oferta de permisos en el mercado podría depender del mantenimiento de su valor en el futuro, aspecto que está determinado, a su vez, por la continuidad de las regulaciones nacionales por lo que respecta a los objetivos de Kyoto o post-Kyoto.

- b) La generalización de proyectos MDL (que permiten la negociación con CER y ERU) en la medida en que los activos derivados de aquellos pueden ser sustitutos –aunque no perfectos– de los EUA.
- c) Los costes de reducción de la contaminación. Si en algún sector con importantes adjudicaciones de derechos es posible aplicar tecnologías anticontaminantes a un coste razonable sería posible la salida al mercado de un número importante de derechos de emisión.

El comercio europeo de emisiones de CO₂ comenzó el 1 de enero de 2005. Desde entonces se han realizado transacciones con diferentes instrumentos, configurando un proceso de formación de precios del carbono en los mercados europeos. Al realizarse transacciones con diferentes tipos de instrumentos y a diferentes plazos, son numerosas las cotizaciones que se pueden analizar. A la vez, es preciso diferenciar entre las cotizaciones de instrumentos con vencimiento en la primera fase de cumplimiento del Protocolo de Kyoto (2005-2007), conocida como fase de prueba, y la segunda, ya evaluable, que corresponde al período 2008-2012.

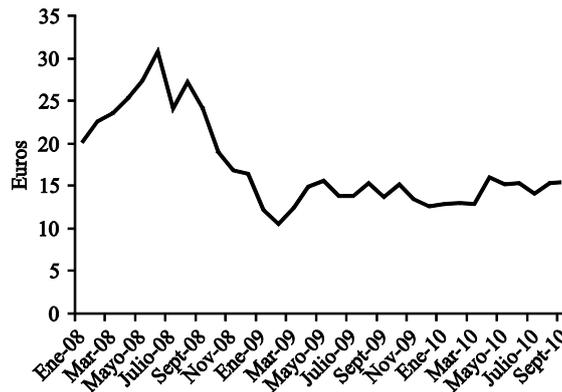
En este apartado se realiza una evaluación de comportamiento de los precios de CO₂ en el mercado europeo desde principios del año 2008 hasta la actualidad (el último dato disponible al realizarse este trabajo es el de septiembre de 2010). El mercado seleccionado para realizar esta evaluación es el más relevante en términos de operaciones: el ICE-ECX que, como ya se ha indicado, representa más del 95% de las transacciones mundiales de permisos europeos. Los instrumentos seleccionados son los que consideramos más representativos: los futuros sobre EUA y CER, que son los instrumentos básicos para el cumplimiento de los objetivos de Kyoto en lo que resta del período de evaluación en vigor. La adopción de los contratos de futuros como referencia procede de Ellerman y Joskow (2008).

El período de análisis seleccionado es concretamente el transcurrido desde marzo de 2008 hasta la actualidad, ya que se trata del período en el que cotizan en el mercado tanto los EUA como los CER. La consideración de los precios del ICE-ECX como referencia nos parece válida, ya que este mercado ha mostrado elevadas dosis de eficiencia en el proceso de formación de precios de los diferentes instrumentos, siendo posible hablar de emergencia de un precio único teniendo en cuenta las diferencias en los costes de transacción y en las reglas de los diferentes mercados organizados de CO₂ (Ellerman y Joskow, 2008).

En el gráfico 1 puede verse la evolución de los precios de los futuros sobre EUA con vencimiento en diciembre de 2010 durante el período señalado. En el anexo de este artículo también figuran los precios de los futuros sobre EUA con vencimiento en diciembre de los años 2011 y 2012. Como se puede observar, la evolución de los precios de estos tres instrumentos ha sido prácticamente idéntica en el período analizado, comportamiento lógico si tenemos en cuenta que son ins-

trumentos perfectamente sustitutivos entre sí para el cumplimiento de los objetivos de Kyoto. Las regularidades en la evolución de precios de los EUA de segundo período son las siguientes: a) un aumento considerable de precios con cotizaciones relativamente elevadas desde principios del año 2008 hasta junio de ese año, período en el que se pasa de precios de alrededor de los 20 euros por derecho de emisión hasta más de 30 euros por permiso; b) una tendencia a la baja de la cotización de EUA desde junio de 2008 hasta marzo de 2009, situándose los precios del permiso en este último mes en el entorno de los 11-12 euros; y c) una ligera recuperación y estabilización de precios desde marzo de 2009 hasta la actualidad –septiembre de 2010–, con oscilaciones de entre los 13 y los 16 euros por derecho. El mercado lleva estabilizado en torno a esos precios ya hace un año y medio, sin que se hayan observado efectos significativos sobre los precios de los EUA, ni de la profundización en la crisis económica que se produjo en el año 2009¹², ni de los Acuerdos de Copenhague de diciembre de ese mismo año.

