

WP 11/2013

Los Efectos Económicos del Sistema Europeo de Comercio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Pedro Linares
Pablo Pintos

Los efectos económicos del Sistema Europeo de Comercio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*

Pedro Linares[†], Pablo Pintos[‡]

Economics for Energy

Resumen

El Mercado Europeo de Derechos de Emisión (EU-ETS) es el principal instrumento de la Unión Europea contra el cambio climático. Este mecanismo está considerado, desde el punto de vista teórico, como el método económicamente más eficiente para reducir los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Sin embargo las imperfecciones inherentes a este tipo de mercados pueden provocar ineficiencias que cuestionen la adecuada implantación de los mismos. Este trabajo trata de analizar el proceder de los agentes participantes en el EU-ETS a partir del estudio de transacciones reales de derechos, para identificar así posibles comportamientos no coherentes de los mismos.

Keywords: EU-ETS, industria, emisiones, comportamiento, medio ambiente

JEL Codes: Q37; Q48; Q58

* Este trabajo ha sido financiado por FUNCAS.

[†] Instituto de Investigación Tecnológica, Universidad Pontificia Comillas, Alberto Aguilera 23, 28015 Madrid, Spain; MR-CBG, Harvard Kennedy School; and Economics for Energy. E-mail: pedro.linares@upcomillas.es

[‡] Economics for Energy

1. Introducción

El mercado europeo de derechos de emisión, EU-ETS, es una de las medidas principales de la Unión Europea en el ámbito de la lucha contra el cambio climático. Establecido en 2005, este mercado pretende reducir las emisiones de CO₂ de la industria europea en 2020 en un 21% con respecto a 1990, año considerado como de referencia para el Protocolo de Kioto.

Este sistema de comercio de emisiones ha sido elogiado en numerosas ocasiones (e.g. (Ellerman & Joskow 2008)), al constituir una de las primeras aplicaciones en el mundo de instrumentos económicos a la regulación de las emisiones de CO₂. De hecho, la Unión Europea ha dado muestras recientemente de mantener e incluso potenciar este mercado, incorporando a nuevos sectores, como la aviación, retirando permisos del mercado para estabilizar los precios, o estableciendo una subasta obligatoria para algunos sectores como el eléctrico.

Como tal mercado de emisiones, en teoría este instrumento garantiza la consecución de los objetivos de reducción a un mínimo coste (independientemente además del método de asignación de los permisos de emisión, tal como propuso (Coase 1960)). Sin embargo, los mercados reales no siempre se comportan como los teóricos, lo cual puede dar lugar a desviaciones con respecto a esta máxima eficiencia, que eventualmente podrían hacer cuestionarse la efectividad de los mismos.

En el caso de los mercados de emisiones, y partiendo de la base de que el número de agentes es muy elevado y por tanto parece remota la posibilidad de que exista poder de mercado, hay dos efectos que podrían afectar a la eficiencia del sistema: el efecto "*endowment*" y los costes de transacción.

El efecto "*endowment*" es aquel por el cual los agentes económicos valoran más aquellos bienes que poseen que los que podrían adquirir en el mercado. Este efecto, bien documentado en la literatura (e.g. (Bischoff & Meckl 2008)), hace que el coste de oportunidad que los agentes asignan a los permisos no sea el mismo, según cuál haya sido el método de asignación. Así, un método como el "*grandfathering*" por el cual los derechos se entregan gratuitamente podría suponer que los agentes valoraran más estos permisos regalados que los potenciales compradores, con las correspondientes consecuencias sobre la liquidez y los precios del mercado.

Los análisis realizados hasta el momento, como el de Fowlie & Perloff (2008), que estudiaron en sistema RECLAIM californiano, o Ellerman & Reguant (2008) que analizaron el mercado eléctrico español, no han encontrado evidencia de estos posibles comportamientos anómalos hasta el momento. Sin embargo, otros estudios como el de (Fowlie 2010), o el mismo de Ellerman y Reguant evidencian ciertos comportamientos extraños, y falta de internalización del precio de los permisos que podría deberse a este efecto.

Otra posible fuente de anomalías (e ineficiencia) en el mercado es la existencia de costes de transacción, es decir, de costes asociados a la compra y venta de permisos, o a la búsqueda de información sobre el proceso, que de nuevo pueden crear diferencias en la valoración de compradores y vendedores. Esta situación ha sido estudiada en mercados de emisiones desde distintas perspectivas. Por ejemplo, (Kerr & Maré 1998) descubrieron que los costes de transacción redujeron en un 10-20% los excedentes potencialmente comercializables en un mercado de Estados Unidos creado para erradicar el plomo de la gasolina en los años 80. Un estudio para RECLAIM (Gangadharan 2000) encontró que, sin los costes de transacción, las transacciones comerciales de derechos se habrían incrementado un 32% en 1995 y un 16% en 1996. En este tipo de trabajos también se sugiere que los costes de transacción son más importantes en las primeras etapas de implantación de un programa de este tipo, para luego disminuir a

medida que madura el mercado y los participantes aprenden cómo operar en el sistema. El Programa de Lluvia Acida de Estados Unidos, por ejemplo, está considerado como uno de los más eficientes, y sus costes de transacción eran mínimos (Joskow et al. 1998).

Sin embargo, los trabajos sobre el EU-ETS en este sentido son escasos. Uno de ellos es el de Jaraite & Kačukauskas (2012), que estudió la importancia de los costes de las transacciones y su repercusión en la eficacia de EU-ETS, dividiendo éstos en dos tipos; costes de información y costes de búsqueda. El trabajo muestra que las empresas con varias instalaciones tienen menores costes de transacción, ya que pueden equilibrar entre las instalaciones las necesidades de cada una, por lo que incurren en menos costes de intermediarios, de búsqueda y de información. Por otra parte, también apunta que cuantas más transacciones realiza una empresa, adquiere más experiencia, por lo que estos costes bajan.

Los resultados revelan que las empresas más grandes vendieron más que la media. Por otro lado, se constató que las grandes empresas tienden a tener más sobreasignación. Además, que las empresas tengan varias instalaciones también influye en una mayor venta de derechos, pues tienen mayor facilidad de encontrar un socio comercial. El estudio diferencia entre dos formas de venta; directa o indirectamente (mediante intermediarios). Las empresas pequeñas en capital, beneficios y número de instalaciones, tienden a vender indirectamente. El estudio también distingue comportamientos en las empresas energéticas ya que, su tamaño y experiencia en los mercados permite que estas sean más propensas a entrar en el comercio de derechos.

Los resultados de (Jaraite & Kačukauskas 2012) concuerdan con las preocupaciones de la Comisión Europea (Comisión Europea 2008), que considera que los costes de transacción pueden ser excesivos para los pequeños participantes.

Un trabajo empírico sobre esta problemática para Alemania es el de (Heindl 2012). Aquí también se considera como factor fundamental el tamaño de las empresas participantes en cuanto a los costes de transacción. Las empresas con menos de un millón de toneladas de emisiones anuales de CO₂ (que no se benefician de las economías de escala) preferirían reducir emisiones antes que entrar en el mercado a comprar. Este trabajo cifra los costes de transacción promedios (costes de transacción divididos por las emisiones anuales) para pequeños emisores hasta en 1€/ton. de CO₂ y hasta menos de 0,03€/ton. de CO₂ para muy grandes emisores, empresas que emiten más de un millón de toneladas de CO₂.

Heindl distingue entre tres tipos de costes de transacción: los costes de monitorización, entrega de informes de emisiones y verificación (MRV, por sus siglas en inglés); costes de solicitud de derechos gratuitos y costes de información (por buscar información para la planificación de la estrategia de reducción de emisiones). El trabajo se basa en encuestas a compañías alemanas y los datos disponibles en el CITL. En el estudio, que no tiene en cuenta los costes de solicitud de permisos gratuitos, reparte entre las empresas alemanas los costes de la siguiente manera: el 31% son costes de comercio e información y el 69% se deben a costes de MRV.

Por tanto, y como se puede observar, existe un cierto riesgo de ineficiencia en los mercados de comercio de emisiones por estos dos efectos, una ineficiencia que se puede traducir a varios resultados. En primer lugar, el nivel de reducción de emisiones, o el coste de alcanzarlo, puede no ser el óptimo (por ejemplo, si las empresas no imputan correctamente el coste de oportunidad de los permisos). En segundo lugar, la respuesta de los agentes a distintos sistemas de reparto de emisiones puede ser distinta, según se subasten o se asignen gratuitamente. Esto puede ser especialmente relevante desde el punto de vista de las políticas que tratan de prevenir la fuga de emisiones (*leakage*). Por ejemplo, y aunque la teoría diga que las empresas incorporarán el precio del permiso de emisión a sus costes variables, y por tanto

perderán competitividad internacional, si finalmente el coste de oportunidad que asignan a sus emisiones es cero o muy reducido, su competitividad no se vería afectada, y así este regalo de permisos podría ser una buena política contra la fuga de emisiones.

Es interesante pues analizar hasta qué punto estos efectos tiene lugar en el desarrollo normal del EU-ETS. Para ello es necesario estudiar las transacciones reales realizadas por los agentes, identificando en primer lugar posibles comportamientos anómalos, y posteriormente tratando de explicarlos en función de dichos efectos. En este artículo se presenta la primera parte de esta investigación, el análisis del comportamiento en cuanto a transacciones de derechos de emisión de distintos agentes (pertenecientes a distintos sectores, y de distintos tamaños), como paso previo para la explicación posterior. En la sección 2 se introduce brevemente el mercado de emisiones europeo; la sección 3 describe el estudio realizado; la sección 4 presenta los principales resultados, y la sección 5 ofrece unas conclusiones.

2. El mercado europeo de derechos de emisión

El Protocolo de Kioto promovió un acuerdo vinculante para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Para hacer frente a este compromiso, la Unión Europea (UE) optó por la implantación, mediante la Directiva 87/2003/EC, de instrumentos de mercado para alcanzar estos objetivos. El Sistema Europeo de Comercio de Emisiones comenzó su andadura en una primera fase experimental cuyo periodo abarcó de 2005 a 2007.

El EU-ETS es un sistema *downstream*, basado en el control de las fuentes emisoras que es poco eficiente operativa y económicamente para los sectores difusos, de ahí que en este sistema optara por no incluir estos sectores (residencial y transporte). Sin embargo, existen características que lo posicionan como un sistema más sencillo de aplicar, como por ejemplo el hecho de que los emisores deben controlar sus propias emisiones, ya que esto puede permitir una mejor identificación de opciones de reducción.

El mercado de carbono europeo fue inicialmente definido temporalmente en dos periodos: uno de prueba, que abarca de 2005 a 2007; y otro, el periodo II, que coincide con el Protocolo de Kioto, de 2008 a 2012. Posteriormente se diseñó el tercer periodo post-Kioto o periodo III (2013-2020), recogido en la Directiva 2009/29/CE. En los dos primeros periodos cada país tuvo la potestad de la asignación de permisos mediante los Planes Nacionales de Asignación (PNA). En el tercer periodo, sin embargo, el reparto es centralizado desde la UE.

Por ahora el sistema cubre las emisiones de CO₂ (que representa el 80% del peso de las emisiones de GEI) y los NO_x de ciertos procesos. En cuanto a participantes, los sectores que deben participar obligatoriamente en el sistema (sectores cubiertos) son: generación eléctrica, refino, siderurgia, cemento, cal, vidrio, cerámica y pasta de papel, papel y cartón. El sector de aviación¹ entró en 2012 y en 2013 entraron el sector petroquímico, de amoníaco y aluminio. Además existen umbrales de capacidad a partir de los cuales la participación de las instalaciones de esos sectores es obligatoria.

El sistema fue alabado por su rápida implantación, pues desde la publicación de la Directiva hasta la entrada en vigor del primer periodo pasó poco más de un año.

¹ La introducción del sector de la aviación en el EU-ETS no está exenta de controversia, ya que todas las aerolíneas que utilicen aeropuertos europeos (incluidas las de países no pertenecientes a la UE) deben rendir cuentas con derechos. Esto está provocando grandes pleitos y disputas internacionales (ejemplo: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/02/06/actualidad/1328501223_678920.html)

2.1 Asignación de derechos

La asignación de permisos se estableció en el primer y segundo periodo mediante el reparto gratuito (*grandfathering*), excepto un máximo de un 5% en el primer periodo y un máximo de un 10% en el segundo. Sin embargo para este tercer periodo el principal método de asignación es la subasta, aunque con plazos distintos según los sectores. Para el sector eléctrico la asignación es exclusivamente mediante subasta. El resto de los sectores recibirán al comienzo el 80% de los derechos gratuitos, y cada año esta proporción irá bajando de forma lineal hasta que en 2020 reciban el 30% de los derechos (EUAs, por sus siglas en inglés) gratuitamente. Como excepción, las instalaciones en peligro de "leakage" recibirán más derechos.

