

TRIBUNA DE ECONOMÍA

Todos los artículos publicados en esta sección son sometidos
a un proceso de evaluación externa anónima

M^a Ángeles Fernández López*
Yolanda Fernández Fernández**
Blanca Olmedillas Blanco**
David González Hernández ***

APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA 2003/87/CE EN CASTILLA Y LEÓN. UN ANÁLISIS POR PROVINCIAS

Este trabajo ofrece un análisis por provincias de la situación y tendencia de los Planes Nacionales de Asignación de Derechos de Emisión (PNA) y de las emisiones de CO₂ entre 2005 y 2011 en Castilla y León. Se estima la externalidad generada por las emisiones contaminantes utilizando el precio que alcanzó el derecho de emisión en el mercado de emisiones. El trabajo profundiza en el desafío que, para la actividad económica, supone el comercio de emisiones identificando posibles cambios de conducta ante las obligaciones medioambientales. En este sentido, se presta especial interés por evidenciar un posible cambio de modelo productivo, para lo que, partiendo de las emisiones verificadas, se analiza la intensidad emisora, la intensidad energética y el índice de carbonización.

Palabras clave: externalidad, medio ambiente, derechos de emisión, Planes Nacionales de Asignación.
Clasificación JEL: Q51, Q58.

* Departamento de ADE y Economía. Facultad de Ciencias Jurídicas y Económicas. Universidad Camilo José Cela. En el momento de la realización de este trabajo era profesora en la Universidad Católica de Ávila.

** Departamento de Análisis Económico, Teoría Económica e Historia Económica. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Autónoma de Madrid.

*** Departamento de Economía y Empresa. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad Católica de Ávila.

Los autores agradecen la financiación recibida de la Junta de Castilla y León a través del proyecto UCA191A11-1. Igualmente, agradecen los comentarios recibidos de un evaluador externo.

Versión de enero de 2015.

1. Introducción: externalidades medioambientales, Directiva 2003/87/CE en Castilla y León

Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) son una externalidad medioambiental negativa generada por la producción y/o el consumo de determinados bienes y servicios. El concepto de externalidad, atribuido al economista inglés Alfred Marshall, hace referencia a los efectos que las actividades de consumo o producción tienen sobre terceros y que no tienen reflejo

en el precio de mercado. Dados los efectos negativos de dicha externalidad, en 1992 se inició la lucha contra las emisiones contaminantes, al adoptarse la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. En 1997 se firmó el Protocolo de Kioto en el que las partes se comprometen a reducir las emisiones totales de los países desarrollados en, al menos, un 5 por 100 con respecto al nivel de 1990 durante el período 2008-2012. La Unión Europea (UE15) como firmante del Protocolo de Kioto¹ ha establecido un límite en conjunto del 8 por 100 respecto a las emisiones de 1990².

En relación al reparto de cargas que la UE establece para cumplir el objetivo conjunto, a España se le permite un incremento de las emisiones del 15 por 100 sobre las de 1990. A pesar de la caída en la actividad económica y de los esfuerzos realizados para reducir las emisiones, España aún está por encima del umbral objetivo establecido para ella³. Sin embargo, la contribución de Castilla y León ha estado por debajo de la media española en todo el período, logrando una reducción final de sus emisiones —iniciada en 2005— muy por debajo de su umbral objetivo. No obstante, se ha producido un repunte a partir del año 2010 por la utilización de centrales eléctricas de carbón (Gráfico 1).

Además de limitar las emisiones, el Protocolo apuesta, entre otras medidas, por la creación de un mercado de derechos de emisión. A nivel europeo este comercio de derechos fue aprobado por la Directiva 2003/87/CE, generando así un mercado de «males»⁴ en el que se fija el

precio de un derecho de emisión⁵. La Directiva establece la obligación de elaborar Planes Nacionales de Asignación (PNA), documentos que establecen la cantidad total de emisiones de CO₂ que tiene derecho a emitir un país y su reparto entre los sectores sujetos a dicha normativa⁶. En última instancia, se espera que la limitación de derechos de emisión incentive el uso de tecnologías menos contaminantes y ayude a mitigar el cambio climático⁷.

El objetivo de este trabajo es valorar la influencia de la citada Directiva (y de los PNA) sobre el comportamiento de las industrias afectadas en relación a la internalización de la externalidad medioambiental. Se estudia si las instalaciones castellanoleonesas han apostado por generar derechos adicionales que modifiquen su factura final o por un cambio en el modelo tecnológico que reduzca emisiones y ahorre energía. El análisis se realiza a nivel provincial. En el primer caso se estudia la generación de derechos adicionales a través de mecanismos tipo créditos de reducción de emisiones (CER) y unidades de reducción de emisiones (ERU) por parte de las instalaciones. En el segundo se establece una sencilla relación entre variables económicas y medioambientales con la intención de estudiar la terna economía, eficiencia energética y emisiones de CO₂ a partir de 2005, año en que entra en vigor el comercio de emisiones.

En el apartado 2 plantearemos la metodología y el ámbito de análisis, y en el tercero se realizará una estimación del coste de la externalidad medioambiental a precios de mercado. Se analiza a continuación si dicho coste ha podido provocar modificaciones en los comportamientos en dos direcciones que pueden tomarse como sustitutivas o como complementarias: generando

¹ Sobre la firma del Protocolo de Kioto por parte de la Unión Europea, se puede encontrar información en la página web de la Unión (http://europa.eu/index_en.htm) y un resumen de la misma en http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/28060_es.htm.

² Decisión 2002/358/CE del Consejo de 25 de abril de 2002.

³ En general, los países de la UE no alcanzaban el objetivo de emisiones de CO₂ acordado, hasta que surge la crisis económica y caen las emisiones contaminantes. En algún otro caso, los países incluso se desvincularon del Protocolo en la cumbre de Doha (2012): Japón, Rusia, Canadá y Nueva Zelanda.

⁴ A diferencia del mercado convencional, donde se intercambian bienes, este esquema crea un mercado de cosas que no son útiles; es más, generan un perjuicio y reducen la utilidad de la sociedad, por lo que, en contraposición con los que generan utilidad, se les denomina «males» (COMMONER, 1992, 22).

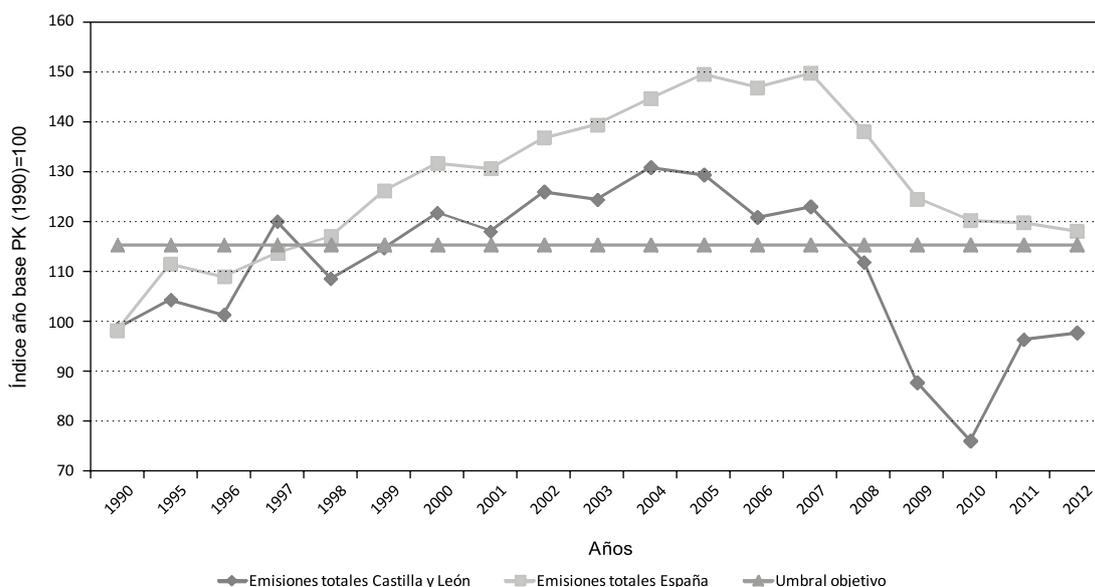
⁵ Se entiende por «derecho de emisión» el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono o de cualquier otro gas de efecto invernadero equivalente durante los períodos de vigencia de un PNA. Puede tener su origen en el Plan de Asignación de cualquier Estado miembro de la UE.