Gráfico 1.- Evolución de precios de los futuros sobre EUA con vencimiento en diciembre de 2010



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de ICE-ECX.

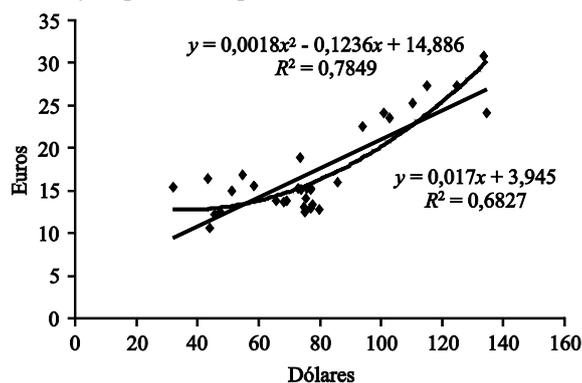
La variación de precios más relevante que se ha producido durante el período analizado es, sin duda, la caída de las cotizaciones que tuvo lugar entre junio y julio de 2008 y marzo de 2009, con un cambio de tendencia muy claro con respecto a la primera mitad de ese año. La caída de cotizaciones representó un ajuste muy importante en los precios de los futuros sobre EUA, que en un período de unos nueve meses pasaron a cotizar aproximadamente a un tercio de su valor de comienzos del verano del año 2008. Ese cambio de tendencia durante la segunda

¹² Pueden verse los efectos en las cotizaciones de EUA de los inicios de la crisis económica en los países desarrollados durante la segunda mitad del año 2008.

mitad del año obedece fundamentalmente a los inicios de la crisis económica, y sobre todo al estallido de la burbuja de precios del petróleo que tuvo lugar durante esos meses (Tvinnereim, Roine y Heimdal, 2009).

La vinculación entre los precios de los derechos de emisión europeos y el precio del petróleo puede verse analizando la correlación entre las cotizaciones de los EUA y el precio del petróleo Brent. Ese análisis se recoge en el gráfico 2, donde se representa el diagrama de dispersión de los datos de las dos variables en el período analizado y en el que se realizan dos ajustes de regresión, uno lineal y otro polinomial de orden 2, que recoge las diferencias en la correlación entre los períodos de precios altos y los períodos de precios bajos de las dos variables. Los resultados de este análisis simple muestran que existe un elevado grado de correlación entre las cotizaciones de CO₂ y el precio del petróleo, y que el ajuste estadístico presenta un coeficiente de determinación más elevado cuando los datos se ajustan a una curva con pendiente positiva más pronunciada a medida que los precios de ambas variables son más elevados.

Gráfico 2.- Relación entre las cotizaciones de los EUA y el precio del petróleo



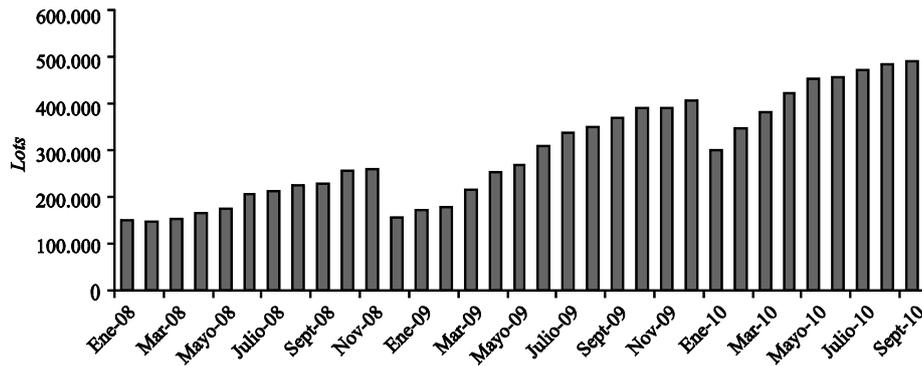
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de ICE-ECX y de *Tendances Carbone*.