Uno de los primeros problemas que surgieron en el EU-ETS para la asignación de derechos fue la falta de datos a nivel instalación en casi todos los Estados miembros. La mayoría de los países entregaron datos a partir de estadísticas agregadas sobre consumo de energía, y en un corto espacio de tiempo. Pero las discrepancias entre los datos obtenidos a partir de estadísticas agregadas y los datos recogidos por algunos Estados miembros a nivel instalación podían ser de hasta el 20% según (Buchner et al, 2006).

Esta dificultad para obtener datos de calidad que permitieran una asignación equitativa de los derechos a las diferentes instalaciones se puede añadir a otras particularidades relacionadas con la asignación de derechos, algunas de las cuales se explican a continuación.

2.1.1 Aspectos distributivos

Según (Ellerman & Joskow 2008) existen diferentes aspectos distributivos a tener en cuenta para el reparto de emisiones; el benchmarking, la armonización y la subasta. El benchmarking, que se refiere a la entrega de derechos hasta un límite "de referencia" (obtenido a partir de las emisiones de tecnologías eficientes), suele ser defendido como un método para recompensar a las instalaciones con tasas de emisión relativamente bajas y castigar a aquellas con las tasas de emisión relativamente altas. Sin embargo, a pesar de la defensa de este mecanismo, rara vez se adoptó en los Planes Nacionales de Asignación (PNA) para el 2005-2007. Una de las principales razones fue la heterogeneidad en los procesos de producción. Para (Buchner et al. 2006), la escasa penetración del benchmarking se debió a que, cada vez que una metodología para marcar la referencia era debatida, esta no llegaba a consenso ya que las desviaciones eran muy grandes, incluso para instalaciones del mismo sector. Otra explicación de la ausencia de benchmarking es la falta de disponibilidad de datos fiables sobre emisiones. Sin embargo, en el segundo periodo el benchmarking ha sido más utilizado y en el tercer periodo, tal y como se ha comentado, es la regla a seguir.

Como el benchmarking, la subasta fue más utilizada en el segundo periodo que en el primero. Tanto el número de miembros como el porcentaje destinado a subasta aumentaron. El único país en subastar el porcentaje máximo en el primer periodo fue Dinamarca, estaba permitido el 5% durante 2005-2007, como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de derechos subastados en el primer y segundo periodo

Estado miembro	2005-2007	2008-2012
Dinamarca	5	0
Hungría	2,5	2,3
Lituania	1,5	2,9
Irlanda	0,75	0,5
Austria	0	1,2
Bélgica	0	0,3
Alemania	0	8,8
Países Bajos	0	4
Reino Unido	0	7
Total UE	0,13	3

Fuente: Ellerman & Joskow (2008)

Por otra parte, el término “armonización”, del que habla (Ellerman & Joskow 2008), se refiere a las diferentes cantidades de asignaciones para instalaciones similares localizadas en diferentes Estados miembros. La falta de armonización es considerada por este estudio como una causa de distorsión entre las asignaciones a sectores por parte de un país con respecto a sus países vecinos. Estas diferencias tienen su explicación en los desiguales criterios utilizados por los Estados miembros para el reparto interno.

2.1.2 Reparto de responsabilidades

(Buchner et al. 2006) también destacan que los Estados miembros eligieron por lo general asignar mayor déficit de permisos al sector de generación eléctrica que al resto de sectores industriales, principalmente por dos motivos: por no tener competencia internacional y por la capacidad de reducir emisiones a menores costes que se le supone a las grandes centrales (por ejemplo, por pasar de carbón a gas natural). En esta tendencia, Italia² y Alemania son excepciones.

2.1.3 Nuevos entrantes

A pesar de que la Directiva no contemplaba la asignación de derechos gratuitos a nuevos entrantes, todos los Estados miembros decidieron crear una reserva para nuevas instalaciones que se incorporaran al sistema. El EU-ETS se convirtió en uno de los pocos *cap and trade* en compensar a los nuevos entrantes. Esto se explica, según (Buchner et al. 2006) por la intención de no situar a los nuevos entrantes en unas condiciones de desventaja, además de intentar eliminar el incentivo a cerrar las instalaciones en Europa para llevarlas fuera. Pero Buchner et al. (2006) también analizan porqué el EU-ETS no destinó un porcentaje mayor de permisos a subasta en los dos primeros periodos, en contraposición a lo que hicieron otros sistemas como los del SO₂ o NO_x en Estados Unidos. Esto se puede explicar porque, salvo excepciones, no existe una alternativa tan clara y barata para la reducción

²Italia tiene poca generación a carbón por lo que su capacidad de cambiar a gas es limitada.

de emisiones de CO₂ como para los mercados de SO₂ o NO_x, haciendo que los costes sean poco asumibles por la sociedad. Sin embargo, existen experiencias, por ejemplo en los citados mercados de SO₂ y NO_x (Ellerman et al. 2003), sobre nuevas formas de reducción de emisiones que surgen por la imposición de un precio “elevado” a las emisiones (fomento del avance tecnológico).

2.2 Procedimiento de seguimiento, reporte y verificación de emisiones

Hasta el tercer periodo, los estados debían mantener un registro para llevar la cuenta de la expedición, la titularidad, la transferencia y la cancelación de derechos de emisión. A la vez, y de forma redundante, existía un registro centralizado a nivel europeo operado por la Comisión, un archivo electrónico independiente (*Community Independent Transaction Log*, CITL³) que centralizaba todas las transferencias de derechos entre registros nacionales, registrando y autorizando todas las transacciones que tuvieron lugar entre las cuentas de los registros de la UE.

En el tercer periodo dejan de existir los registros nacionales y pasa a centralizarse toda la información en el *European Union Transaction Log* (EUTL), anteriormente conocido como CITL. El EUTL proporciona información acerca del cumplimiento de los participantes en el mercado. Muestra datos de asignación de derechos, así como emisiones verificadas en cada instalación cada año. Pero existen restricciones en parte de esta información revelada, sobre todo en cuanto a las transacciones (donde también se reflejan las compras y ventas), ya que la información no está disponible hasta 5 años después de que ésta tenga lugar. Además, no se ofrecen datos de precios, de tipo de transacción ni de las compañías que agrupan a varias instalaciones.

Gracias a la disponibilidad de estos datos se han realizado múltiples estudios sobre distintos aspectos/problemas de este mercado de emisiones. El control, notificación y verificación de las emisiones pasó también de estar delegado a los Estados miembros a regirse por nuevas normas que entraron en vigor en junio de 2012.

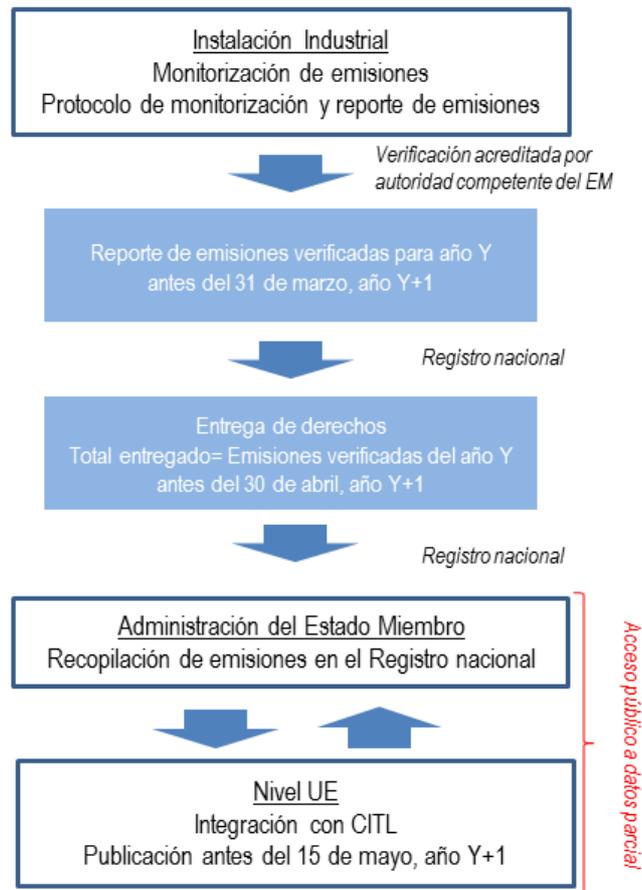
El proceso (“ciclo de cumplimiento”) en el primer y segundo periodo se realizaba según la siguiente cronología:

- Antes del 28 de febrero de cada año, la administración competente de cada Estado miembro transfiere los derechos a cada instalación, según el PNA del año en curso.
- Antes del 31 de marzo del año siguiente, se deben reportar los datos de emisiones verificadas.
- Antes del 30 de abril del año siguiente al verificado, las instalaciones deben acceder a la cuentas habilitadas por los Estados miembros y realizar el acto de cancelación (entrega de derechos).

Debido a que la asignación de derechos a las instalaciones del año siguiente se realiza antes que la entrega de derechos del año en curso, las instalaciones tienen la posibilidad de utilizar parte o la totalidad de la asignación del siguiente año para cumplir con la entrega de derechos del año en curso.

³<http://ec.europa.eu/environment/ets/registrySearch.do>

Figura 1. Proceso de registro de datos de verificación de emisiones y entrega de derechos



Fuente: Trotignon & Delbosc (2008)

En cuanto al periodo de validez de los derechos, estos son utilizables dentro de cada periodo, pero del periodo I al periodo II, no se permitió el *banking*. Esto fue una de las principales causas de la caída de los precios de los derechos en el último año del primer periodo (2007). En la tercera etapa sí está permitido almacenar derechos del segundo para utilizarlos en el tercer periodo.

Como penalización por no entregar los suficientes derechos equivalentes a las emisiones verificadas, la Directiva fija en su artículo 16 una sanción de 40€ por tonelada (en el primer periodo) y 100€ por tonelada (segundo periodo) y establece que el pago de la multa no eximirá al infractor de la entrega de la cantidad de derechos de emisión correspondientes.

Además de las asignaciones de derechos, el EU-ETS permite la compatibilización con otros mecanismos de para cumplir con los compromisos, ya que reconoce de los mecanismos de Kioto, el MDL (mecanismos de Desarrollo Limpio) y JI (Implementación Conjunta). Estos mecanismos fueron implementados en la conocida como Directiva *Linking* (Directiva 2004/101/CE).

2.3 La volatilidad del precio

El EU-ETS, debido a su importancia y extensión, es la referencia mundial del precio del CO₂. Esto permite conocer el menor coste para lograr la reducción de emisiones ya que el precio proporciona una señal común a todos los participantes. Sin embargo este precio es criticado por su alta volatilidad, lo que frena la inversión en tecnología de abatimiento de CO₂, ya que no se mantiene en el tiempo el incentivo para llevarla a cabo (salvo que se firmen contratos de largo plazo).

En la siguiente gráfica sobre la evolución de los precios de los EUAs, en el que se representan los precios al cierre desde el primer periodo hasta la actualidad, se pueden observar varios fenómenos interesantes. Durante el primer periodo, uno es la caída del precio para el a partir de finales de 2006. Esto se debió a la ausencia de *banking* en este periodo y, según Ellerman & Joskow (2008), a que las expectativas iniciales en cuanto al precio estaban equivocadas ya que al conocerse los datos de las emisiones en abril de 2006, y ser inferiores a los esperados, los precios cayeron fuertemente.

La explicación por la que los precios comenzaron tan altos en 2005 se puede achacar a un cúmulo de factores: invierno frío, verano seco, y altos precios del gas y petróleo que hicieron atractivo continuar utilizando carbón. Otro factor considerado para este elevado precio inicial es el desequilibrio entre compradores y vendedores (que se podría explicar en parte por las razones ya mencionadas al comienzo de este artículo).

Figura 2. Evolución de los precios de los distintos derechos de emisión durante el primer, segundo y tercer periodo



Fuente: Bluenext, SendeCO2

El comienzo del segundo periodo se caracterizó por unos límites de emisión más ajustados y por un mercado alcista de los combustibles fósiles, así como un interés creciente de especular con los EUAs (precios de 25-30€).

Después de la caída de los mercados financieros y de los precios de las materias primas en el segundo semestre de 2008 y con la consecuente crisis económica, el precio cayó a 10€. Posteriormente se mantuvo en un equilibrio de 15€ desde finales de 2009 y durante 2010. En verano de 2010 se hizo evidente que la crisis económica en Europa iba a durar mucho más de lo esperado, y que el excedente acumulado de los permisos de emisión no desaparecería a corto plazo.