⁶ El sector involucrado en el comercio de emisiones es responsable, por término medio, del 40-50 por 100 de las emisiones totales de CO₂ de cada país (FERNÁNDEZ *et al.*, 2008). En concreto afecta directamente a las actividades de industria y energía.

⁷ Ver CONSEJO EUROPEO, 2012 y COMISIÓN EUROPEA, 2005. La Directiva también señala su intención de incentivar el uso de tecnologías más eficientes.

GRÁFICO 1

EMISIONES TOTALES GASES DE EFECTO INVERNADERO EN CASTILLA Y LEÓN Y ESPAÑA, Y EL OBJETIVO DEL PROTOCOLO DE KIOTO (En CO₂ equivalente)



FUENTE: Elaboración propia a partir de Junta de Castilla y León, 2015 y MAGRAMA, 2015.

derechos adicionales para reducir el coste externo y/o a través de cambios tecnológicos que se reflejen en menores emisiones y consumos energéticos. El trabajo finaliza con las conclusiones.

2. Metodología y ámbito de análisis

Metodología

Para conseguir una solución eficiente en presencia de externalidades hay que tener en cuenta los costes que suponen las emisiones de CO₂ para la sociedad. Los esfuerzos realizados para intentar medir este coste son amplios, especialmente en ámbitos como el ener-

gético⁸ y el del transporte⁹. En este trabajo se conjugan dos dificultades: por una parte, los costes del cambio climático tienen un alto nivel de complejidad debido al hecho de que se producen a largo plazo y a que los patrones de riesgo son muy difíciles de prever. Por otra, en este trabajo no se realiza un análisis sectorial, sino regional, abarcando en cada provincia las emisiones de

⁸ En la Unión Europea, el Proyecto Externalities of Energy (ExternE) y su sucesor, New Energy Externalities Development for Sustainability (NEEDS), proveen un marco de referencia para transformar los impactos ambientales directos e indirectos de la generación de energía eléctrica, medidos en unidades de notación científica, en índices o indicadores de entendimiento común, como es el valor monetario o los ecoindicadores.

⁹ El Proyecto Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT) presenta el estado de la técnica y las mejores estimaciones de los costes externos del transporte. Para un resumen del manual en castellano (NOY, 2009).

CO₂ de múltiples actividades emisoras. Por eso se ha optado por utilizar una metodología consistente en establecer el valor monetario de la externalidad medioambiental a precios de mercado¹⁰, para lo cual se utiliza el precio medio del derecho en el mercado de emisiones¹¹. Las ventajas se centran, fundamentalmente, en el uso del precio como indicador de escasez y como mecanismo descentralizador de la toma de decisiones. Esto permitirá estimar un valor monetario del esfuerzo que la sociedad debe hacer para evitar parte del daño. El uso de instrumentos de mercado para valorar políticas ambientales reduce los problemas de información asimétrica y facilita el cumplimiento de objetivos ambientales de una forma coste-eficiente, fomentando la adopción de tecnologías menos contaminantes.

En particular, se estudia el coste que supone a nivel provincial en Castilla y León la aplicación de la Directiva y si este coste ha modificado comportamientos, a través de dos actuaciones diferentes: *i*) generando la opción de emitir toneladas adicionales de CO₂, o *ii*) impulsando un cambio en el modelo tecnológico hacia procesos productivos menos contaminantes y menos consumidores de energía.

Para analizar el primer caso, se estudia la creación de CER (créditos de reducción de emisiones) y ERU (unidades de reducción de emisiones) a nivel provincial, y para analizar si se ha impulsado un cambio en el modelo tecnológico se utiliza la identidad de Kaya (1989)¹². De acuerdo con esta identidad, las emisiones per cápita se descomponen en el producto de tres factores básicos: índice de carbonización, intensidad energética y afluencia. Es cierto que uno de sus inconvenientes es que los

factores descritos no pueden ser independientes unos de otros; también es verdad que ha generado numerosa e interesante literatura, como la discusión sobre la importancia de la intensidad energética y del índice de carbonización en la explicación de la intensidad emisora de diferentes países, en Ang (1999), Mielnik y Goldemberg (1999) y Roca y Alcántara (2001, 2002).

Siguiendo esta línea de trabajo, la metodología empleada se basa en estimar los indicadores de emisiones de CO₂ y consumo de energía final, ambos respecto a la actividad económica, conocidos habitualmente como intensidad energética e intensidad emisora. Se complementa con la estimación del índice de carbonización, entendido como emisiones de CO₂ por unidad de energía final consumida. La relación entre los tres indicadores es:

$$\left(\frac{\text{Emisiones CO}_2}{\text{PIB}_{\text{real}}} \right) = \left(\frac{\text{Energía final}}{\text{PIB}_{\text{real}}} \right) \left(\frac{\text{Emisiones CO}_2}{\text{Energía final}} \right)$$

El estudio de estos indicadores permite comparar la situación de cada provincia en términos relativos y analizar cómo se distribuyen los niveles de contaminación y las necesidades energéticas por unidad producida, así como las emisiones por unidad de energía consumida. Si bien es cierto que se trata de relaciones poco complejas entre variables económicas y ambientales, permiten realizar un primer diagnóstico de la relación entre economía, energía y emisiones de CO₂.

Ámbito de análisis y datos utilizados

Este trabajo resulta novedoso por su ámbito de aplicación provincial. En la literatura económica existen comparaciones de España con países relevantes de su entorno¹³, pero se ha observado la necesidad de profundizar en un análisis territorial¹⁴ de las emisiones de CO₂ en España y las implicaciones de la Directiva a

¹⁰ Sobre el uso de valores de mercado y otras formas de valorar económicamente las externalidades, ver AZQUETA *et al.* (2007) y DELACÁMARA (2008).

¹¹ El precio del derecho se obtiene como una media anual del precio diario publicado en Bluenext: <http://www.bluenext.eu> (última consulta: octubre 2012). Se utilizan datos anuales porque las emisiones y asignaciones también son anuales.

¹² Se pueden encontrar variantes de la identidad de Kaya aplicadas a diversas zonas geográficas en la literatura especializada. Por ejemplo, en ALCÁNTARA y PADILLA (2005) se aplica a las emisiones mundiales, en ALCÁNTARA (2009a, 2009b) a las emisiones de España y en STECKEL *et al.* (2011) al caso de China.

¹³ FERNÁNDEZ *et al.* (2012a, 2012b).

¹⁴ Dos ejemplos de análisis territorial en el caso español son YABAR STERLING (2008) para los sectores difusos, y para los sectores sujetos a la Directiva, HERAS ABÁS (2012).

nivel provincial. Este trabajo se centra, con la intención de iniciar un análisis en esta dirección, en la Comunidad de Castilla y León y sus provincias.