El análisis del volumen de negociación en el mercado de carbono puede hacerse atendiendo a varios indicadores. El más utilizado en el caso de los contratos de futuros es el de interés abierto, es decir, el número de contratos en vigor que existe en cada momento. El gráfico 3 muestra la evolución del interés abierto en futuros sobre EUA con vencimiento en el período en vigor de la segunda fase (2010-2012). En ese gráfico puede observarse la tendencia claramente alcista del interés abierto en futuros, que ha pasado de los 150.000 *lots*¹³ en enero de 2008 a cerca de los 500.000 *lots* en septiembre de 2010. Las oscilaciones que se aprecian

¹³ Un *lot* equivale a 1.000 toneladas de CO₂ equivalente, es decir, a 1.000 EUA.

en el gráfico entre diciembre y enero de cada año obedecen al vencimiento y liquidación de contratos que se producen al final de cada ejercicio económico con el fin de cumplir los objetivos de Kyoto.

Gráfico 3.- Interés abierto en futuros sobre EUA



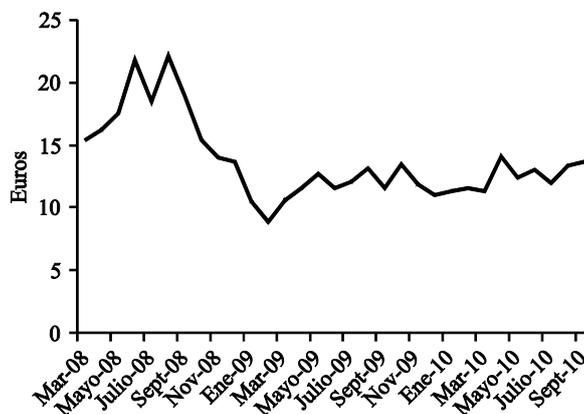
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de ICE-ECX.

El segundo tipo de instrumentos que analizamos son los futuros sobre CER con los mismos vencimientos que en el caso de los futuros sobre EUA. Aunque ambos tipos de instrumentos no son sustitutivos perfectos, ya que los CER requieren un proyecto concreto de reducción de emisiones que los avale, la evolución de la cotización durante el período analizado ha sido similar a la de los EUA, con un *spread* o diferencial de precios entre los dos instrumentos que se analiza posteriormente.

El gráfico 4 muestra la evolución de los precios de los futuros sobre CER con vencimiento en diciembre de 2010. En el anexo puede comprobarse que la evolución de precios con ese vencimiento es similar a la producida con vencimientos en diciembre de los años 2011 y 2012. De ese comportamiento de los precios se pueden extraer las siguientes tendencias:

- Se produce un aumento de precios en el mercado desde marzo de 2008 hasta el verano de ese mismo año, con máximos en junio y agosto. Los precios aumentan durante ese período de pocos meses desde el entorno de los 16 euros hasta aproximadamente 22 euros por derecho CER.
- A partir de septiembre de 2008 se inicia una fase de ajuste a la baja de las cotizaciones de CER hasta febrero de 2009, momento en el que se alcanza el precio mínimo del período, por debajo de los 9 euros por certificado.
- Desde marzo de 2009 hasta la actualidad se produjo una recuperación de las cotizaciones y una estabilización de esas cotizaciones con oscilaciones que están entre los 11 y los 14 euros por tonelada de CO₂ certificada mediante CER.

Gráfico 4.- Evolución de precios de los futuros sobre CER con vencimiento en diciembre de 2010



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de ICE-ECX.

La explicación de la evolución de los precios de los CER es similar a la comentada con anterioridad para el caso de los EUA, siendo especialmente destacable el ciclo alcista y bajista que se produjo entre marzo de 2008 y febrero de 2009, que obedece a las mismas consideraciones que el mismo ciclo producido en el mercado de futuros sobre EUA.