A principios de 2011 se puede apreciar el impacto del accidente nuclear en la central de Fukushima Daiichi, que provocó un pequeño aumento del precio. Poco después, la ambiciosa propuesta de Directiva sobre Eficiencia Energética que se presentó daría lugar a reducciones adicionales de emisiones en el EU-ETS, por lo que el precio de los EUAs se redujo a niveles de 7€.

Actualmente, con el comienzo del tercer periodo, el exceso de derechos en el Mercado provocó que los precios cayeran fuertemente. En un intento por reformar el Mercado, el Parlamento Europeo votó en abril de este año una de las propuestas de la Comisión Europea, el “backloading” (retirada temporal de derechos del Mercado), la cual fue rechazada, hundiendo los precios de los EUAs hasta los menos de 3€. Finalmente, a principios de julio se aprobó la propuesta para retrasar la fecha de subasta de 900 millones de derechos entre 2013 y 2015, para intentar elevar los precios. Sin embargo, esta noticia apenas estimuló un incremento en los precios de poco más de 1€.

Esta volatilidad de precios, así como la baja valoración de las EUAs, impide crear incentivos para la inversión de tecnologías de bajas emisiones, en eficiencia energética, cambio de combustibles, etc. Este es uno de los principales argumentos contra el mercado de emisiones europeo, aunque por otra parte es una consecuencia natural del mismo.

2.4 La fuga de carbono

Otra de las preocupaciones al implantar el EU-ETS fue la posibilidad de que instalaciones emisoras de GEI cubiertas por el EU-ETS se trasladaran fuera de la UE para evitar esta nueva regulación, resultando por tanto en una “fuga de emisiones” o “leakage”. Esta inquietud se ha intentado solucionar en la revisión de la Directiva, en su artículo 10bis. La nueva Directiva, como ya se ha comentado, identifica los sectores expuestos al *leakage* a través de los costes adicionales por la aplicación del EU-ETS y por la intensidad comercial con los países de fuera de la UE, y les concede permisos gratuitamente para tratar de evitar este riesgo.

Por supuesto, el riesgo sólo desaparece en cuanto que el coste de oportunidad de las emisiones también se elimina. Para ello, la concesión gratuita de permisos debe estar asociada a las emisiones de los agentes, bien directamente o por un proceso de benchmarking, y además debe ser continuada en el tiempo. En este sentido, las posibles anomalías de comportamiento de los agentes ya mencionadas en la introducción (efecto *endowment* y costes de transacción) pueden intensificar el efecto de las medidas.

Existen trabajos que ya han estudiado el efecto de la solución propuesta por la UE (aunque sin tener en cuenta los efectos citados). Un ejemplo es (Martin et al. 2012), que centra su estudio en el riesgo de fuga de las empresas afectadas por el EU-ETS. El trabajo se basa en entrevistas telefónicas realizadas a los administradores de casi 800 empresas manufactureras en seis de los países de la UE. Su análisis encuentra correlación entre la intensidad de emisión de CO₂ y el riesgo de fuga, pero no encuentra relación entre la intensidad de intercambio (comercio) con países de fuera de la UE. De hecho, llega a la conclusión de que con los criterios del artículo 10bis de la revisión de la Directiva se está protegiendo a instalaciones que no presentan riesgo de *leakage*. Hay otros autores⁴ que también proponen utilizar otros datos para calcular el impacto del *leakage* en las instalaciones cubiertas por el EU-ETS, en vez de los considerados en la reforma de la Directiva.

⁴Sato et al. (2007)

Pero el impacto negativo de EU-ETS en la competitividad no solo se da en las empresas que participan en el sistema. Existen efectos, como la subida del precio de la electricidad por los costes de CO₂, que pueden perjudicar a compañías no pertenecientes al EU-ETS. Un ejemplo es el sector del aluminio. Sartor (2013) realiza un estudio econométrico sobre este fenómeno en el sector del aluminio primario. En su trabajo sugiere que aunque el incremento de la electricidad ha tenido un efecto crítico en la competitividad de las plantas de aluminio primario de la UE, no existe evidencia de fuga de carbono en los datos de los primeros 6 años y medio del EU-ETS. En esta línea, (Sijm et al. 2006) encuentra que entre un 70%-90% de los costes del CO₂ se transfieren al precio de la electricidad en Alemania y Holanda. Sin embargo, debido a los contratos de electricidad a largo plazo que suelen negociar con proveedores, es difícil que el impacto del EU-ETS se notara en sectores como el del aluminio, por lo menos hasta 2010⁵.

3. Descripción del estudio

Como ya se mencionó anteriormente, el objetivo de este trabajo es esclarecer si el comportamiento de las instalaciones participantes en el EU-ETS es racional dentro de este mercado. Para ello será necesario analizar si las transacciones que se realizan dentro del mismo, compras y ventas de permisos, tienen sentido económico, es decir, si reflejan el coste de oportunidad de las emisiones. En concreto, lo que se pretende identificar es si las instalaciones venden sus permisos cuando les sobran (bien porque se les hayan asignado más permisos de los necesarios, o porque sus niveles de producción disminuyen) o cuando es más barato reducir las emisiones antes que utilizar los permisos; y también si las instalaciones, ante unas emisiones mayores que los derechos de emisión que poseen, compran permisos o prefieren reducir sus emisiones internamente (algo que debería depender del precio del permiso).

Para ello, además de las transacciones recogidas en el EUTL, es necesario analizar la situación de las empresas: niveles de producción y emisiones, valor añadido, coste de reducción del CO₂, etc. En este apartado se realiza un primer análisis de cómo han evolucionado desde 2005, y por sectores, estos factores, con el objetivo de aclarar la influencia de las bajadas/subidas de producción en las reducciones o aumentos de emisiones. Las conclusiones obtenidas servirán para estudiar, a partir de la base de datos EUTL, el comportamiento de las instalaciones analizadas tratando de entender sus decisiones con respecto a sus responsabilidades en el EU-ETS.

Por supuesto, puede haber otros factores que expliquen las transacciones de las empresas. El primero, y más evidente, es el *banking*: las empresas pueden preferir acumular derechos para periodos posteriores, y por tanto no venderlos aunque no los necesiten. En este caso, y al cubrir el estudio el primer período (2005-2007) esta situación no podía producirse, pero sí a partir de 2008. Otro elemento importante a considerar es la incertidumbre respecto a la producción, que puede hacer que las empresas no sean conscientes hasta el final del período (2005-2007) del volumen de derechos que necesitarían, y por tanto prefieran no venderlos (aunque esto supondría una gestión de riesgos poco sofisticada). También el uso financiero de los permisos (p.ej. como garantía) puede explicar algunos comportamientos observados, o incluso comportamientos estratégicos frente a posibles cambios en las políticas. Estos factores quedan fuera del alcance de este trabajo, aunque serán considerados en fases posteriores del mismo.

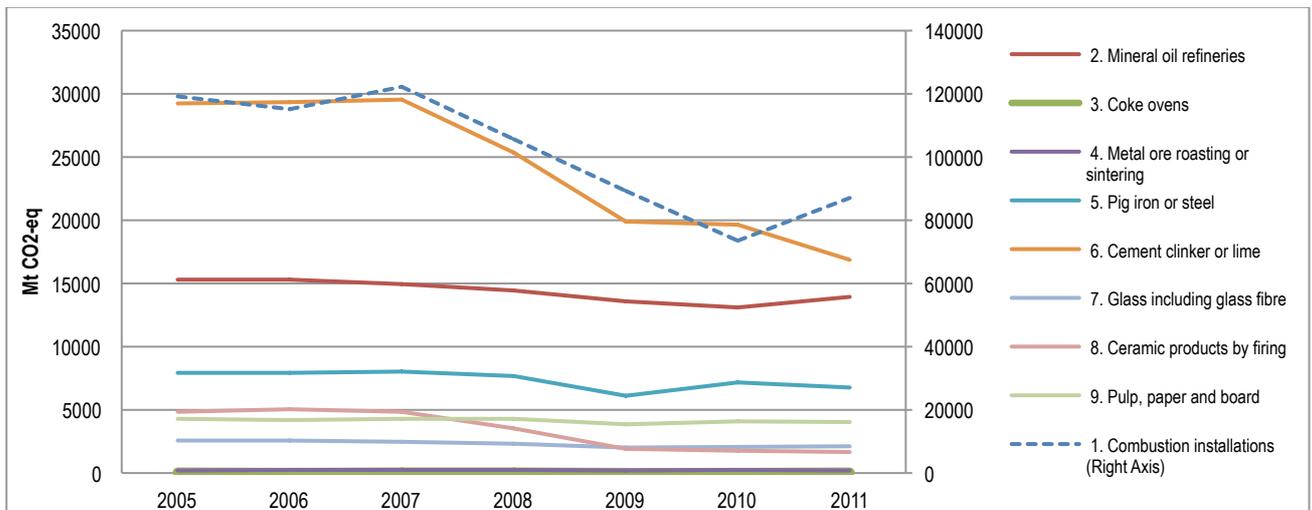
⁵ La IEA estima que aproximadamente el 65% de la capacidad de producción de aluminio primario en 2006 tendría contratos de suministro eléctrico hasta 2010.

3.1 Evolución de los sectores pertenecientes al EU-ETS desde 2005.

En esta sección se analizan los datos disponibles para España de emisiones, producción y valor añadido por sectores, con el objetivo de identificar el efecto que las bajadas o subidas de actividad puedan tener en los niveles de emisiones de los distintos sectores. Las bajadas, de hecho, podrían estar relacionadas con la crisis económica que afecta fuertemente a algunos sectores (por ejemplo, al sector del cemento en España debido a la burbuja inmobiliaria).