En relación con las fuentes estadísticas y datos utilizados hay que tener en cuenta que:

— De las emisiones a nivel provincial solo se dispone de datos para los sectores involucrados en el régimen de comercio de derechos de emisión (EU ETS), cuyas emisiones están sujetas a control y verificación (en adelante, emisiones verificadas) y, en ningún caso de emisiones totales, que incluyen además las emisiones de los llamados «sectores difusos», no sometidos a comercio de derechos. Los datos se presentan en toneladas de CO₂ equivalentes y se han obtenido a través de un estudio pormenorizado de los Informes de Aplicación que realiza anualmente el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) para todas las instalaciones afectadas por la Ley 1/2005 a nivel nacional y de la información facilitada por la Comisión Europea en el European Union Transaction Log, donde se registran todas las transacciones de permisos de emisión¹⁵. Los datos comienzan en 2005, cuando se inicia el comercio de emisiones europeo.

— Los datos sobre el consumo de energía final están expresados en toneladas equivalentes de petróleo (TEP) que contabilizan los consumos totales de electricidad, gas natural, gasóleos, gasolinas y fuelóleos, y gases licuados de petróleo (butano y propano), para todos los sectores (doméstico, industrial, servicios, transporte y otros usos). Los datos, de 2005 a 2011, proceden del Ente Regional de la Energía (EREN) y la Junta de Castilla y León.

— El PIB real (base 2000) a nivel provincial ha sido estimado a partir de los datos del PIB nominal de todas las provincias españolas y las tasas de variación interanuales de los índices de volumen encadenados de Castilla y León, ambos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). En consecuencia, el último año del que se dispone de datos reales es 2008.

La conjunción de estas tres cuestiones ha limitado el análisis de las variables intensidad energética y emisora al período 2005-2008, aunque para el resto de variables (emisiones, asignaciones, coste de la externalidad e índice de carbonización) se amplía hasta 2011.

3. Emisiones verificadas de CO₂ ¿costes o ingresos para Castilla y León?

En este apartado se analizan los efectos de la Directiva en la comunidad castellanoleonesa, con la intención de observar el tipo de incentivo que ha generado para modificar comportamientos contaminadores.

Emisiones e instalaciones sujetas a la Directiva 2003/87/CE

La entrada en vigor de la Directiva afectó a 56 instalaciones castellanoleonesas, que se elevaron a 78 tras la aprobación de la Ampliación en el ámbito de la Ley 1/2005¹⁶. A partir de 2007 el número oscila entre 76 y 80. De las nueve provincias, Burgos, León y Valladolid suponen una media del 55 por 100 de las instalaciones afectadas por el régimen del comercio de derechos de emisión. Por el contrario las provincias con menor número de instalaciones participantes son Salamanca y Ávila.

La distribución sectorial de las instalaciones afectadas por la Directiva y los sectores sujetos a la misma son: generación, combustión (1b-1c) e industria. Es conveniente puntualizar, respecto a cada sector, que en el caso de Castilla y León:

— El sector de generación eléctrica solo presenta actividad con la quema de carbón y con una planta de biomasa que inicia su actividad en 2010.

— Al sector de combustión (1b-1c) pertenecen las instalaciones azucareras, de automóviles (neumáticos,

¹⁵ La expresión «permisos de emisión» hace referencia tanto a los derechos de emisión como a los CER y ERU.

¹⁶ Acuerdo del Consejo de Ministros de 14 de julio de 2006. Esta ampliación supuso dos cambios relevantes. Por una parte, extiende la definición de instalación de cogeneración y, por otra, incluye una nueva tipología de instalaciones de combustión. En toda Castilla y León supone un total de 20 instalaciones más a tener en cuenta en 2007, nueve de las cuales están en Valladolid.

CUADRO 1
DISTRIBUCIÓN SECTORIAL Y PROVINCIAL DE LAS INSTALACIONES
AFECTADAS POR LA DIRECTIVA 2003/87/CE, 2011

Sector Provincias	Generación		Combustión	Industria				Total
	Carbón	Biomasa	1b-1c	Cemento y cal	Vidrio y fritas	Ladrillos y tejas	Pasta y papel	
Ávila	-	-	1	-	-	1	-	2
Burgos	-	1	14	-	1	1	1	18
León	3	-	2	2	1	3	-	11
Palencia	2	-	2	1	-	2	1	8
Salamanca	-	-	2	-	-	1	1	4
Segovia	-	-	3	-	1	4	-	8
Soria	-	-	5	-	-	-	1	6
Valladolid	-	-	11	-	-	2	-	13
Zamora	-	-	2	-	-	4	-	6
Castilla y León	5	1	42	3	3	18	4	76

FUENTE: Elaboración propia a partir de Comisión Europea, 2012 y MAGRAMA (vv aa).

factorías de motores y carrocerías y servicios centrales,...) y tableros e instalaciones de cogeneración.

— El sector industrial afectado por la Directiva en Castilla y León incluye fundamentalmente actividades relacionadas con la construcción.

En el Cuadro 1 se muestra la distribución sectorial y provincial del número de instalaciones afectadas por la Directiva en 2011 para Castilla y León.

Respecto a las emisiones¹⁷, la provincia leonesa es responsable de más del 66 por 100, como media, de las emisiones verificadas de toda la región, seguida a gran distancia por Palencia, Burgos y Valladolid. Para el período de estudio, como media, las emisiones verificadas castellanoleonesas disminuyen en más de un 7 por 100 al año, siendo León y Palencia las que más contribuyen a esa reducción, por la inactividad de centrales térmicas de carbón. Con la entrada en vigor en 2008 del segundo PNA

y el comienzo de la crisis económica, se observa una disminución de las emisiones verificadas generalizada. Por sectores, las provincias que presentan cifras más estables son las que tienen instalaciones de combustión (1b-1c). Sin embargo, las actividades de cemento y cal, y ladrillos, tejas, azulejos y baldosas, existentes en todas las provincias, salvo en Soria, han reducido anualmente desde 2008 sus emisiones, debido en parte a la crisis del ladrillo y al pinchazo de la burbuja inmobiliaria.

Teniendo en cuenta el número de instalaciones y las emisiones verificadas por provincias, cabe destacar dos cuestiones: *i*) el porcentaje de las instalaciones activas y verificadas es mucho más estable que el peso de las emisiones sujetas a la Directiva, y *ii*) que las provincias causantes de las mayores emisiones verificadas no son las que presentan un mayor número de instalaciones afectas, sino aquellas en que se sitúan las instalaciones de generación de energía por combustión de carbón, más contaminan-

¹⁷ Datos de Comisión Europea, 2012 y MAGRAMA, 2012.

tes (León y Palencia); mientras que Burgos y Valladolid tienen muchas industrias sujetas al comercio de emisiones, pero comparativamente menos contaminantes.

Una vez presentadas las cifras de emisiones de CO₂, se estima a continuación el valor monetario de la externalidad a precio de mercado.

Coste monetario de la externalidad: una estimación

Es posible realizar una estimación del coste que, teóricamente, tendría la emisión de CO₂ en la región estudiada. Para ello se utiliza el volumen de emisión (publicado por la Comisión Europea) y el precio que habría que pagar por dichas emisiones en un mercado de derechos. En este trabajo se ha utilizado el precio medio anual por tonelada emitida publicado por Bluenext¹⁸. De esa forma, al multiplicar el volumen de emisiones por el precio de dichas emisiones se logra una aproximación al coste de la externalidad.

Una primera revisión de la evolución del precio del derecho refleja dos de las deficiencias que se han observado en el mercado en su primera fase: el exceso de derechos asignados junto con la imposibilidad de transmisión entre períodos provocó que el precio del derecho se aproximara a cero al final de 2007¹⁹. A partir de 2008, cuando se produce una nueva asignación de derechos²⁰, su precio vuelve a incrementarse, aunque la desaceleración económica ha generado una menor necesidad, lo que ha presionado el precio a cotas inferiores a los 15 euros por unidad.

¹⁸ En <http://www.bluenext.eu> (última consulta, octubre 2012). Este mercado ha cerrado en diciembre de 2012.