El interés abierto en futuros sobre CER en el período analizado ha tenido una evolución alcista mucho más significativa que el de los futuros sobre EUA (gráfico 5). En los primeros meses de funcionamiento del mercado el interés abierto era poco relevante, situándose por debajo de los 20.000 *lots*¹⁴, mientras que en septiembre de 2010 el interés abierto superó claramente los 160.000 *lots*. Las oscilaciones en el interés abierto de este instrumento también obedecen a patrones similares a las de los EUA, con ciertos ajustes a la baja en períodos de liquidación de contratos para el cumplimiento de objetivos, pero esas oscilaciones son mucho menos significativas que en el caso de los EUA debido a las características propias del instrumento, que está asociado a proyectos específicos de reducción de emisiones,

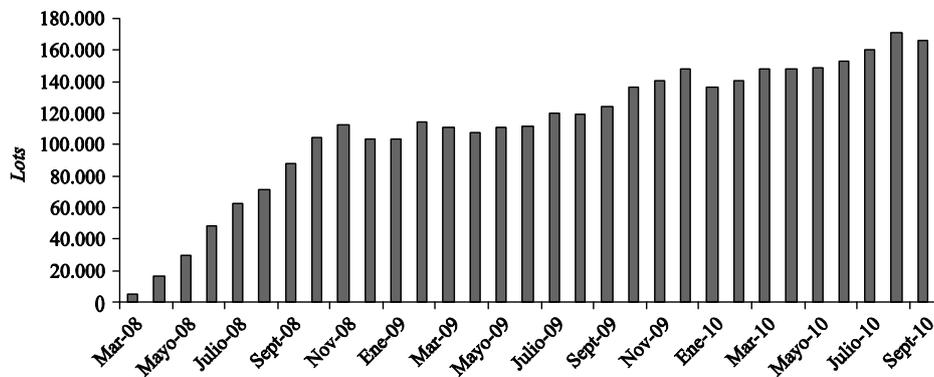
Precisamente, la diferencia entre las características específicas de los dos instrumentos analizados –EUA y CER– es la que explica la existencia de un *spread* o diferencial de precios en sus cotizaciones en el mercado de futuros. La evolución de ese *spread* puede verse en el gráfico 6, donde se puede comprobar que era un diferencial muy amplio entre marzo de 2008 y finales de ese año, y que se ha estabilizado en un nivel inferior desde principios del año 2009 hasta la actualidad.

En efecto, mientras que los EUA son activos ambientales que se negocian directamente en el mercado de carbono, sin que necesiten estar avalados por ningún

¹⁴ Tal y como se ha señalado con anterioridad, un *lot* representa 1.000 toneladas de CO₂ equivalente, que en este caso son 1.000 derechos CER.

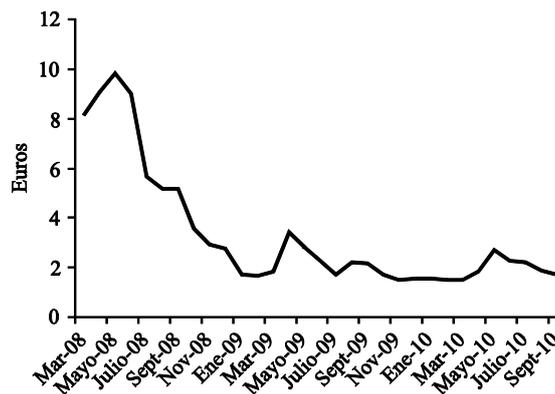
proyecto de reducción de emisiones, los CER son activos con una especie de garantía que consiste en la existencia de un proyecto específico de reducción de emisiones en países que no están incluidos en los objetivos de Kyoto. En estas circunstancias la presión de la demanda debe ser mayor sobre los EUA, dado que su grado de exigencia es menor, razón por la que su cotización es más alta en los mercados de carbono. En los inicios de la cotización de los CER, con un interés abierto muy bajo, el *spread* de precios a favor de los EUA oscilaba entre los 6 y los 10 euros por derecho. Durante el último año y medio, con la generalización de los contratos de futuros sobre CER, que se ve claramente al analizar su interés abierto, el *spread* entre ambos instrumentos se ha reducido considerablemente hasta estabilizarse en torno a los 2 euros por derecho.

Gráfico 5.-Interés abierto en futuros sobre CER



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de ICE-ECX.

Gráfico 6.- Spread de precios de futuros sobre EUA y CER con vencimiento en diciembre de 2010



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de ICE-ECX.