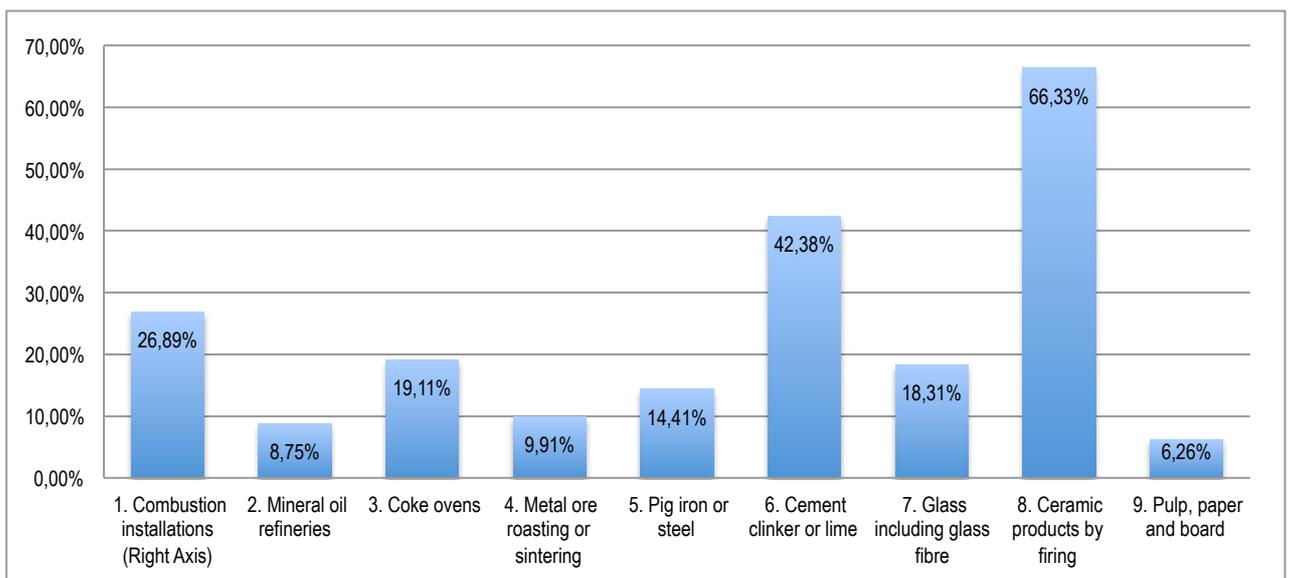
3.1.1 Emisiones

Figura 3. Emisiones de GEI por sectores, 2005-2011



Fuente: EEA

Figura 4. Reducción de emisiones de GEI por sectores, 2005-2011



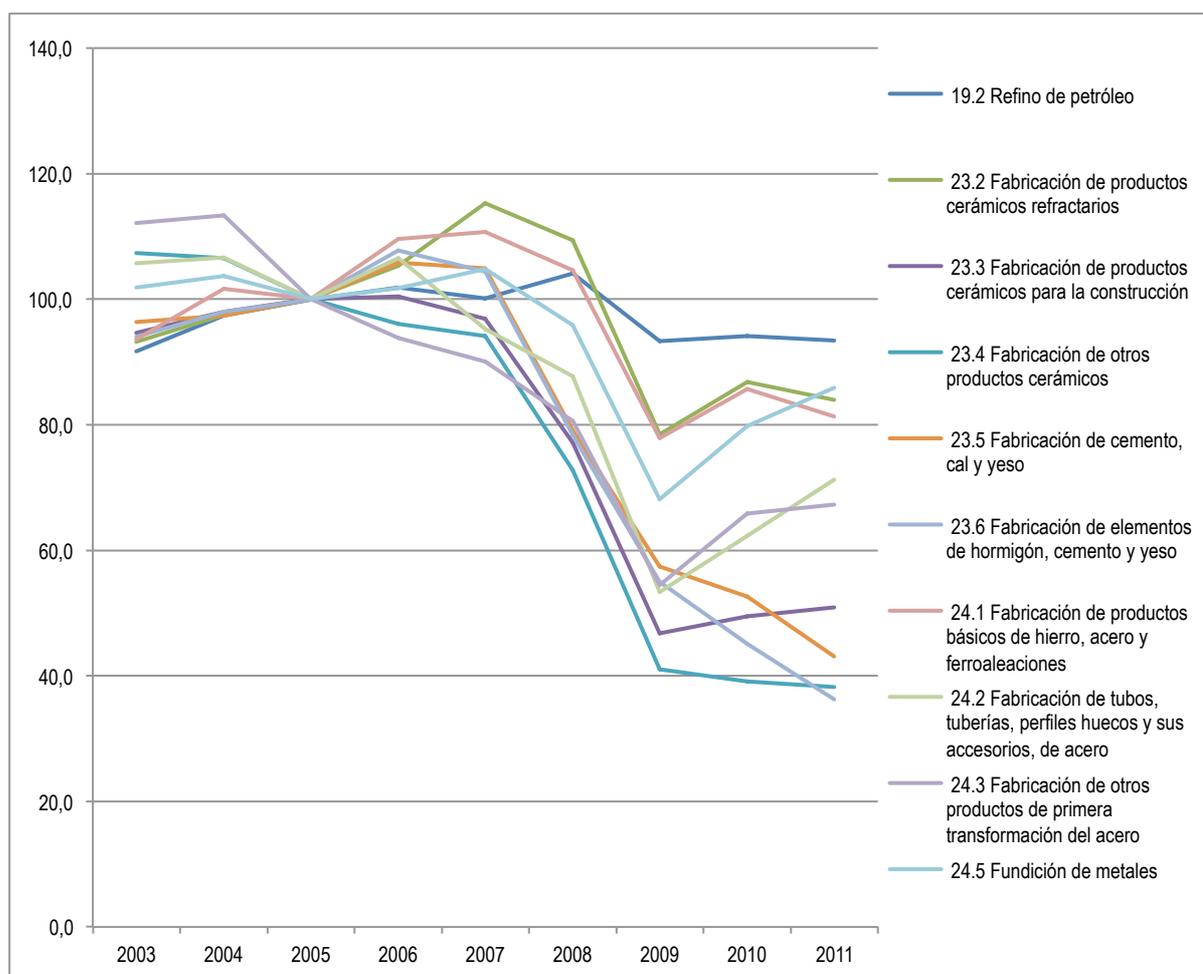
Fuente: EEA

Las anteriores Figuras (Figura 3 y Figura 4) muestran un descenso generalizado de las emisiones verificadas desde 2005 a 2011 para España, siendo más acusada la reducción en sectores como el del cemento o los productos cerámicos. Los datos de emisiones de las plantas de generación eléctrica están incluidos dentro del sector denominado “instalaciones de combustión”, donde también se encuentran el resto de plantas generadoras de calor de más de 20 MW. Como mencionábamos anteriormente, es preciso analizar en qué medida estas bajadas de emisiones se deben a proyectos de descarbonización (y por tanto se deben al EU-ETS) o son consecuencia de menor actividad en el sector.

3.1.2 Producción industrial

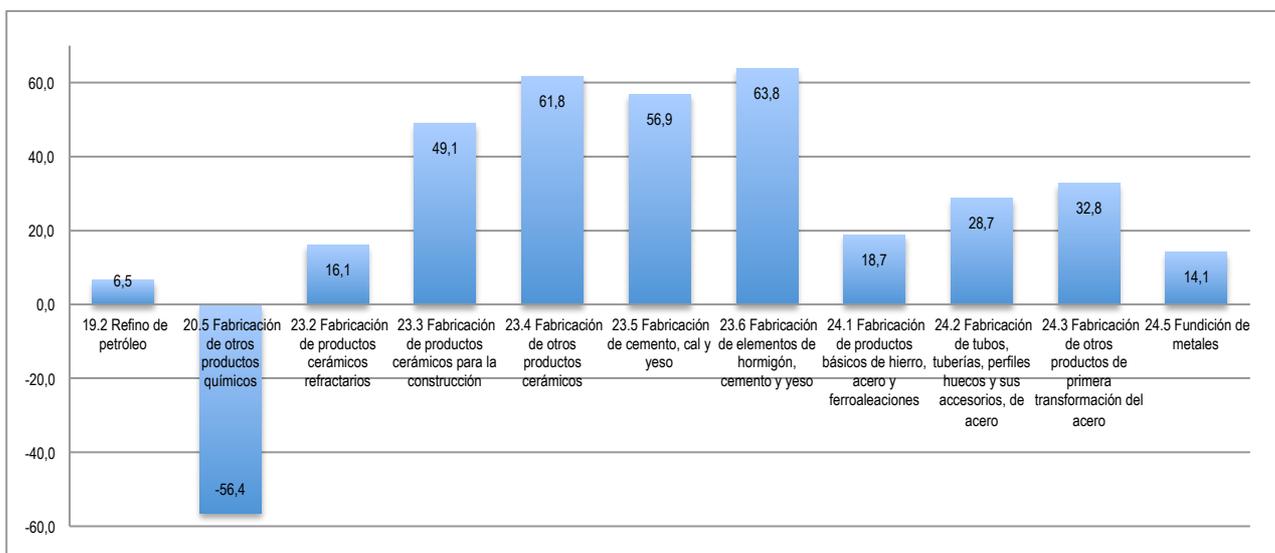
En un orden de magnitud parecido al de las emisiones, la producción industrial presenta una reducción significativa desde 2007. Los sectores más afectados por esta disminución de la producción son los relacionados con la construcción; fabricación de hormigones, cemento, etc. Esta caída se concentra en el año 2008, al igual que el desplome de emisiones, tal y como se muestra en la Figura 5, Figura 6 y Figura 7.

Figura 5. Índice de producción industrial en España, base 2005



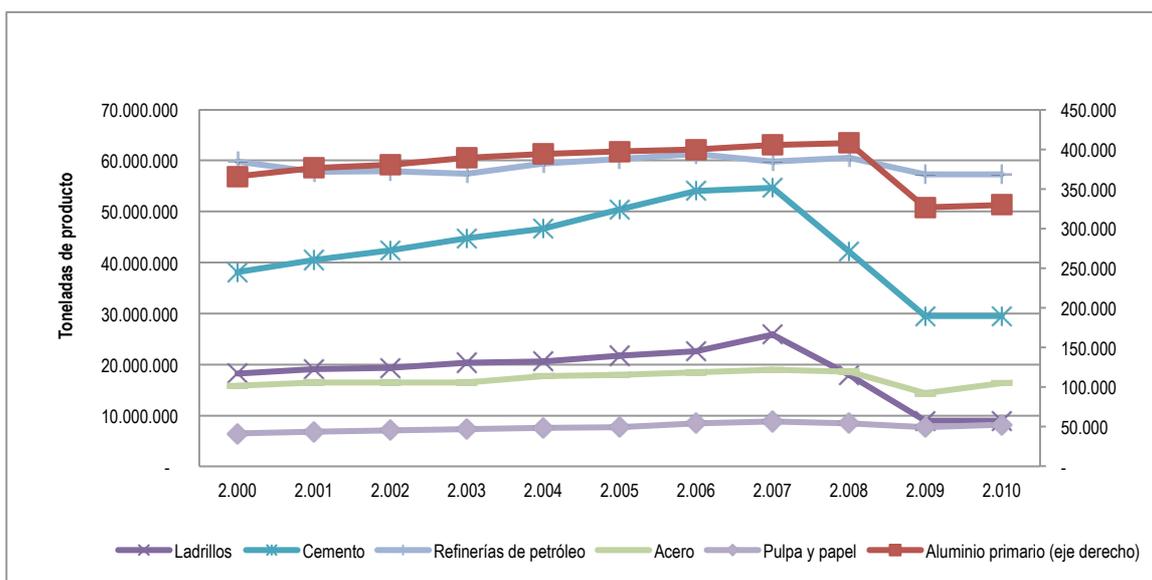
Fuente: INE

Figura 6. Reducción de la producción en España por sectores (2005-2011)



Fuente: Elaboración propia a partir del Índice de Producción Industrial⁶ del INE

Figura 7. Producción industrial en España (toneladas de producto, 2000-2010)



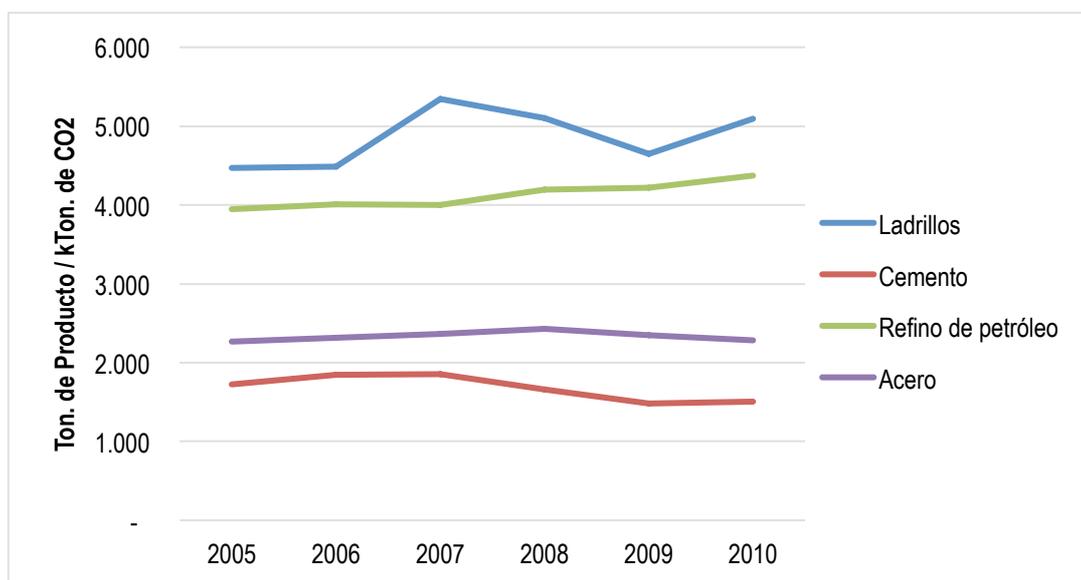
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de; EAA, Fertiberia, Hyspalyt, Oficemen, CORES, UNESID, EUROFER, ASPAPEL y Bloomberg

⁶ El INE define el IPI de la siguiente manera: “es un indicador coyuntural que mide la evolución mensual de la actividad productiva de las ramas industriales, excluida la construcción, contenidas en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009). Mide, por tanto, la evolución conjunta de la cantidad y de la calidad, eliminando la influencia de los precios.

Para su obtención se realiza una encuesta continua de periodicidad mensual que investiga todos los meses más de 13.200 establecimientos.”

Por tanto, podemos observar cómo la reducción de emisiones puede explicarse, al menos parcialmente, en función de la reducción de la actividad de producción. Para tener una mejor visión sobre este aspecto resulta de interés analizar el índice de intensidad de carbono de algunos de los sectores considerados, que se presenta en la Figura 8.

Figura 8. Intensidad de CO₂ de sectores de la industria española



Fuentes: EEA y (Economics for Energy 2011)

Puede observarse cómo este indicador presenta una evolución no necesariamente paralela a la reducción de emisiones: algunos sectores han empeorado en su intensidad de carbono, mientras que otros la han mejorado. Es decir, que algunos sectores podrían haber invertido en mejoras tecnológicas o de otro tipo para reducir sus emisiones (ladrillo, refino), y por tanto, sumado a la reducción de la actividad, podrían estar en condiciones de vender permisos; mientras que otros necesitarían más derechos de emisión para producir el mismo volumen.

4. Resultados

4.1 Ejemplos del comportamiento de instalaciones en el mercado de carbono europeo

En los siguientes apartados se detalla el comportamiento de instalaciones españolas en el Mercado de Derechos de Emisión Europeo. Para ello se utilizan y tratan los datos (transacciones, asignaciones, emisiones, etc.) disponibles del primer periodo (2005-2007) en el *European Union Transaction Log* (EUTL).