¹⁹ El seguimiento del sistema de comercio en esta fase puso de manifiesto algunas particularidades. Sobre estas cuestiones, ver, por ejemplo, ELLERMAN y JOSKOW (2008); NEUHOFF, AHMAN *et al.* (2006) y NEUHOFF, FERRARIO *et al.* (2006). Para una revisión del funcionamiento del sistema de comercio de derechos de emisión y el precio de las emisiones de CO₂, ver ELLERMAN, CONVERY y PERTHUIS (2010).

²⁰ En este sentido, el Parlamento Europeo y el Consejo han aprobado la Directiva 2009/29/CE, de 23 de abril de 2009, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

En el Gráfico 2 se observa la evolución del coste monetario calculado para la Comunidad de Castilla y León, coste que se concentra especialmente en León y Palencia.

Asignación de derechos de emisión

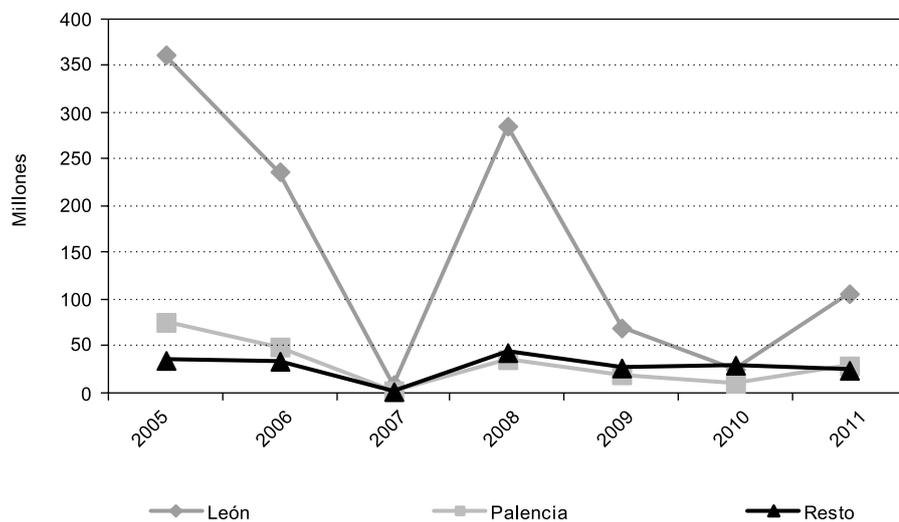
Los PNA determinan la cantidad de derechos a repartir entre los sectores sujetos al régimen de derechos de emisión y las reglas para realizar el reparto. Tanto en 2005 como en 2008, las instalaciones han recibido derechos de emisión de forma gratuita. Las provincias con mayor volumen de derechos asignados son León y Palencia, de acuerdo al criterio de asignar derechos en función de las emisiones históricas. El Gráfico 3 muestra el reparto medio del período.

En relación con la evolución de las asignaciones, Castilla y León ha visto disminuir sus derechos asignados en un 5,64 por 100 de media anual (Gráfico 4). Esta reducción recae fundamentalmente en las provincias de León y Palencia, las únicas con asignaciones inferiores año a año. En el caso opuesto destaca Salamanca, cuyas asignaciones crecen más de un 30 por 100 por la entrada de nuevas instalaciones que reciben derechos de emisión. Con la entrada en vigor del segundo PNA en 2008, se produce un fuerte recorte en la asignación de derechos.

Cobertura absoluta por provincias: una estimación monetaria

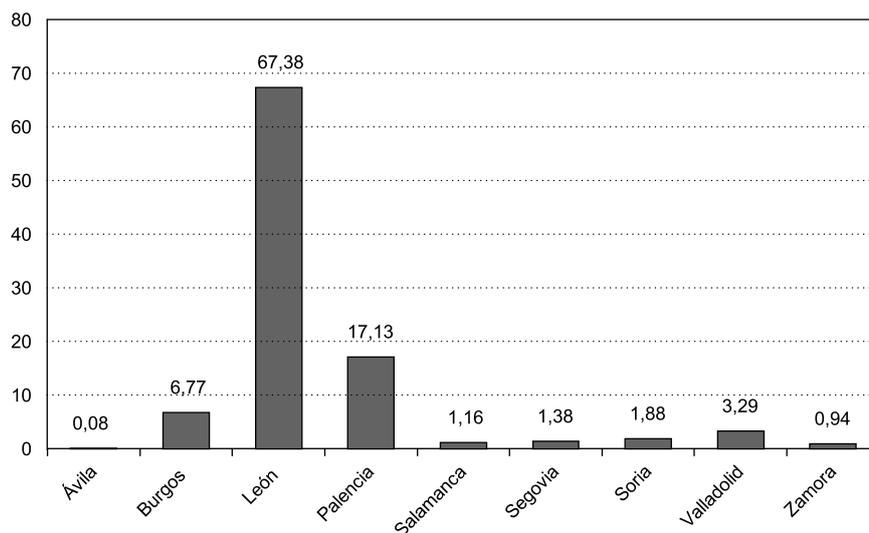
Puesto que cada una de las instalaciones recibe unos derechos de emisión y estos se han entregado de manera gratuita, el coste real que han tenido que asumir las instalaciones ha sido menor que el coste de la externalidad medioambiental. Incluso se pueden encontrar casos en los que se han asignado más derechos que emisiones de CO₂ realizadas. El signo de la cobertura absoluta, entendida como la diferencia entre las asignaciones concedidas y las emisiones de CO₂ verificadas en cada provincia, indica si hay exceso o escasez de derechos. La estimación del valor monetario

GRÁFICO 2
COSTE ANUAL DE LA EXTERNALIDAD AMBIENTAL EN CASTILLA Y LEÓN
 (En millones de euros)



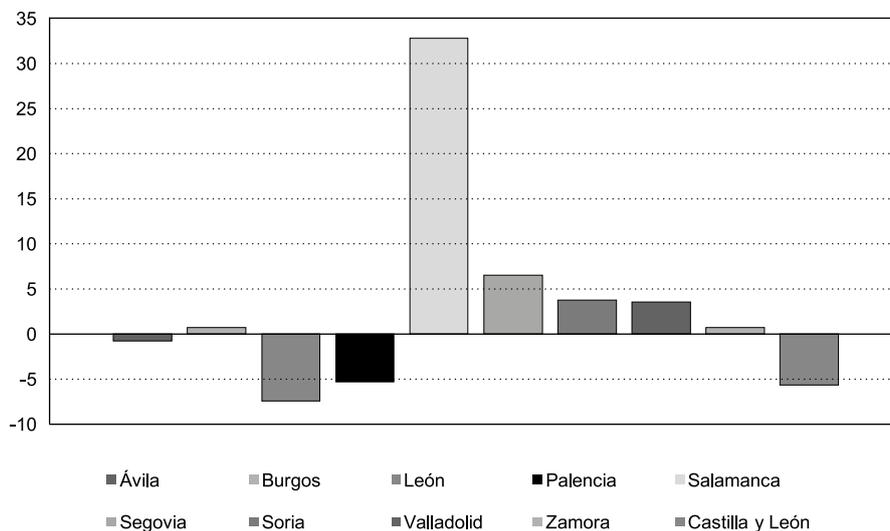
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la Comisión Europea (2012), MAGRAMA (vv aa) y Bluenext, 2012.

GRÁFICO 3
ASIGNACIÓN MEDIA EN EL PERÍODO 2005-2011
 (En %)



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la Comisión Europea (2012) y MAGRAMA (vv aa).

GRÁFICO 4
TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL MEDIA DE ASIGNACIONES, 2005-2011
 (En %)



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la Comisión Europea (2012) y MAGRAMA (vv aa).