5. CONCLUSIONES

La inclusión de los mercados de carbono en los mecanismos de desarrollo limpio del Protocolo de Kyoto ha representado un impulso esencial para la generalización de este tipo de instrumentos de política económica ambiental. De todos los mercados creados con el objetivo de negociar cuotas de emisión de CO₂ es el sistema de comercio de emisiones de la Unión Europea el que ha alcanzado un mayor nivel de desarrollo. Este entramado institucional formado por agentes, operaciones, activos y mercados sitúa al EU-ETS como centro del futuro sistema internacional de comercio de emisiones.

El análisis de la evolución de los precios y del volumen de negociación en el principal mercado organizado del sistema europeo permite obtener las siguientes conclusiones:

- 1) Los precios de los activos ambientales más relevantes –futuros sobre EUA y CER– han experimentado cierta volatilidad durante el año 2008, primer año de la actual fase de evaluación de los objetivos de Kyoto (2008-2012). Tras un período de crecimiento constante de las cotizaciones durante la primera mitad del año, a partir de julio se ha producido una caída de los precios de los derechos hasta alcanzar un mínimo en febrero de 2009.
- 2) Desde principios del año 2009 hasta la actualidad se ha producido una estabilización de los precios de los EUA y los CER, reduciéndose notablemente la volatilidad del mercado. Ni la caída de la actividad económica que tuvo lugar durante los dos últimos años ni los Acuerdos de Copenhague han tenido efectos significativos sobre el comportamiento de los precios en los mercados europeos de carbono.
- 3) El comportamiento de los precios de los activos está correlacionado con la evolución del precio del petróleo, tal y como se deduce de los fundamentos teóricos del mercado. Esa correlación es más intensa en períodos de precios elevados de ambas variables. El análisis de los datos correspondientes a la segunda mitad del año 2008 permite vincular el comportamiento de las cotizaciones de los derechos de emisión y la caída en el precio del petróleo.
- 4) El interés abierto en futuros sobre EUA y CER ha experimentado un aumento continuado desde principios del año 2008 hasta la actualidad. Esto supone mayor liquidez y mayor profundidad del mercado de carbono, aspectos fundamentales para su estabilidad. En el caso concreto de los CER, el aumento del interés abierto hace que estos derechos sean un sustitutivo cada vez más importante de los derechos de emisión puros –los EUA–.
- 5) El *spread* de precios entre EUA y CER ha disminuido desde principios del año 2008 hasta la actualidad. El elevado diferencial de los primeros meses de cotización de los CER se debe al escaso nivel de operaciones con estos activos, frente al considerable interés abierto que existía ya en futuros sobre EUA.

El aumento de las operaciones de compra-venta de CER en el mercado ha posibilitado un acercamiento de su cotización a la de los EUA.