La clasificación realizada de las instalaciones se basa en su tamaño según su sector. En la siguiente tabla (Tabla 2) puede comprobarse el número de instalaciones sujetas al EU-ETS en 2011 en España por tamaño, teniendo en cuenta sus emisiones verificadas y el sector al que pertenecen. Esta clasificación es

la realizada por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, por sus siglas en inglés), y es la que se ha utilizado para describir las instalaciones estudiadas.

Por supuesto, y para mantener el necesario anonimato de las instalaciones, no se reflejan ni sus nombres ni los de sus empresas.

Tabla 2. Número y tamaño de instalaciones sujetas al EU-ETS en 2011 en España

Definición del Tamaño ⁷	Muy Pequeña	Pequeña	Mediana	Grande	Muy Grande
Rango de Emisiones	emisiones = 0 kt CO ₂ -eq	0 < emisiones < 25 kt CO ₂ -eq	25 < emisiones < 50 kt CO ₂ -eq	50 < emisiones < 500 kt CO ₂ -eq	Emisiones > 500 kt CO ₂ -eq
1. Instalaciones de Combustión	23	230	98	148	74
2. Refinerías				4	8
3. Hornos de coque			1		
4. Metalurgia		1		2	
5. Acero		4	4	19	1
6. Cemento	2	1	5	22	28
7. Vidrio		26	13	21	
8. Cerámica	4	244	40	18	
9. Papel y cartón	1	60	26	25	

Fuente: EEA

A continuación se exponen las actuaciones de algunas instalaciones y empresas españolas en el EU-ETS durante el primer periodo de mercado (2005-2007) según los datos de transacciones disponibles en el EUTL. Las transacciones que se muestran no incluyen las meramente administrativas (asignación de derechos y entrega de los mismos a RENADE⁸).

⁷ Esta definición no pertenece a la EEA, se añade para situar al rango de emisiones en una escala cualitativa.

⁸ Registro nacional de derechos de emisión de gases de efecto.

4.1.1 Instalación nº1

Tamaño: pequeño (emisiones menores a 25 ktCO₂-eq.).

Sector ETS: "Instalaciones para la fabricación de productos cerámicos mediante horneado, en particular tejas, ladrillos, ladrillos refractarios, azulejos, gres cerámico o porcelana".

En la Tabla 3 se resumen la asignación de derechos, así como las emisiones verificadas y derechos entregados.

Tabla 3. Resumen de asignación, emisiones verificadas, unidades entregadas y cumplimiento, instalación nº 1

Periodo ETS	Año	Asignación (NAP)	Emisiones verificadas	Unidades entregadas	Total de unidades entregadas	Total de emisiones verificadas	Código de cumplimiento	Sobreasignación
2005-2007	2005	9360	6693	6693	6693	6693	A	39,8%
2005-2007	2006	9360	6552	6552	13245	13245	A	42,9%
2005-2007	2007	9360	6689	6689	19934	19934	A	39,9%

Fuente: EUTL

En cuanto a las transacciones, esta instalación, a pesar de tener sobreasignación gratuita de derechos (de aproximadamente el 40% en los tres primeros años), no ha procedido a la venta de los mismos. Los registros de transacciones realizadas en esta empresa solo muestran las asignaciones de derechos gratuitas por parte de la administración, así como la entrega de derechos (menos de los que posee) para realizar el acto de cancelación (entrega de derechos por parte de la empresa).

El exceso de derechos entre 2005 y 2007 de esta empresa suma 8.146 EUAs. Si simulamos la posibilidad de vender la cantidad sobrante, una vez conocidos los datos de las emisiones verificadas (a más tardar, el 31 de marzo del año X+1), al mejor precio de venta posible y al peor, se obtendrían un rango de ingresos de entre 82.400€ y 81€ y, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Simulación de ingresos por la venta de derechos sobrantes en la mejor y peor situación de cotización

	2005	2006	2007	TOTAL
Exceso de derechos	2.667	2.808	2.671	8.146
precio mín. año X (desde 1/ abril, €)	0,01	0,01	0,01	
precio máx. año X (desde 1/ abril, €)	29,75	1,02	0,09	
Ganancia mín. (€)	26,67	28,08	26,71	81
Ganancia máx. (€)	79.343,25	2.864,16	240,39	82.448

Fuente: Elaboración propia. Nota: el dato de las cotizaciones de los EUAs se obtiene del precio de cierre diario

4.1.2 Instalación n°2

Tamaño: de gran tamaño (entre 50 <emisiones <500 kt CO2-eq. al año).

Sector ETS: "Instalaciones para la fabricación de cemento clínker en hornos rotatorios, o de cal en hornos rotatorios o en hornos de otro tipo".

En la Tabla 5 se resumen la asignación de derechos, así como las emisiones verificadas y derechos entregados.

Tabla 5. Resumen de asignación, emisiones verificadas, unidades entregadas y cumplimiento, Instalación n° 2

Periodo ETS	Año	Asignación(NAP)	Emisiones verificadas	Unidades entregadas	Total de unidades entregadas	Total de emisiones verificadas	Código de cumplimiento	Sobreasignación
2005-2007	2005	82867	85368	85368	85368	85368	A	-2,9%
2005-2007	2006	82867	77507	77507	162875	162875	A	6,9%
2005-2007	2007	82867	78026	78026	240901	240901	A	6,2%

Fuente: EUTL

En esta empresa se pueden observar ciertas transacciones aparentemente extrañas. La instalación recibe las asignaciones gratuitas de 2005 y 2006 el día 12/04/2006. En este caso, las emisiones verificadas en 2005 son mayores que los derechos asignados para este periodo. Sin embargo, al recibir los derechos para el periodo 2006 antes de la fecha de entrega de derechos (antes del 30 de abril del año siguiente), tuvo la posibilidad de utilizar derechos de 2006 para satisfacer las emisiones de 2005. Por otra parte, esta instalación, el día de la entrega de derechos, realizó una transferencia de 2.501 derechos a sí misma⁹. Esta maniobra se puede interpretar como un error en las órdenes de transacción o como una simple prueba antes de la transacción importante.

Los datos disponibles de transacciones muestran que para hacer frente a las emisiones de la instalación fueron suficientes los derechos asignados (ver Tabla 6.y Tabla 7).

Tabla 6. Detalle de las transacciones realizadas para adquirir derechos

Fecha	Hora	ID transacción	Titular - adquisición	Titular - transferencia	Cantidad
28/04/2006	9:44:32	ES2905	Inst. 2	Inst. 2	2501

Fuente: EUTL

⁹ Diez minutos después realizó correctamente el acto de cancelación

Tabla 7. Detalle de las transacciones realizadas para entregar derechos, las transiciones disponibles del 2º periodo destacan en gris.

Fecha	Hora	ID transacción	Titular - adquisición	Titular - transferencia	Cantidad
28/04/2006	9:44:32	ES2905	Inst. 2	Inst. 2	2501
07/05/2008	11:46:36	ES1009182	Abbey National Treasury Services Plc.	Inst. 2	25000
01/12/2008	17:35:34	ES1014566	Abbey National Treasury Services Plc.	Inst. 2	31985

Fuente: EUTL

La instalación nº 2 tiene un superávit de derechos de 2.859 unidades en 2006 y llega a poseer, durante 2007, 85.726 EUAs entre el remanente de 2006 y la recepción de derechos para 2007, que son mayores que las emisiones para ese año. Sin embargo, no hay ninguna orden de venta durante el primer periodo. Al final del periodo los derechos acumulados sobrantes suman 7.700 EUAs.

En la siguiente tabla se puede ver una simulación de venta de derechos sobrantes, tanto en el mejor momento de cotización como en el peor. En este caso las cifras no son tan espectaculares como en el anterior ejemplo, ya que se sitúan entre 77 y 3.200 €. Si a estas cifras les restamos los posibles costes de transacción, los posibles beneficios de la venta se desvanecen.

Tabla 8. Simulación de ingresos por la venta de derechos sobrantes en la mejor y peor situación de cotización

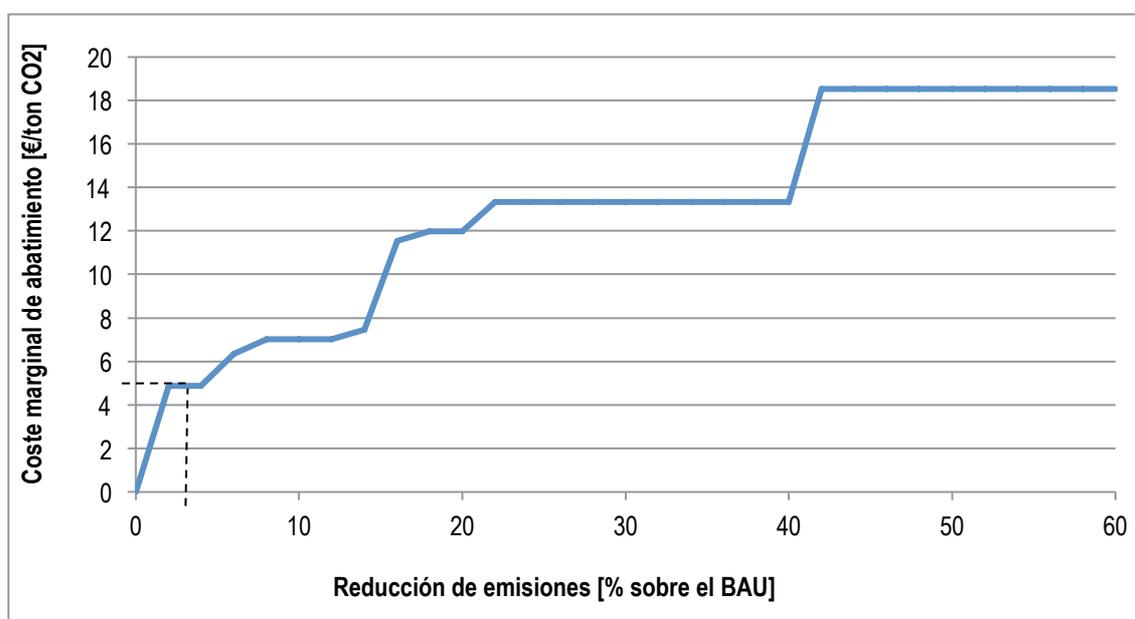
	2005	2006	2007	TOTAL
Exceso de derechos	0	2.859	4.841	7.700
Precio mín. año X (desde 1/ abril, €)	0,01	0,01	0,01	
Precio máx. año X (desde 1/ abril, €)	29,75	1,02	0,09	
Ganancia mín. (€)	0,00	28,59	48,41	77
Ganancia máx. (€)	0,00	2.916,18	435,69	3.352

Fuente: Elaboración propia. Nota: el dato de las cotizaciones de los EUAs se obtiene del precio de cierre diario

Actualmente, a julio de 2013, ya se pueden acceder a algunos datos de transferencia de derechos del segundo periodo. En el caso de esta instalación, se pueden observar transacciones de derechos a la cuenta “Abbey National Treasury Services Plc”, (una PHA¹⁰). Observando los datos de los precios para el segundo periodo (ver Figura 2), los cuales comienzan entorno a los 20€/tCO₂, parece razonable esta transferencia de derechos a un precio alto.

Otro aspecto interesante es que la instalación adquirió derechos para cubrir su déficit de 2005. Sin embargo, quizá hubiera sido más interesante reducir emisiones internamente. En la Figura 9 se puede observar la Curva de Reducción de Emisiones (MAC) de la industria española del cemento. Asumiendo esta curva para la instalación 2 se puede extrapolar que para una reducción de emisiones del 3% (déficit del año 2005), el coste máximo por ton. de CO₂ es de 5€ aproximadamente, por lo que la opción más eficiente económicamente, sabiendo que los precios de los EUAs estaban en torno a 15 €, era reducir emisiones. Por debajo del 6% la opción más rentable según (Santamaría y Linares, 2011) es la importación de cemento con mayor contenido en clinker (que quizá explique su bajada de producción posterior).

Figura 9. Curva de costes marginales de reducción del sector del cemento en España.