CUADRO 2
VALOR MONETARIO DEL BALANCE ENTRE ASIGNACIONES Y EMISIONES VERIFICADAS
 (En euros)

Provincias	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ávila.....	125.183	55.776	2.870	54.700	47.912	67.841	35.472
Burgos.....	1.394.932	2.318.124	97.048	1.151.486	1.537.778	1.255.171	686.620
León.....	-80.643.450	-36.598.154	-2.158.042	-72.640.106	42.586.858	89.572.347	-11.232.582
Palencia.....	-8.791.995	-971.677	-583.140	19.981.735	9.660.290	20.595.407	-3.142.262
Salamanca.....	-75.335	300.783	83.319	1.344.141	-665.729	-532.171	-406.489
Segovia.....	810.716	60.333	7.947	1.551.754	721.161	799.892	578.228
Soria.....	1.383.540	1.637.753	42.910	-1.034.987	-736.308	-935.702	-356.271
Valladolid.....	677.811	277.444	42.921	2.034.407	1.842.774	1.668.069	830.918
Zamora.....	528.807	255.455	18.888	237.174	299.225	297.094	341.104
Castilla y León.....	-84.589.792	-32.664.161	-2.445.280	-47.319.696	55.293.962	112.787.948	-12.665.263

FUENTE: Elaboración propia a partir de Comisión Europea, 2012; MAGRAMA (vv aa) y Bluenext, 2012.

de esta diferencia a precios de mercado (Cuadro 2) puede ser una aproximación al beneficio o coste monetario que supone para cada provincia tener instalaciones sujetas a la Directiva. Así, Ávila, Burgos, Segovia, Valladolid y Zamora presentan derechos excedentarios todos los años, mientras que León y Palencia tienen costes durante el primer período (2005-2007) y en 2011, y Soria a partir de 2008.

Que la cobertura absoluta sea positiva plantea algunas cuestiones sobre la eficiencia del mercado, de las cuales destacamos las siguientes:

— Si la contaminación es una externalidad negativa, debe implicar, al menos en teoría, un coste y no un beneficio adicional. Sin embargo, según lo observado, se puede decir que en algunos casos se está «premiando» determinadas actividades, pues se les está asignando derechos de emisión por encima de sus necesidades. Esta sobreasignación les permite obtener ingresos extraordinarios no asociados directamente a su actividad productiva. Cuando esto sucede, la instalación causante de la contaminación no tendrá ningún incentivo para cambiar su método productivo y, lo que es peor, no solo no se está logrando el objetivo buscado de reducción de la contaminación, sino que se está facilitando una fuente de ingresos para esas industrias contaminantes. Que las asignaciones se hayan realizado en función de las emisiones históricas y sin tener en cuenta la actividad real de la instalación contaminante, ha podido dar lugar a esta situación tan «atípica» y, desde luego, lejana al objetivo inicial. Parecería que lo que se está generando es una financiación «gratuita», situación que debería ser corregida en futuras fases del mercado de derechos.

— En otros casos no se observa una evolución concreta, sino cambios bruscos asociados o condicionados fundamentalmente por: i) la evolución del precio de derecho, y ii) por un balance entre derechos y emisiones verificadas, que oscila entre valores positivos y negativos debido a alteraciones en el modelo productivo, generado a su vez bien por la crisis económica, bien por legislaciones cambiantes.

Tras poner de relieve el coste de mercado que se quiere que internalicen las instalaciones, estudiaremos si se han modificado comportamientos en la dirección deseada a pesar de los defectos detectados en el mercado. En concreto, si se apuesta por generar más derechos de emisión y/o incrementar la eficiencia tecnológica, menos emisora y consumidora de energía.

4. Otros mecanismos para el cumplimiento de las obligaciones medioambientales

La entrega de los CER y ERU

Los CER y ERU son mecanismos que aportan flexibilidad al cumplimiento del Protocolo de Kioto; lográndose a partir de mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y mecanismos de aplicación conjunta (AC), respectivamente. Estos mecanismos consisten en realizar proyectos que mejoren el medio ambiente en ciertos países en vías de desarrollo, caso de los MDL, o de la Europa del Este, los AC. Comenzaron a utilizarse en los mercados oficiales en 2008. Las instalaciones afectadas por el comercio de derechos de emisión, en general, pueden obtener créditos a través de esos mecanismos y aplicarlos para cumplir sus propios límites de emisión, «reservarlos» para utilizarlos más adelante, o venderlos en el marco del sistema de comercio de derechos de emisión. Se pueden observar estas actuaciones tan diversas en el Cuadro 3, donde se encuentran los datos agregados a nivel provincial del número de CER y ERU entregados y de la cobertura absoluta.

Aunque en 2008 el uso de este tipo de permisos no era generalizado, al final del período en todas las provincias hay instalaciones que entregan CER y ERU. Este comportamiento es especialmente llamativo en el caso de provincias donde hay exceso de derechos asignados. En 2008, con la menor asignación de derechos en el nuevo PNA, se aportan numerosos CER y ERU para cubrir las emisiones. La ralentización económica ha provocado menores necesidades en 2009 y 2010.

CUADRO 3
COMPARACIÓN ENTRE COBERTURA ABSOLUTA Y CER Y ERU ENTREGADOS

Provincia	2008		2009		2010		2011	
	Cobertura absoluta	CER y ERU	Cobertura absoluta	CER y ERU	Cobertura absoluta	CER y ERU	Cobertura absoluta	CER y ERU
Ávila.....	2.450	0	3.644	0	4.730	0	2.942	2.060
Burgos.....	51.575	11.077	116.958	10.092	87.513	17.038	56.948	65.808
León.....	-3.253.547	3.183.864	3.239.008	76.088	6.245.159	61.211	-931.626	1.361.071
Palencia.....	894.981	108.659	734.728	149.939	1.435.952	17.662	-260.618	787.120
Salamanca..	60.204	0	-50.633	0	-37.104	3.375	-33.714	94
Segovia.....	69.503	1.360	54.849	7.375	55.770	6.575	47.958	24.649
Soria.....	-46.357	0	-56.001	0	-65.239	7.000	-29.549	29.837
Valladolid....	91.121	1.932	140.155	9.201	116.301	36.722	68.916	67.191
Zamora.....	10.623	0	22.758	10.869	20.714	17.497	28.291	7.680
Castilla y León	-2.119.447	3.306.892	4.205.466	263.564	7.863.796	167.080	-1.050.452	2.345.510

FUENTE: Elaboración propia a partir de Comisión Europea, 2012 y MAGRAMA (vv aa).

Si se tiene también en cuenta la cobertura absoluta, la diferencia que presenta con los CER y ERU entregados permite saber si las instalaciones, de forma agregada por provincias, han actuado como oferentes o demandantes de derechos de emisión en el mercado. Si la cobertura absoluta es positiva y además se han aportado CER y ERU para cubrir las emisiones verificadas, las instalaciones podrán vender en el mercado más derechos de los que inicialmente tenían como excedente.

Si la cobertura absoluta es negativa hay varias posibilidades:

— Que se entreguen unidades adicionales por la misma cuantía del déficit inicial, de forma que no necesite acudir al mercado a comprar derechos.

— Que las unidades adicionales que se entregan sean inferiores al déficit inicial. En este caso las instalaciones afectadas habrán acudido al mercado a adquirir derechos de emisión, puesto que, como se ha mencionado, en todas las provincias se han cubierto las emisiones verificadas con permisos de emisión.

— Que se entreguen unidades adicionales por una cuantía superior al déficit que presenta su balance inicial entre asignaciones y emisiones verificadas. En este caso, las instalaciones pasarán a convertirse en oferentes de derechos de emisión en el mercado o podrán ahorrarlos para años posteriores.