ANEXO

DATOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS COTIZACIONES EN LOS MERCADOS EUROPEOS DE CARBONO

Período	COTIZACIONES DE FUTUROS SOBRE EUA CON VENCIMIENTOS EN				INTERÉS ABIERTO EN EUA	COTIZACIONES DE FUTUROS SOBRE CER CON VENCIMIENTOS EN				INTERÉS ABIERTO EN CER	DIFERENCIALES DE COTIZACIONES ENTRE FUTUROS SOBRE EUA Y FUTUROS SOBRE CER CON VENCIMIENTOS EN			PRECIO PETRÓLEO BRENT \$ barril
	Dic 10	Dic 11	Dic 12	Lots		Dic 10	Dic 11	Dic 12	Lots		Spread Dic 10	Spread Dic 11	Spread Dic 12	
Ene-08	20,10	20,75	21,66	151.008						20,1	20,75	21,66		
Feb-08	22,51	23,21	24,15	148.122						22,51	23,21	24,15	94,09	
Mar-08	23,53	24,29	25,28	153.404	15,43	15,61	15,88	52.590	8,10	8,68	9,40	102,87		
Abr-08	25,31	26,04	27,03	165.214	16,25	16,45	16,65	16.613	9,06	9,59	10,38	110,43		
Mayo-08	27,33	28,05	29,01	174.586	17,50	17,85	18,40	29.672	9,83	10,20	10,61	124,68		
Junio-08	30,79	31,93	33,37	204.814	21,80	22,35	23,00	48.283	8,99	9,58	10,37	133,74		
Julio-08	24,12	25,17	26,39	213.273	18,48	18,83	19,30	62.298	5,64	6,34	7,09	134,56		
Ago-08	27,24	28,38	29,68	225.108	22,08	22,50	23,26	71.846	5,16	5,88	6,42	114,96		
Sept-08	24,05	25,06	26,23	227.159	18,90	19,21	19,78	87.847	5,15	5,85	6,45	100,84		
Oct-08	18,94	19,48	20,68	256.016	15,37	15,49	16,19	104.480	3,57	3,99	4,49	73,68		
Nov-08	16,88	17,57	18,51	258.855	14,00	14,21	14,52	112.470	2,88	3,36	3,99	54,75		
Dic-08	16,46	17,08	17,95	154.758	13,71	13,77	13,79	103.491	2,75	3,31	4,16	43,51		
Ene-09	12,17	12,66	13,29	171.176	10,46	10,52	10,63	103.491	1,71	2,14	2,66	45,71		
Feb-09	10,53	11,13	11,93	178.772	8,91	9,05	9,32	114.295	1,62	2,08	2,61	43,87		
Mar-09	12,43	13,20	14,31	215.967	10,62	10,85	11,11	110.870	1,81	2,35	3,20	47,39		
Abr-09	14,94	15,58	16,52	251.755	11,54	11,66	11,95	107.364	3,40	3,92	4,57	51,39		
Mayo-09	15,54	16,16	17,15	270.020	12,75	12,99	13,40	111.158	2,79	3,17	3,75	58,59		
Junio-09	13,78	14,51	15,56	308.007	11,54	11,72	12,13	111.954	2,24	2,79	3,43	69,29		
Julio-09	13,78	14,91	16,00	336.787	12,06	12,05	12,36	119.856	1,72	2,86	3,64	65,75		
Ago-09	15,30	15,92	16,95	349.141	13,11	13,13	13,46	119.572	2,19	2,79	3,49	73,06		
Sept-09	13,64	14,18	14,95	368.587	11,51	11,38	11,67	124.196	2,13	2,80	3,28	68,15		
Oct-09	15,11	15,49	16,3	390.277	13,42	13,43	13,80	136.817	1,69	2,06	2,50	73,93		
Nov-09	13,34	13,92	14,65	390.845	11,86	11,85	12,16	140.900	1,48	2,07	2,49	77,58		
Dic-09	12,53	13,15	13,96	405.046	10,98	11,00	11,48	147.597	1,55	2,15	2,48	75,21		
Ene-10	12,86	13,31	14,07	298.640	11,32	11,28	11,74	136.100	1,54	2,03	2,33	77,01		
Feb-10	13,00	13,47	14,10	346.285	11,54	11,45	11,66	140.807	1,46	2,02	2,44	74,79		
Mar-10	12,83	13,28	13,96	382.415	11,33	11,09	10,99	148.103	1,50	2,19	2,97	79,93		
Abr-10	15,94	16,37	17,11	422.049	14,15	13,82	13,62	148.063	1,79	2,55	3,49	85,84		
Mayo-10	15,11	15,47	16,08	452.163	12,42	12,15	12,04	149.019	2,69	3,32	4,04	77,00		
Junio-10	15,26	15,57	16,10	455.298	13,01	12,71	12,84	152.922	2,25	2,86	3,26	75,66		
Julio-10	14,15	14,47	15,03	471.700	11,94	11,73	11,73	160.416	2,21	2,74	3,30	75,36		
Ago-10	15,27	15,58	16,04	485.429	13,39	12,79	12,73	170.573	1,88	2,79	3,31	77,14		
Sept-10	15,41	15,70	16,18	492.062	13,69	13,12	13,01	166.164	1,72	2,58	3,17	78,42		

NOTA: Todos los datos están expresados en euros salvo el precio del petróleo, que está expresado en dólares.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de ICE-ECX y de *Tendances Carbone*.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTES, R.; HANSJÜRGENS, B.; LEMATHE, P. [ed.] (2008): *Emissions Trading. Institutional Design, Decision Making and Corporate Strategies*. New York: Springer.
- BAUMOL, W.J.; OATES, W.E. (1988): *The Theory of Environmental Policy*. 2ª ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- COASE, R.H. (1960): "The Problem of Social Cost", *The Journal of Law and Economics*, 3, pp. 1-44.