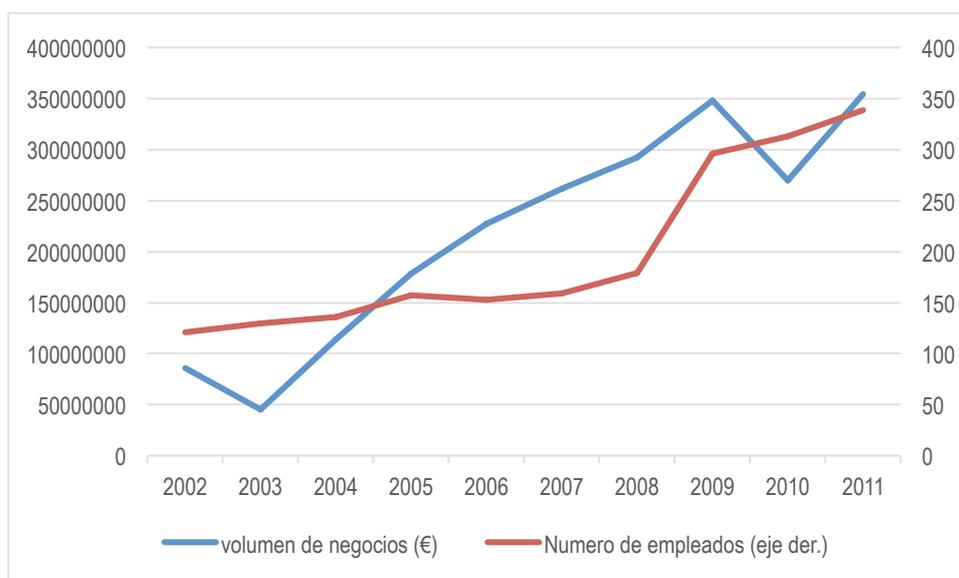
Fuente: Santamaría & Linares (2011).

4.1.3 Empresa nº1

Este caso de estudio se trata de una empresa (“Account Holder”, Titular de Cuenta) formada por 3 instalaciones. Los datos de volumen de negocio y empleo de esta empresa se recogen en la Figura siguiente. Como se puede observar su nivel de actividad crece durante el periodo considerado. Esta “Account Holder” no realiza movimientos de derechos entre sus instalaciones, por lo que estudiaremos solo una de las instalaciones. La instalación a estudiar en este caso es la denominada instalación Nº 1.1.

¹⁰ Person Holden Account

Figura 10. Características financieras de la empresa N°1



Fuente: Amadeus

4.1.3.1 Instalación n°1.1

Tamaño: mediana (entre 25 <emisiones <50 kt CO₂-eq. al año).

Sector ETS: "Instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 20 MW", dedicada a la producción de aceites alimenticios y salsas.

En la Tabla 9 se resumen la asignación de derechos, así como las emisiones verificadas y derechos entregados.

Tabla 9. Resumen de asignación, emisiones verificadas, unidades entregadas y cumplimiento, instalación n° 1.1.

Periodo ETS	Año	Asignación(NAP)	Emisiones verificadas	Unidades entregadas	Total de unidades entregadas	Total de emisiones verificadas	Código de cumplimiento	Sobreasignación
2005-2007	2005	64561	47078	47078	47078	47078	A	37,1%
2005-2007	2006	69175	56153	56153	103231	103231	A	23,2%
2005-2007	2007	69175	75973	75973	179204	179204	A	-8,9%

Fuente: EUTL

En cuanto a las transacciones registradas por el EUTL (Tabla 10 y Tabla 11) para esta empresa, existen varias peculiaridades. Por ejemplo, una vez que recibió los derechos gratuitos para 2005, procedió a la venta de 20.000 EUAs en dos órdenes de 10.000 EUAs a un mismo comprador del Reino Unido. Pero a las pocas horas compró de nuevo 10.000 EUAs al mismo comprador. Si consideramos que el precio de venta de los EUAs coincide con el del mercado ese día (23,23€ al cierre), los beneficios obtenidos con la venta estarían en torno a 232.000 € (ver Tabla 12).

Ya en 2006, la primera transacción se hace el 10 de febrero, vendiendo de nuevo al mismo comprador 7.000 EUAs (la cotización del EUA cerró a 26,15€), con unos ingresos estimados en 183.000 € (Tabla 12). A finales de febrero recibe la asignación gratuita para 2006. La entrega de derechos a RENADE se produce, según el EUTL, a principios de mayo, por lo tanto fuera de plazo. Sin embargo, en el registro el código de cumplimiento otorgado es el máximo ("A").

Otras anomalías detectadas en este ejemplo son las asignaciones incompletas para 2006 y 2007. En un primer momento se asignaron a la instalación las mismas cantidades en 2006 y 2007 que en 2005. Posteriormente se realizaron dos transacciones a favor de esta instalación que coinciden con los derechos que faltaban por entregar en 2006 y 2007 según los NAP.

Tabla 10. Detalle de las transacciones realizadas para adquirir derechos (no incluidas las asignaciones de derechos)

Fecha	Hora	ID transacción	Titular - adquisición	Titular - transferencia	Cantidad
04/10/2005	15:11:29	GB941	Inst. 1.1	EDF Trading Limited	10000

Fuente: EUTL

Tabla 11. Detalle de las transacciones realizadas para entregar derechos (sin incluir la entrega a RENADE), las transiciones disponibles del 2º periodo destacan en gris)

Fecha	Hora	ID transacción	Titular - adquisición	Titular - transferencia	Cantidad
04/10/2005	12:08:44	ES209	EDF Trading Limited	Inst. 1.1	10000
04/10/2005	12:09:44	ES210	EDF Trading Limited	Inst. 1.1	10000
10/02/2006	12:03:15	ES770	EDF Trading Limited	Inst. 1.1	7000
22/05/2008	12:33:34	ES1009267	C.M. Capital Markets Holding, S.A.	Inst. 1.1	8000
29/05/2008	12:47:42	ES1009402	C.M. Capital Markets Holding, S.A.	Inst. 1.1	8000
20/06/2008	13:05:02	ES1009886	C.M. Capital Markets Holding, S.A.	Inst. 1.1	4000
11/09/2008	12:16:24	ES1010861	C.M. Capital Markets Holding, S.A.	Inst. 1.1	4419

Fuente: EUTL

La diferencia de ingresos entre vender todos las EUAs sobrantes de 2005 y 2007, tal y como suponemos en nuestras simulaciones, en el mejor de los casos, y sus ventas reales es aproximadamente 118.000 € inferior en el caso real. Como en el 2007 los derechos asignados fueron inferiores a sus emisiones verificadas (-36.173), los derechos reservados tras la venta son 13.505. A esta cifra hay que añadirle la asignación para 2007, con lo que esta empresa se queda con excedentes de derechos sin vender

Observando las cifras puede suponerse que la decisión a tomar con los excedentes de 2005 fue la venta (se vendieron 17.000 EUAs de los 17.483 de excedentes). No obstante en 2006 parece que se optó por reservar los excedentes, quizá por los bajos precios en esas fechas. En cuanto al 2007, tal y como se comentó en el párrafo anterior, la instalación es excedentaria en cuanto a derechos, a pesar de lo cual no los vende.

Tabla 12. Simulación de ingresos por la venta de derechos sobrantes en la mejor y peor situación de cotización. Estimación de ganancias por las ventas de derechos

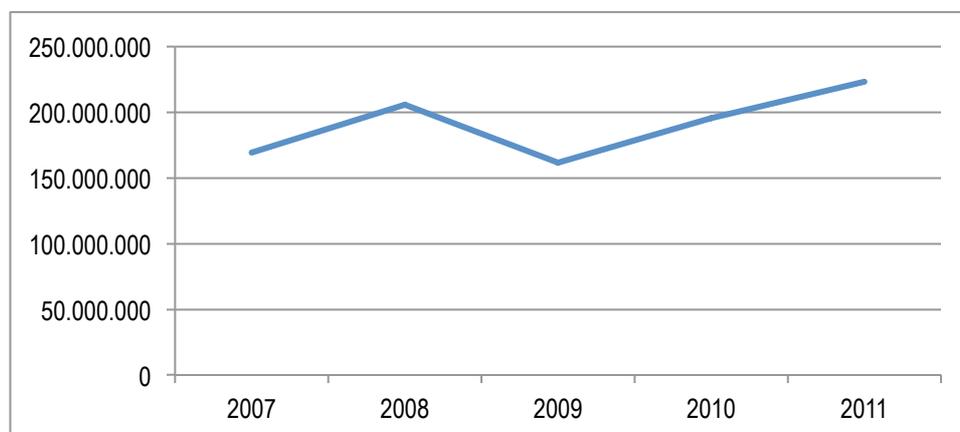
	2005	2006	2007	TOTAL
Simulación				
Exceso de derechos	17.483	13.022	-36.173	-5.668
precio mín. año X (desde 1/ abril, €)	0,01	0,01	Máx 0,09	
precio máx. año X (desde 1/ abril, €)	29,75	1,02	Mín 0,01	
Ganancia mín. (€)	174,83	130,22	-3.255,57	-2.951
Ganancia máx. (€)	520.119,25	13.282,44	-361,73	533.040
Venta real				
Venta de derechos	10.000	7.000	0	17.000
Precio	23,23	26,15		
Ganancias (€)	232.300,00	183.050,00	0,00	415.350,00
Reserva de derechos	483	13.022	0	13.505

Fuente: Elaboración propia. Nota: el dato de las cotizaciones de los EUAs se obtiene del precio de cierre diario

4.1.4 Empresa nº2

La empresa (el Titular de Cuenta) 2 se dedica a la gestión de unidades de cogeneración. Cuenta con cuatro instalaciones en el EU-ETS a su nombre. En la siguiente figura se puede observar una evolución de sus ventas en los últimos años. En este ejemplo se estudian las denominadas cuentas número 2.1, 2.2 y 2.3, así como la relación entre ellas.

Figura 11. Evolución de las ventas en los últimos años (€)



Fuente: einforma.com

4.1.4.1 Instalación nº 2.1

Tamaño: grande (50 <emisiones <500 kt CO₂-eq.).

Sector ETS: "sector de instalaciones de combustión de más de 20MW térmicos". (Planta de cogeneración con un volumen de producción eléctrica de 319,3 GWh)

En la Tabla 13 se resumen los derechos y emisiones. Se puede observar que durante el primer periodo (2005-2007) del EU-ETS ha recibido sobreasignación de derechos, de aproximadamente el 1% en 2005 y más del 4% en 2006-2007.

Tabla 13. Resumen de asignación, emisiones verificadas, unidades entregadas y cumplimiento.

Periodo ETS	Año	Asignación(NAP)	Emisiones verificadas	Unidades entregadas	Total de unidades entregadas	Total de emisiones verificadas	Código de cumplimiento	Sobreasignación
2005-2007	2005	211153	208840	208840	208840	208840	A	1,1%
2005-2007	2006	211153	201914	201914	410754	410754	A	4,6%
2005-2007	2007	211153	202890	202890	613644	613644	A	4,1%

Fuente: EUTL

En cuanto a las transacciones, esta instalación recibe la asignación de derechos correctamente y entrega en plazo los derechos equivalentes a sus emisiones verificadas. Al poseer sobreasignación durante todo el periodo, no necesitó adquirir más derechos. Además cabe resaltar que, por las fechas en las que se hacen públicas las emisiones verificadas, se realizan dos transacciones desde esta instalación a otras instalaciones de la misma empresa (concretamente a la nº 2.2 y a la nº 2.3). Estas transferencias de derechos coinciden en cantidad con los excesos de derechos en 2005.

Tabla 14. Detalle de las transacciones realizadas para entregar derechos (sin incluir la entrega a RENADE).

Fecha	Hora	ID transacción	Titular - adquisición	Nº id - transfiere	Titular - transferencia	Cantidad
31/03/2006	11:25:36	ES1851	Inst. 2.2	53	Inst. 2.1	1975
31/03/2006	11:27:57	ES1852	Inst. 2.1.	53	Inst. 2.1	338
24/04/2008	8:50:27	ES1008505	Inst. 2.2	53	Inst. 2.1	1051
24/04/2008	8:54:20	ES1008507	Inst. 2.3	53	Inst. 2.1	42
24/04/2008	8:57:57	ES1008508	Inst. 2.4	53	Inst. 2.1	1122

Fuente: EUTL

Para comprobar porqué se producen estas transferencias, vamos a estudiar las otras instalaciones pertenecientes a la misma cuenta titular con las que se hicieron intercambios.

4.1.4.2 Instalación nº 2.2

Tamaño: grande (50 <emisiones <500 kt CO₂-eq.).
Sector ETS: "sector de instalaciones de combustión de más de 20MW térmicos". Planta de cogeneración que pertenece a una empresa que fabrica metilaminas y derivados y productos petroquímicos básicos (cumeno, fenol, acetona y alfa metil estireno).

Esta instalación no presenta, al contrario que la anterior, sobreasignación de derechos en 2005 y 2007. La estrategia de la empresa para cumplir con las obligaciones por las emisiones de CO₂ realizadas durante 2005 fue transferir EUAs de instalaciones con sobreasignación, como la nº 2.1 o la nº 2.3.