Las instalaciones de Castilla y León son, en términos netos, oferentes de derechos, puesto que incluso en las convocatorias en las que la cobertura a nivel provincial es negativa, se generan más permisos de emisión a través de CER y ERU. Este comportamiento también se observa a nivel provincial, excepto en Salamanca y Soria²¹.

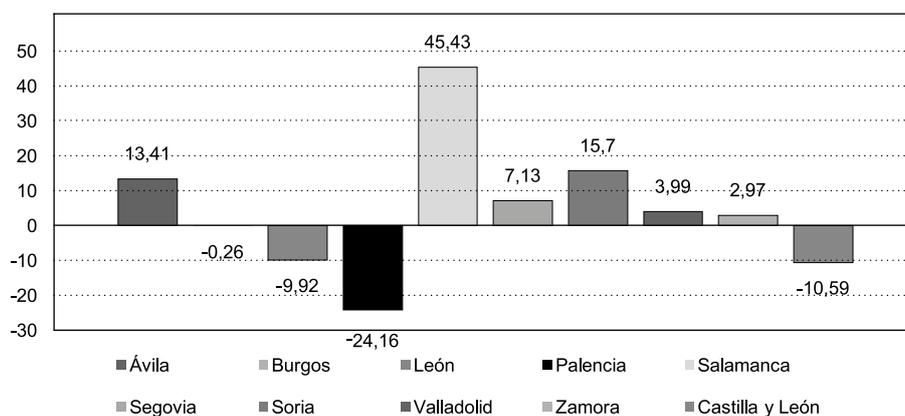
¿Se ha favorecido el cambio tecnológico?

El mercado de derechos de emisión busca, en último término, limitar el cambio climático a través de la modificación del comportamiento contaminador, impulsando la

²¹ En el caso de Soria, en 2011 los CER y ERU entregados superaron ligeramente la cobertura absoluta.

GRÁFICO 5

TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL MEDIA DE LA INTENSIDAD EMISORA, 2005-2008



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del INE (2011), la Comisión Europea (2012) y MAGRAMA (vv aa).

internalización de al menos una parte del coste de las emisiones de CO₂ y fomentando la adopción de tecnologías menos contaminantes. Para estudiar si este objetivo se ha alcanzado se ha utilizado la identidad de Kaya, presentada en el apartado 2. Para ello se ha calculado la intensidad emisora, el índice de carbonización y la intensidad energética, junto a las respectivas tasas de variación interanual media, para cada una de las provincias castellanoleonesas. Es conveniente recordar que los dos primeros indicadores se construyen a partir de 2005 debido a que se trabaja con datos de emisiones verificadas o sujetas a la Directiva, que entra en vigor ese año. Simultáneamente y puesto que no hay estadísticas posteriores a 2008 sobre el PIB a nivel provincial, la intensidad emisora y energética se construyen hasta 2008. Sin embargo, nuestro análisis tiene especial interés por mostrar las modificaciones en el consumo de energía, que sí se puede estudiar antes y después de introducir los PNA.

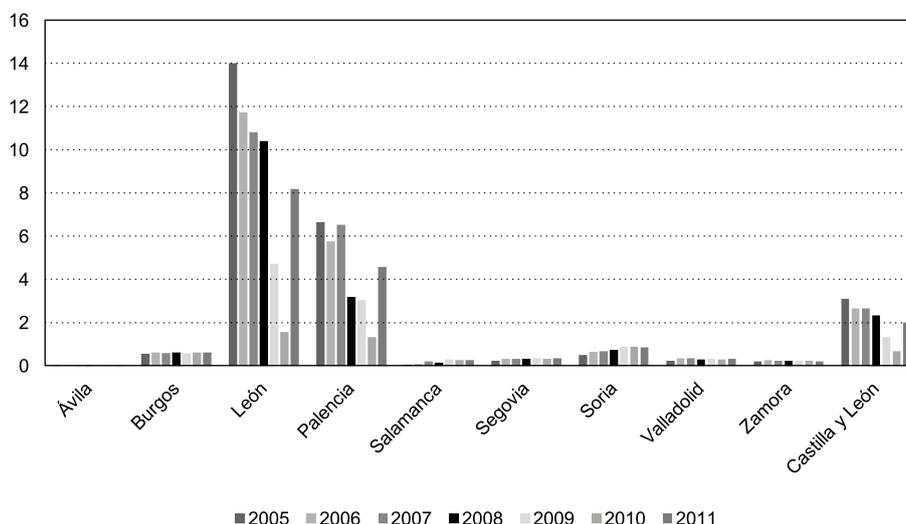
En relación al primer indicador, la intensidad emisora (emisiones por unidad de producción), los datos

muestran una reducción media de más de diez puntos porcentuales en el conjunto de la Comunidad desde que se puso en marcha el comercio de emisiones. Las provincias que más contribuyen a dicha reducción son León y Palencia, donde se sitúa la producción de electricidad por la quema de carbón (que cae drásticamente en los años analizados). El gran incremento sufrido en Salamanca se puede explicar, como ya se ha adelantado, por la entrada de nuevas instalaciones. Además, por provincias, la intensidad emisora disminuye en todas en 2008, con el segundo PNA. En el Gráfico 5 se muestra la tasa de variación de este indicador en el período 2005-2008.

En el Gráfico 6, el índice de carbonización²², puede observarse que hay una disminución en el período 2005-2011 para Castilla y León en su conjunto y para León y Palencia en particular, lo cual es un reflejo de la sustitu-

²² Las tasas de variación interanual media (TVIM) del índice de carbonización para el período 2005-2008 presentan valores inferiores a cero en los mismos casos que en el período 2005-2011: Castilla y León de forma agregada, León y Palencia.

GRÁFICO 6
ÍNDICE DE CARBONIZACIÓN, 2005-2011



NOTA: Emisiones CO₂/energía final.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la Comisión Europea, 2012, MAGRAMA (vv aa) y EREN, Junta de Castilla y León, 2012.

ción de la actividad energética de combustión de carbón por otras fuentes de energía menos contaminantes²³.

Por último, la intensidad energética muestra un consumo de energía final promedio para la región castellanoleonesa de 161 TEP por 1.000.000 de euros producidos en términos reales, que oscila entre el máximo para Burgos y el mínimo para Ávila.

La variación en la intensidad energética (Gráfico 7) muestra ahorros en el consumo de energía final para producir una unidad de PIB real en la mayor parte de las provincias castellanoleonesas a partir de 2005, año en que entra en vigor la Directiva. Estos ahorros se concentran especialmente en las provincias de Valladolid, Palencia y Burgos. Esto puede significar menos gasto energético tanto en actividades sujetas

a la Directiva como en otras actividades productivas no incluidas.

Los datos del consumo de energía permiten afirmar que el menor consumo de energía final por unidad de PIB real es debido a ahorros netos en energía en cinco de las nueve provincias de Castilla y León. En el resto se debe a incrementos menores en el consumo de energía que en el PIB regional, mostrando reducciones relativas de la intensidad energética.