- CROCKER, T.D. (1966): "The Structuring of Atmospheric Pollution Control Systems", en H. Wolozin [ed.]: *The Economics of Air Pollution*, pp. 61-86. New York: Norton.
- DALES, J.H. (1968): "Land, Water and Ownership", *Canadian Journal of Economics*, 1, pp. 791-804.
- ELLERMAN, A.D. (2006): "Evaluación *ex post* de permisos transferibles de emisión: el programa estadounidense de limitación y comercio de emisiones de SO₂", *Cuadernos Económicos del ICE*, 71, pp. 9-45.
- ELLERMAN, A.D.; JOSKOW, P.L. (2008): *The European Union's Emissions Trading System in Perspective*. Pew Center on Global Climate Change.
- EUROPEAN CLIMATE EXCHANGE (2010): *The Carbon Market. How to Trade ECX Emissions Contracts*. European Climate Exchange.
- FIELD, B.C.; FIELD, M.K. (2003): *Economía ambiental*. 3ª ed. Madrid: McGraw-Hill.
- FRANCO SALA, L. (1995): *Política económica del medio ambiente. Análisis de la degradación de los recursos naturales*. Madrid: Cedecs Economía.
- JOSKOW, P.L.; SCHMALENSEE, R.; BAILEY, E.M. (1998): "The Market for Sulfur Dioxide Emissions", *American Economic Review*, 88 (4), pp. 669-685.
- MANSANET-BATALLER, M. (2009): "Interdependence of Carbon and Energy Markets: The Case of Volatility", *Tendances Carbone*, 34, editorial.
- MILLS, P. (2008): "La era verde de los mercados", *Finanzas & Desarrollo* (marzo), pp. 32-36.
- MONTERO, J.P. (1999): "Voluntary Compliance with Market-Based Environmental Policy: Evidence from the U.S. Acid Rain Program", *Journal of Political Economy*, 107 (5), pp. 998-1033.
- NOLL, R.G. (1982): "Implementing Marketable Emissions Permits", *American Economic Review*, 72 (2), pp. 120-124.
- PIGOU, A.C. (1920): *The Economics of Welfare*. London: Macmillan.
- PNUD (1998): *Informe sobre desarrollo humano*. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). Madrid: Mundi-Prensa.
- SCHMALENSEE, R.; JOSKOW, P.L.; ELLERMAN, A.D.; MONTERO, J.P.; BAILEY, E.M. (1998): "An Interim Evaluation of Sulfur Dioxide Emissions Trading", *Journal of Economic Perspectives*, 12 (3), pp. 53-68.
- SMITH, J.L. (2009): "World Oil: Market or Mayhem?", *Journal of Economic Perspectives*, 23, pp. 145-164.
- STANKEVICIUTE, L.; KITOUS, A.; CRIQUI, P. (2008): "The Fundamentals of the Future International Emissions Trading System", *Energy Policy*, 36, pp. 4272-4286.
- TIETENBERG, T.H. (1974): "The Design of Property Rights for Air Pollution Control", *Public Policy*, 27 (3), pp. 275-292.
- TIETENBERG, T.H. (1985): *Emissions Trading: An Exercise in Reforming Pollution Policy*. Washington, D.C.: Resources for the Future.
- TIETENBERG, T.H. (2003): "The Tradable-Permits Approach to Protecting the Commons: Lessons for Climate Change", *Oxford Review of Economic Policy*, 19 (3), pp. 400-419.
- TIETENBERG, T.H. (2006): *Emissions Trading: Principles and Practice*. 2ª ed. Washington, D.C.: Resources for the Future.
- TIETENBERG, T.H. (2007): "Tradable Permits in Principle and Practice", en J. Freeman y C. Kolstad [ed.]: *Moving to Market: Lessons from Twenty Years of Experience*, pp. 63-94. New York: Oxford University Press.

- TIETENBERG, T.H. (2008): *Editor's Introduction to the Evolution of Emissions Trading: Theoretical Foundations and Design Considerations*. (Environmental Economics Reference Series). Ashgate Press.
- TVINNEREIM, E.; ROINE, K.; HEIMDAL, C. [ed.] (2009): *Carbon 2009. Emissions Trading Coming Home*. Point Carbon.
- VELA ORTIZ, S. (2005): "Marco teórico de la Directiva de comercio de emisiones", *Información Comercial Española*, 882, pp. 39-50.