Esta estrategia sólo se siguió en 2005, pues en 2006 hubo sobreasignación. Para cumplir con las obligaciones de 2007 en el EU-ETS esta instalación necesita más de 6.000 derechos.

Tabla 15. Resumen de asignación, emisiones verificadas, unidades entregadas y cumplimiento.

Periodo ETS	Año	Asignación(NAP)	Emisiones verificadas	Unidades entregadas	Total de unidades entregadas	Total de emisiones verificadas	Código de cumplimiento	Sobreasignación
2005-2007	2005	124055	128005	128005	128005	128005	A	-3,1%
2005-2007	2006	124055	121703	121703	249708	249708	A	1,9%
2005-2007	2007	124055	132566	132566	382274	382274	A	-6,4%

Fuente: EUTL

Las transacciones registradas por el EUTL para esta instalación se muestran en la Tabla 16, en la que se describen las transacciones realizadas para adquirir derechos. Las únicas transacciones de entrega fueron las necesarias para cumplir con RENADE.

Tabla 16. Detalle de las transacciones realizadas para adquirir derechos (no incluidas las asignaciones de derechos).

Fecha	Hora	ID transacción	Nº de id - adquiere	Titular - adquisición	Nº id - transfiere	Titular - transferencia	Cantidad
31/03/2006	11:23:34	ES1850	52	Inst. 2.2	84	Inst. 2.4	1975
31/03/2006	11:25:36	ES1851	52	Inst. 2.2	53	Inst. 2.1	1975
24/04/2008	8:50:27	ES1008505	52	Inst. 2.2	53	Inst. 2.1	1051
24/04/2008	9:07:33	ES1008509	52	Inst. 2.2	248	Cogeneración de Tenerife, S.A. (nº 248)	5108

Fuente: EUTL

4.1.4.3 Instalación de cogeneración nº 2.3

Tamaño: grande (50 <emisiones <500 kt CO₂-eq.).

Sector ETS: "sector de instalaciones de combustión de más de 20 MW térmicos". Planta de cogeneración de una refinería que abastece de electricidad y vapor a distintos procesos.

Esta instalación presenta sobreasignación sólo en 2007 durante el primer periodo. Al igual que en la anterior instalación (Tabla 17), la estrategia a seguir fue utilizar los derechos sobrantes de otras instalaciones del grupo para satisfacer las necesidades de esta instalación en 2005, pero además se recurrió a la compra de derechos a otra empresa (externa).

Tabla 17. Resumen de asignación, emisiones verificadas, unidades entregadas y cumplimiento.

Periodo ETS	Año	Asignación(NAP)	Emisiones verificadas	Unidades entregadas	Total de unidades entregadas	Total de emisiones verificadas	Código de cumplimiento	Sobreasignación
2005-2007	2005	366100	383286	383286	383286	383286	A	-4,5%
2005-2007	2006	366100	374951	374951	758237	758237	A	-2,4%
2005-2007	2007	366100	357497	357497	1115734	1115734	A	2,4%

Fuente: EUTL

En la Tabla 18 se muestra pormenorizadamente las transacciones. Se puede observar como la instalación nº 2.1 transfiere 338 EUAs a beneficio de esta instalación. Además, el mismo día (31/03/2006) se intuye que realiza una compra mediante dos órdenes (una de 13.605 y otra de 3.243 EUAs). La cotización cerró en 26,64€ ese día, por lo que si consideramos este precio, el desembolso necesario sería de en torno a 500.000 €. La suma de la asignación para 2005, la transferencia desde la instalación nº 2.1 y la compra equivalen a la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas verificadas en 2005, cantidad necesaria para realizar el acto de cancelación ese año.

Para cumplir con el EU-ETS en 2006, esta instalación ha recurrido a la asignación de 2007, como la mayoría de las instalaciones analizadas.

Tabla 18. Detalle de las transacciones realizadas para adquirir derechos (no incluidas las asignaciones de derechos).

Fecha	Hora	ID transacción	Titular - adquisición	Titular - transferencia	Cantidad
31/03/2006	11:27:57	10-0	Inst. 2.3	Inst. 2.1	338
31/03/2006	11:48:04	10-0	Inst. 2.3	Isnt. Externa	13605
31/03/2006	11:53:04	10-0	Inst. 2.3	Isnt. Externa	3243
24/04/2008	8:54:20	10-0	Inst. 2.3	Inst. 2.1	42
24/04/2008	9:10:34	10-0	Inst. 2.3	Isnt. Externa	206

Fuente: EUTL

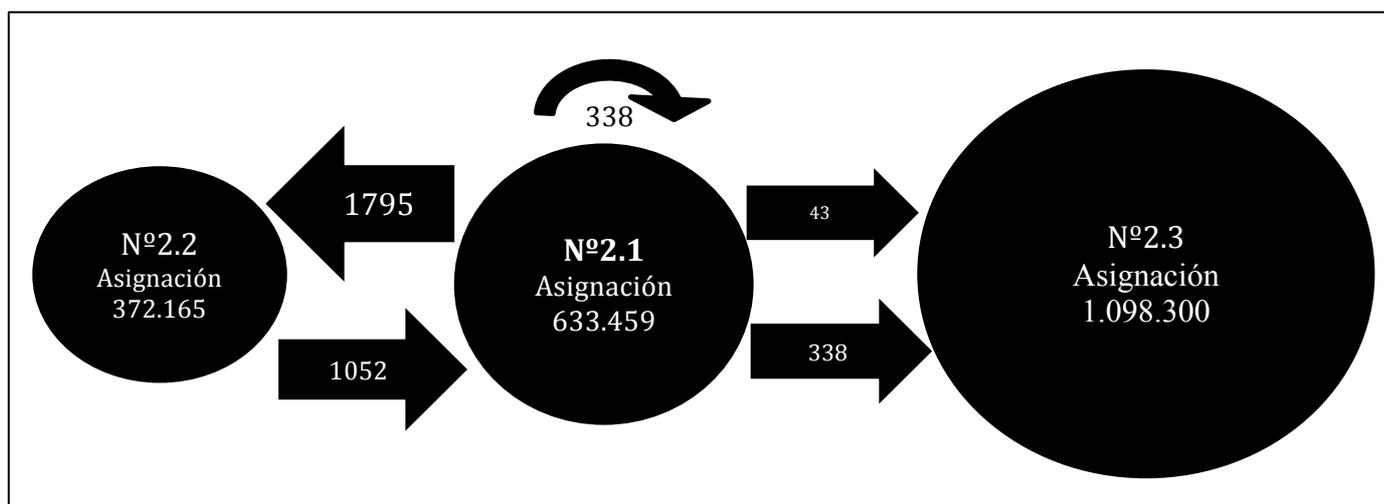
Para conocer la variación de actividad en la planta de cogeneración podemos tener en cuenta los datos de producción de la refinería en la que se ubica (ver Tabla 19). En este caso la producción es prácticamente constante entre los años 2005-2007.

Tabla 19. Datos de producción de la refinería.

	Refinería		
	2005	2006	2007
Productos petrolíferos (datos en kt)	12.068,30	11.857,3	11.724,7

Para comprender los flujos que se realizaron entre las instalaciones de la empresa nº2, se muestra a continuación un diagrama ilustrativo (Figura 12).

Figura 12. Diagrama explicativo de los flujos de Derechos entre instalaciones de la Empresa nº2.



4.1.5 Instalación nº3

Tamaño: grande (50 <emisiones <500 kt CO₂-eq.).

Sector ETS: "instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 20 MW". Esta instalación se dedica a la producción de bioetanol.

La elección de esta instalación como ejemplo se debe a que no recibe sobreasignación de derechos durante ningún año del primer periodo, tal y como se puede observar en la Tabla 20.

Tabla 20. Resumen de asignación, emisiones verificadas, unidades entregadas y cumplimiento.

Periodo ETS	Año	Asignación (NAP)	Emisiones verificadas	Unidades entregadas	Total de unidades entregadas	Total de emisiones verificadas	Código de cumplimiento	Sobreasignación
2005-2007	2005	151137	158927	158927	158927	158927	A	-4,9%
2005-2007	2006	157786	161998	161998	320925	320925	A	-2,6%
2005-2007	2007	157786	159587	159587	480512	480512	A	-1,1%

Fuente: EUTL

Los registros del EUTL en cuanto a transacciones (Tabla 21 y Tabla 22) muestran que se realizaron adquisiciones de derechos para cumplir con la entrega de derechos de 2005. En total se adquirieron 8.000 EUAs el 28/02/06 (cierre de la cotización a 25,85 €).

Para realizar el acto de cancelación de 2006 se utilizan las asignaciones de 2006 y 2007. Uno de los últimos movimientos que realiza es la adquisición de 6.649 EUAs a la cuenta nº 2 de España.

Tabla 21. Detalle de las transacciones realizadas para adquirir derechos.

Fecha	Hora	ID transacción	Titular - adquisición	Titular - transferencia	Cantidad
29/03/2006	16:35:45	DK2227	Inst. 3	Juan Carlos Alonso Encinas	8000
27/11/2007	11:46:39	ES0000001001467	Inst. 3	- España (nº 2)	6649

Fuente: EUTL

Los costes de las operaciones de compra realizadas ascienden a más de 207.000€ (ver Tabla 22). Si en lugar de adelantarse a comprar para proveerse, hubieran esperado al último mes, los gastos se verían reducidos a tan solo 270€ como máximo, tal y como se puede observar en la simulación de la Tabla 23. Otra opción hubiera sido tratar de reducir emisiones internamente, aunque en este caso no contamos con datos sobre el coste de la posible reducción de emisiones.

Tabla 22. Estimación del coste real por las compras de derechos

Venta real	2006	2007	2008	TOTAL
Venta (compra en -) de derechos	-8.000	-6.649	0	-14.649
Precio (de cotización al cierre)	25,85	0,05	0,00	
Coste total (€)	-206.800,00	-332,45	0,00	-207.132
Reserva de derechos	0	0	0	846

Fuente: Elaboración propia. Nota: el dato de las cotizaciones de los EUAs se obtiene del precio de cierre diario.

Tabla 23. Simulación de los costes por la compra de derechos necesarios en la mejor y peor situación de cotización

	2005	2006	2007	TOTAL
Simulación				
Exceso (defecto en -) de derechos	0	0	-13.803	-13.803
precio mín. año X (hasta 30 / abril, €)			0,01	
precio máx. año X (hasta 30 / abril, €)			0,02	
Coste mín. (€)	0,00	0,00	-138,03	-138
Coste máx. (€)	0,00	0,00	-276,06	-276

Fuente: Elaboración propia. Nota: el dato de las cotizaciones de los EUAs se obtiene del precio de cierre diario.

4.1.6 Instalación nº4

Tamaño: grande (50 <emisiones <500 kt CO₂-eq.).

Sector ETS: "instalaciones para la producción de arrabio o de acero (fusión primaria o secundaria), incluidas las de colada continua". Acería.

Esta acería, al igual que la instalación anterior, ha sido deficitaria en derechos durante todos los años del primer periodo, entre un 13% y un 17% (ver Tabla 24).

Tabla 24. Resumen de asignación, emisiones verificadas, unidades entregadas y cumplimiento

Periodo ETS	Año	Asignación (NAP)	Emisiones verificadas	Unidades entregadas	Total de unidades entregadas	Total de emisiones verificadas	Código de cumplimiento	Sobreasignación
2005-2007	2005	22455	25968	25968	25968	25968	A	-13,5%
2005-2007	2006	22455	26397	26397	52365	52365	A	-14,9%
2005-2007	2007	22455	27144	27144	79509	79509	A	-17,3%

Fuente: EUTL

Debido a la situación de déficit de derechos, esta instalación optó por utilizar los derechos asignados en 2006 para cumplir con las obligaciones de 2005. Posteriormente adquirió derechos a una cuenta holandesa. En total compró 12.000 EUAs, 5.000 en mayo de 2006 (cotización a 12 €) y 7.000 en enero de 2007 (cotización a 3,9€), tal y como se observa en la Tabla 25. Para cumplir con las emisiones verificadas en 2007, necesitó comprar 144 derechos más (a 0,02€).

Tabla 25. Detalle de las transacciones realizadas para adquirir derechos (no incluidas las asignaciones de derechos).

Fecha	Hora	ID transacción	Titular - adquisición	Titular - transferencia	Cantidad
03/05/2006	17:31:26	NL1749	Inst. 4	Statkraft Markets GmbH	5000
18/01/2007	10:10:11	NL2807	Inst. 4	Statkraft Markets GmbH	7000
05/03/2008	13:02:30	ES1002712	Inst. 4	Factor CO ₂ Integral Trading Services, S.A	144

Fuente: EUTL

El coste “real” estimado por la compra de derechos supera los 87.000€ (Tabla 26) Sin embargo, si esta instalación esperara a comprar los derechos en el último mes posible (abril de 2008), periodo entre el cual se verifican las emisiones y se entregan los derechos, sus gastos oscilarían entre 120 y 240 € (Tabla 27).