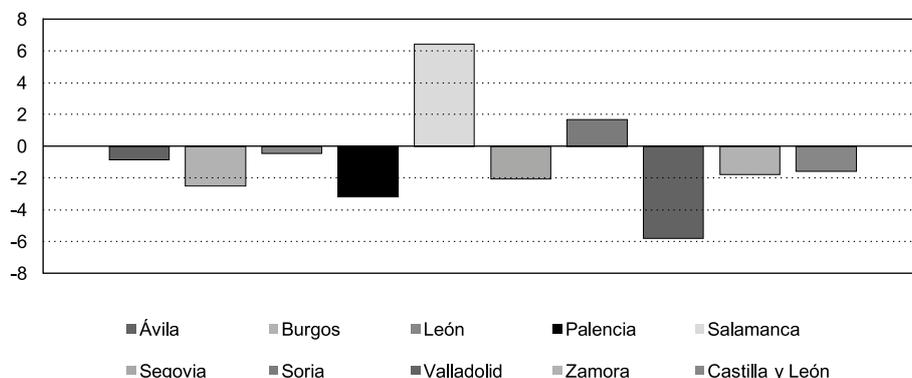
Por tanto, si tenemos en cuenta que entre 2005 y 2008 el PIB real de la región aumentó a una tasa interanual media del 2,86 por 100, y que no se recogen aún los peores efectos de la posterior crisis económica²⁴, Castilla y León muestra un posible cambio en su sistema productivo. En concreto una mayor eficiencia emisora,

²³ De hecho, las emisiones verificadas disminuyen en mayor medida (TVIM= -7,4 por 100, de 2005 a 2011) que el consumo de energía final (TVIM = - 0,5 por 100)

²⁴ El inicio de la crisis económica comenzó a sentirse con mayor intensidad a mediados de 2008.

GRÁFICO 7

TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL MEDIA DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA, 2005-2008



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del INE, 2011 y EREN, Junta de Castilla y León, 2012.

dado que la reducción en la intensidad emisora y en el índice de carbonización está causada por la disminución en las emisiones verificadas²⁵. También mejora la eficiencia energética, puesto que el consumo de energía final en este período crece a una tasa interanual media de 1,21 por 100, inferior al aumento de la producción. Porque un menor consumo de energía para producir favorece también la reducción de las emisiones de CO₂²⁶.

De hecho, esto también se observa al analizar la tasa de variación interanual media del consumo de energía final antes y después de la entrada en vigor de los PNA. En casi todas las provincias se observa: o bien reducciones del consumo de energía final o menores incrementos que en el período anterior, lo que viene a reforzar la idea de que en Castilla y León se apuesta por mejoras tecnológicas que simultáneamente reduzcan las emisiones de CO₂ y ahorren energía. Esto se ve reforzado por la evolución de la intensidad energé-

tica, que presenta claras diferencias antes y después de la puesta en marcha del comercio de derechos de emisión: a excepción de Salamanca, tanto en el resto de las provincias como en la región en su conjunto, el consumo de energía necesario para generar una unidad de PIB real es menor a partir de 2005, presentando tasas de variación negativas generalizadas.

5. Conclusiones

El perfil económico y emisor de Castilla y León en 2008 muestra provincias muy diversas al considerar los datos en términos absolutos y relativos. En particular León y Palencia presentan las mayores cifras de emisiones verificadas, lo que las convierte en las más emisoras por unidad de PIB real y de consumo de energía final. En contraposición, Valladolid y Burgos, provincias con altos niveles de consumo de energía y de PIB, presentan menores niveles de emisiones verificadas. El resto de las provincias se encuentran en niveles inferiores, siendo Ávila la que presenta menores indicadores absolutos y relativos. Esto evidencia que la mayor

²⁵ La TVIM de las emisiones verificadas entre 2005 y 2008 es de -8,03 por 100. Entre 2005 y 2011 es de -7,4 por 100.

²⁶ Aunque también depende del peso de las energías renovables y limpias en el mix de energía consumida.

actividad contaminante de la región es la generación de electricidad por combustión de carbón, cuyas plantas se sitúan en León y Palencia. Provincias tanto o más productivas que estas (como Valladolid y Burgos) presentan niveles de emisiones de CO₂ muy inferiores por concentrar actividades menos contaminantes.

El análisis de las emisiones verificadas de las asignaciones de derechos y del balance entre ambas permite observar, en términos agregados, que Castilla y León presenta déficit entre 2005 y 2008 y en 2011, y superávit en la época de menor actividad económica (2009 y 2010). El déficit se ha debido al balance de León y Palencia, donde se acumula la producción de generación por combustión, la más contaminante, y a la que la Unión Europea exige un mayor esfuerzo reductor. Pero el resto de provincias no presenta déficit en el período sino más bien fuertes cambios asociados a la evolución de la actividad económica de cada provincia.

Si no hay déficit puede concluirse que no se cumple el requisito inicial para modificar el comportamiento de las instalaciones emisoras: que la externalidad medioambiental suponga un coste que deban asumir comprando derechos de emisión en el mercado.

A pesar de la situación descrita, las empresas de Castilla y León están realizando un gran esfuerzo por adaptarse a las normativas europeas e internacionales en lo que se refiere a reducción de las emisiones verificadas. Es posible observar, en general, dos tipos de actuación indicadoras de los cambios de comportamiento en la dirección de aceptar y mitigar la externalidad generada con la emisión de CO₂ a la atmósfera.

a) En primer lugar, que las provincias castellanoleonesas se hacen cargo del coste de la externalidad que generan. Han apostado por realizar proyectos que den lugar a los CER y ERU, y, como consecuencia, en el mercado de derechos de emisión actúan como oferentes netos de los mismos. Esto puede suponer ingresos adicionales para aquellas empresas que necesiten fuentes de financiación alternativas²⁷.

b) También pueden reducir las emisiones modificando su proceso productivo. En este sentido, Castilla y León está perfilando un posible cambio de modelo productivo y, más concretamente, energético. Esto se ha reflejado en que la intensidad emisora, la intensidad energética y el índice de carbonización disminuyen entre 2005 y 2008. Se observa con mayor claridad en la evolución del consumo de energía final y de la intensidad energética tras la entrada en vigor de la Directiva en 2005. Para afianzar este planteamiento será necesario profundizar en el análisis por sectores y, especialmente, aumentar el número de años del estudio, cuando se disponga del PIB provincial para un período de tiempo mayor, de forma que pueda diferenciarse entre los efectos de la recesión económica y los del cambio tecnológico.

En definitiva, parece que las instalaciones castellanoleonesas han percibido que esta nueva forma de regular la actividad contaminadora no tiene marcha atrás, aceptando la apuesta clara por parte de las instituciones europeas por el mecanismo de mercado. Por eso están realizando esfuerzos por aumentar la eficiencia de sus procesos productivos y por cubrir el coste de la externalidad, e incluso generar derechos excedentarios para épocas posteriores o para su venta en el mercado. Esto implica que los instrumentos para internalizar el coste de la externalidad son complementarios, y en ningún caso sustitutivos. Las instalaciones optan por una combinación de ambos para reducir el coste de internalizar la externalidad medioambiental y conseguir, simultáneamente, mayor eficiencia energética y emisora.

Referencias bibliográficas

[1] ALCÁNTARA, V. (2009a). «Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España», *Papeles de Economía Española*, nº 121, pp. 88-99.

[2] ALCÁNTARA, V. (2009b). «Consumo energético y emisiones de CO₂ en la industria española. Una primera aproximación a la situación actual», *Economía Industrial*, nº 371, pp. 49-57.

²⁷ Por ejemplo, en épocas de poca liquidez o de recesión económica.

- [3] ALCÁNTARA, V. y PADILLA, E. (2005). «Análisis de las emisiones de CO₂ y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo», *Revista de Economía Crítica*, nº 4, pp.17-37.
- [4] ANG, B.W. (1999): «Is the Energy Intensity a Less Useful Indicator than the Carbon Factor in the Study of Climate Change?» *Energy Policy*, nº 27, pp. 943-946.
- [5] AZQUETA, D.; ALVIAR, M.; DOMINGUEZ, L. y O'RYAN, R. (2007): *Introducción a la Economía Ambiental*, 2ª ed., McGraw-Hill, Madrid.
- [6] BLUENEXT (2012). <http://www.bluenext.eu> (consulta: octubre de 2012)
- [7] COMISIÓN EUROPEA (2005): *Libro Verde sobre la eficiencia energética*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0265&from=ES> (consulta: marzo 2012).
- [8] COMISIÓN EUROPEA (2012). *European Union Transaction Log*. <http://ec.europa.eu/environment/ets/>. Consultado en julio de 2012.
- [9] COMMONER, B. (1992). *En paz con el planeta*. Barcelona: Editorial Crítica (traducción de Mireila Carol).
- [10] CONSEJO EUROPEO (2002). *Decisión 2002/358/CE del Consejo de 25 de abril*.
- [11] CONSEJO EUROPEO (2003). *Directiva 2003/87/CE 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*. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:275:0032:0032:ES:PDF>
- [12] CONSEJO EUROPEO (2009). *Directiva 2009/29/CE de 23 de abril de 2009*, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0063:0087:es:PDF>
- [13] CONSEJO EUROPEO (2012): *Directiva 2012/27/UE de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE*. <http://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf>
- [14] DELACÁMARA, G. (2008). *Guía para decisores. Análisis económico de externalidades ambientales*, CEPAL: Colección Documentos de proyectos, Nueva York: Naciones Unidas.
- [15] ELLERMAN, A. y JOSKOW, P. (2008): *The European Union's Emissions Trading System in Perspective*. Washington, DC. Pew Center on Global Climate Change.
- [16] ELLERMAN, A.; CONVERY, F. y PERTHUIS, CH. (2010): *Pricing Carbon: The European Union Emissions Trading Scheme*, Cambridge University Press.
- [17] EREN, JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2012): *Sistema de indicadores ambientales y de sostenibilidad* (última consulta: julio de 2012) http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1284200745246/_/_/_
- [18] FERNÁNDEZ, M^a A.; FERNÁNDEZ, Y. y OLMEDILLAS, B. (2008): «Los derechos de emisión como instrumento para alcanzar Kioto: el caso del sector eléctrico» *Revista de Estudios Empresariales*, 2ª época, nº 2, pp. 93-117.
- [19] FERNÁNDEZ, M^a A.; FERNÁNDEZ, Y.; GONZÁLEZ, D., y OLMEDILLAS, B. (2012a): «El Protocolo de Kioto y su implementación: los casos de España, Alemania, Francia e Italia», *Actas de la XIV Reunión de Economía Mundial: Internacionalización en tiempos de crisis*, ed. Universidad de Jaén.
- [20] FERNÁNDEZ, M^a A.; FERNÁNDEZ, Y.; GONZÁLEZ, D. y OLMEDILLAS, B. (2012b). «El comercio de derechos en un entorno de crisis», *Actas del I Congreso de Economía y Libertad: la gran recesión y sus salidas*, Coord.: V. ENCISO DE YZAGUIRRE, D. SANZ BAS Y M^a Á. NOGALES NAHARRO. Ávila: Universidad Católica de Ávila, noviembre 2012, pp. 373-392.
- [21] HERAS ABÁS, A. DE LAS (2012). *Análisis de datos de emisiones de CO₂ en España. Entidades sujetas a la Directiva Europea 2003/87/CE. Período 2010 y contexto internacional*. Fundación Empresa y Clima.
- [22] INE (2011). *Contabilidad Regional de España. Base 2000*. Disponible en <http://www.ine.es/> (última consulta: julio 2012)
- [23] JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2012): *Indicadores medioambientales y de sostenibilidad*, (última consulta en octubre 2012) http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1218521956007/_/_/_
- [24] KAYA, Y. (1989): *Impact of Carbon Dioxide Emission Control in GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios* (Intergovernmental Panel on Climate Change/response Strategies Working Group) (citado en ALCÁNTARA Y PADILLA, 2010).
- [25] MAGRAMA (vv aa). *Instalaciones afectadas por la Ley 1/2005. Informes de aplicación, años 2005 a 2011*. <http://www.magrama.gob.es> (última consulta: octubre 2012).
- [26] MAGRAMA (2012). *Emisiones de GEI por Comunidades Autónomas a partir del inventario español serie 1990-2010*, <http://www.magrama.gob.es> (última consulta: julio 2012).
- [27] MIELNIK, O. Y GOLDEMBERG, J. (1999). «The Evolution of the "Carbonization Index" in Developing Countries», *Energy Policy*, nº 27, pp. 307-308.
- [28] NEUHOFF, K. *et al.* (2006). «Implications of Announced Phase II National Allocation Plans for the EU ETS», *Climate Policy*, vol. 6, nº 4, pp. 411-422.
- [29] NEUHOFF, K. *et al.* (2006). «Emission Projections 2008-2012 versus National Allocation Plans II», *Climate Policy*, volumen 6, nº 4, pp. 395-410.
- [30] NOY, P. (2009). *Resumen ejecutivo del informe «Las externalidades del transporte en Europa»*, CC OO y Gobierno de Aragón: Departamento de Medio Ambiente. <http://www>

ccoo.es/comunes/recursos/1/doc20574_Externalidades_del_transporte.pdf (última consulta: julio 2012)

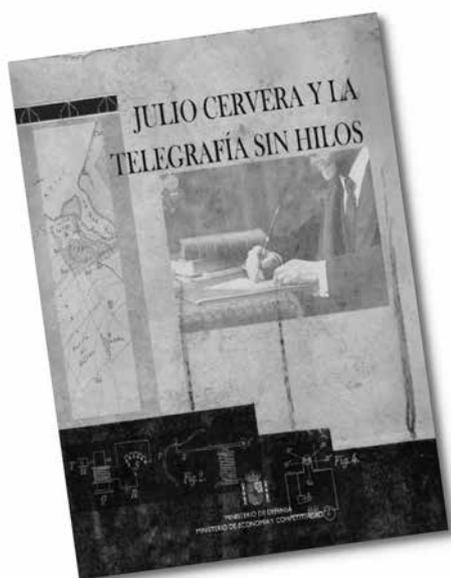
[31] ROCA, J. y ALCÁNTARA, V. (2001). «Energy Intensity, CO₂ Emissions and the Environmental Kuznets Curve. The Spanish Case», *Energy Policy*, nº 29, pp. 553-556.

[32] ROCA, J. y ALCÁNTARA, V. (2002) «Economic Growth, Energy Use, and CO₂ Emissions», en BLACKWOOD, J. R. (ed.). *Energy Research at the Cutting Edge*, Nova Science, Nueva York.

[33] STECKEL, J. CH.; JAKOB, M.; MARSCHINSKI, R. y LUDERER, G. (2011): «From Carbonization to Decarbonization?—Past Trends and Future Scenarios for China's CO₂ Emissions», *Energy Policy*, vol. 39, nº 6, pp. 3.443-3.455.

[34] YABAR STERLING, A. (2008): «El esfuerzo español de mitigación de las emisiones de los «sectores no directiva» y su distribución entre las CC AA» *Observatorio Medioambiental*, vol. 11, pp. 219-257

JULIO CERVERA Y LA TELEGRAFÍA SIN HILOS



Julio Cervera Baviera fue un personaje apasionante que destacó en campos profesionales muy diversos. Vivió en Marruecos y en Puerto Rico además de en España. Fue explorador del desierto africano, militar, político, enseñante y masón. Inició la educación a distancia y fundó en Valencia las escuelas libres de ingenieros electricistas y mecánicos.

Su mayor logro fue la investigación en la telegrafía sin hilos. Hoy se reconoce así y este libro sostiene que su mérito es incuestionable pues mejoró de forma notable la tecnología existente en el momento. Aunque esta monografía tiene como núcleo sus trabajos sobre la telegrafía sin hilos, no descuida sus otras facetas vitales que no por menos conocidas son menos apasionantes. Este libro es un tributo a la memoria de un inventor poco conocido que fue a la vez un personaje asombroso y de gran complejidad.

Número de páginas: 84

Precio papel: 8,00 €

Precio PDF: 4,00 €

Precio iPad: 6,00 €

(IVA incluido)