Tabla 26. Estimación del coste real por las compras de derechos

Venta/Compra real	2006	2007	2008	TOTAL
Venta (compra en -) de derechos	-5.000	-7.000	-144	-12.144
Precio (de cotización al cierre)	12,00	3,90	0,02	
Coste total	-60.000,00	-27.300,00	-2,88	-87.303
Reserva de derechos	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia. Nota: el dato de las cotizaciones de los EUAs se obtiene del precio de cierre diario.

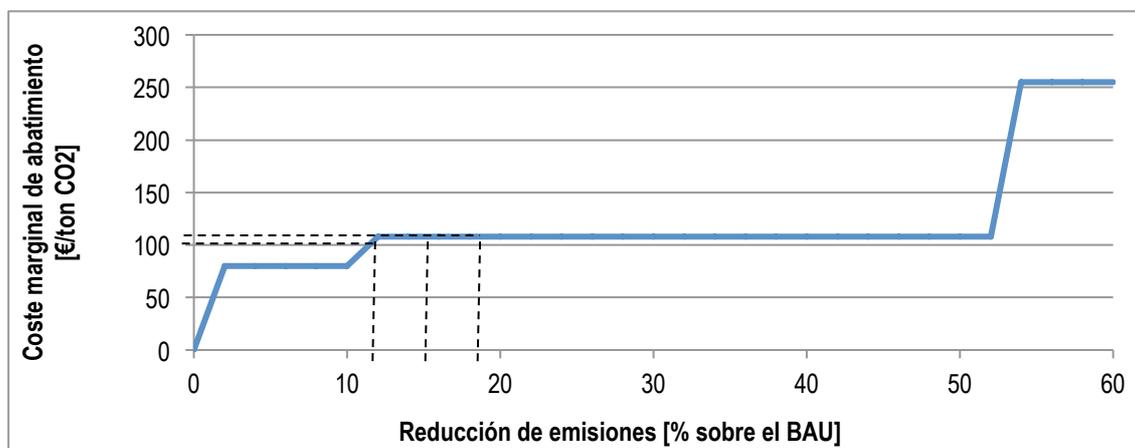
Tabla 27. Simulación de los costes por la compra de derechos necesarios en la mejor y peor situación de cotización

Simulación	2005	2006	2007	TOTAL
Exceso (defecto en -) de derechos	0	0	-12.144	-12.144
precio mín. (desde 1 a 30 abril, €)			0,01	
precio máx. (desde 1 a 30 abril, €)			0,02	
Coste mín. (€)	0,00	0,00	-121,44	-121
Coste máx. (€)	0,00	0,00	-242,88	-243

Fuente: Elaboración propia. Nota: el dato de las cotizaciones de los EUAs se obtiene del precio de cierre diario.

En este caso y tal como muestra la Figura 13, el coste marginal de reducción de emisiones es muy elevado en comparación con los precios de los derechos. Por lo que la estrategia seguida de *banking* intraperiodo y compra de derechos parece la más eficiente económicamente.

Figura 13. Curva MAC del sector del acero en España



Fuente: (Santamaría y Linares, 2011)

4.2 Resultados cualitativos del estudio empírico

En los anteriores ejemplos de distintas instalaciones y empresas (agrupaciones de instalaciones) se pueden observar diferentes tipos de comportamiento. La instalación 1 (apartado 4.1.1) es el ejemplo empírico de que las instalaciones pequeñas son reacias a entrar en el mercado, lo que se corresponde con los estudios sobre el comportamiento de las instalaciones dependiendo de su tamaño, etc.). A pesar de obtener en torno al 40% de sobreasignación durante el primer periodo, la instalación no entra en el mercado, "tirando" el exceso de EUAs asignado, los cuales, en el mejor de los casos estaban valorados aproximadamente en 82.000€. Una posible explicación es el muy bajo precio del derecho en la fase final del período.

El segundo ejemplo (apartado 4.1.2), también parece confirmar que las empresas de mayor tamaño tienen un mayor conocimiento del EU-ETS. En este caso, en 2005, año con mayores emisiones que asignaciones de derechos, hicieron *banking*, de esta manera no tuvieron que comprar derechos. Y aunque en el resto del periodo le sobraron 7.700 EUAs, el escaso valor de esos derechos al final del periodo (≈3.300€ en el mejor de los casos), parece no compensar su venta, si se tienen en cuenta los posibles costes de transacción.

En los casos de estudio ex-post de empresas con varias instalaciones dentro del EU-ETS, los dos ejemplos escogidos (apartados 4.1.3 y 4.1.4) actúan de forma razonable. En la empresa nº 1, la instalación estudiada, al tener sobreasignación en 2005 y 2006 procede a la venta de la mayoría del excedente de EUAs, obteniendo unos beneficios estimados en 415.000€. En el caso de la empresa nº 2, se trató de comprender cómo interaccionan las instalaciones de una misma empresa. Se puede observar, en las transacciones reflejadas en el EUTL, cómo se transfieren derechos desde las instalaciones que tienen sobreasignación a cuentas deficitarias, minimizando así la entrada en el mercado. Sin embargo, a pesar de que la instalación 2.2 podía hacer *banking*, compró sobre 500.000€ de derechos.

Los últimos dos ejemplos muestran cómo se comportan instalaciones que no han recibido sobreasignación de derechos en todos los años del periodo. El primer ejemplo con estas características, la instalación nº3 (apartado 4.1.5), se trata de una instalación grande en cuanto a emisiones. Sin embargo, aunque tiene posibilidad de hacer *banking* intraperiodo, lo que le podría ahorrar 207.000€, que es lo que se estima que costó la compra realizada para cumplir con las emisiones del 2005. Esto se puede achacar a que sus perspectivas indicaban que el precio ascendería en 2006.

La instalación nº4 es de gran tamaño y tampoco tuvo sobreasignación (apartado 4.1.6). Pero al contrario que el ejemplo anterior, para cumplir con las emisiones de CO₂ verificadas de 2005 optó por utilizar derechos de 2006. Esto provocó que, aunque para los siguientes años compraran derechos, el coste fue menor (87.000€). Sin embargo, si hubiera hecho *banking* durante todos los años del periodo 2005-2007, en el mejor de los casos el coste de la compra de derechos sería de unos pocos cientos de €.

5. Conclusiones

Este trabajo ha presentado los primeros resultados de una línea de investigación que tiene como propósito analizar la racionalidad de los comportamientos de los agentes en el mercado europeo de derechos de emisión de CO₂. El hecho de que los agentes se comporten de forma racional o no tiene muchas implicaciones para el desarrollo del mercado: puede derivar en falta de liquidez o en precios que

se desvían del coste marginal de la reducción de emisiones; en un mayor coste de las reducciones (al recurrir los agentes a reducciones internas en lugar de al comercio de los derechos); en una falta de equivalencia entre los resultados del mercado cuando los derechos se asignan gratuitamente o cuando se subastan; y finalmente, también en una mayor o menor efectividad de las políticas que se establecen para evitar la fuga de emisiones.

La posible falta de racionalidad aparente de los agentes puede derivarse de distintos efectos: el efecto *endowment*, la existencia de costes de transacción significativos, y también otras motivaciones difíciles de recoger en los modelos (como la incertidumbre ante precios y producciones futuras). En general, se ha observado ya en algunos mercados que estos efectos tienden a desaparecer cuanto más expertos son los agentes (e.g. (List 2003)). Sin embargo, el mercado europeo de derechos de emisión es relativamente joven y puede estar experimentando aún anomalías dignas de tenerse en cuenta.

Nuestro análisis preliminar, de hecho, muestra algunas anomalías, como agentes que no venden derechos a pesar de no necesitarlos, u otros que compran en lugar de reducir internamente. Se observa además que, tal como predice la teoría, los agentes de menor tamaño tienen comportamientos más anómalos que aquellos con mayor capacidad de negociación y análisis. Dentro de los sectores cubiertos por el sistema europeo hay algunos donde los agentes son relativamente pequeños (como el sector cerámico, por ejemplo). Si se confirman estas anomalías podría concluirse en la necesidad de reformar los mecanismos utilizados para incentivarles a reducir emisiones.

En próximas etapas del proyecto de investigación pretendemos explicar de forma más sólida y rigurosa estas posibles anomalías, en función de costes de transacción, efecto *endowment*, u otros.

6. Referencias

- Bischoff, I. & Meckl, J., 2008. Endowment effect theory, public goods and welfare. *The Journal of Socio-Economics*, 37(5), pp.1768–1774.
- Buchner, B.K., Carraro, C. & Ellerman, A.D., 2006. The Allocation of European Union Allowances: Lessons, Unifying Themes and General Principles, en: <http://ideas.repec.org/p/fem/femwpa/2006.116.html>
- Coase, R.H., 1960. Problem of Social Cost, *The. JL & econ.*, 3, p.1.
- Comisión Europea, E., 2008. Accompanying document to the proposal for a directive of the European Parliament and the Council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the EU greenhouse gas emission allowance trading system: Impact Assessment. en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52008SC0053:ES:HTML>
- Economics for Energy, 2011. Potencial económico de reducción de la demanda de energía en España, Vigo. en: http://www.eforenergy.org/docpublicaciones/informes/Informe_2011.pdf
- Ellerman, A.D. & Joskow, P.L., 2008. The European Union's emissions trading system in perspective, Pew Center on Global Climate Change Arlington, VA. en: http://www.pewagbiotech.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Global_warming/EU-ETS-In-Perspective-Report.pdf
- Ellerman, A.D., Joskow, P.L. & Harrison Jr, D., 2003. Emissions trading in the US. Experience, Lessons and Considerations for Greenhouse Gases, Arlington. en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.180.2487&rep=rep1&type=pdf>
- Ellerman, A.D. & Reguant, M., 2008. Grandfathering and the Endowment Effect An Assessment in the context of the Spanish National Allocation Plan, en: <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/45662>
- Fowle, M., 2010. Emissions Trading, Electricity Restructuring, and Investment in Pollution Abatement. *American Economic Review*, 100(3), pp.837–869.
- Fowle, M. & Perloff, J.M., 2008. Distributing pollution rights in cap-and-trade programs : are outcomes independent of allocation?, en: <http://ideas.repec.org/p/are/cudare/0968r.html>
- Gangadharan, L., 2000. Transaction Costs in Pollution Markets: An Empirical Study. *Land Economics*, 76(4), p.601.
- Heindl, P., 2012. Transaction Costs and Tradable Permits: Empirical Evidence from the EU Emissions Trading Scheme, Rochester, NY. en: <http://papers.ssrn.com/abstract=2018804>
- Jaraite, J. & Kazukauskas, A., 2012. Firm Trading Behaviour and Transaction Costs in the European Union's Emission Trading System: An Empirical Assessment, Rochester, NY. en: <http://papers.ssrn.com/abstract=2013891>
- Joskow, P.L., Schmalensee, R. & Bailey, E.M., 1998. The Market for Sulfur Dioxide Emissions. *American Economic Review*, 88(4), pp.669–85.
- Kerr, S. & Maré, D., 1998. Transaction Costs and Tradable Permit Markets: The United States Lead Phasedown. Available at SSRN 1082596. en: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1082596

List, J.A., 2003. Does market experience eliminate market anomalies? *The Quarterly Journal of Economics*, 118(1), pp.41–71.

Martin, R. et al., 2012. CEP Discussion Paper No 1150 June 2012 Industry Compensation Under Relocation Risk: A Firm-Level Analysis of the EU Emissions Trading Scheme. en: <http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp1150.pdf>

Santamaría, A. & Linares, P., 2011. Costes de reducción de CO₂ en la industria española. *Economistas*, 29(127), p.81.

Sartor, O., 2013. Carbon Leakage in the Primary Aluminium Sector: What Evidence after 6.5 Years of the EU ETS?, Rochester, NY. en: <http://papers.ssrn.com/abstract=2205516>

Sato, M. et al., 2007. Differentiation and Dynamics of Competitiveness Impacts from the EU ETS, en: <http://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/194693>

Sijm, J., Neuhoff, K. & Chen, Y., 2006. CO₂ cost pass-through and windfall profits in the power sector. *Climate Policy*, 6(1), pp.49–72.

Trotignon, R. & Delbosc, A., 2008. Allowance trading patterns during the EU ETS trial period: What does the CITL reveal. *Climate report*, 13. en: http://environmentalfinance.groupsite.com/uploads/files/x/000/00a/854/Allowance_trading.pdf