

# El precio de la electricidad y la política de cambio climático: ¿Qué papel puede jugar un impuesto sobre el carbono en España?\*

MIGUEL BUÑUEL GONZÁLEZ

*Departamento de Economía y Hacienda Pública, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID, ESPAÑA. E-mail: miguel.bunuel@uam.es*

## RESUMEN

La política de cambio climático basada en las energías renovables es compatible con la reducción del déficit tarifario del sector eléctrico trasladando a los Presupuestos Generales las primas que subvencionan aquellas energías. Dicha política se potenciaría con un impuesto sobre el carbono, que podría generar una recaudación mayor que las primas al régimen especial eléctrico. La simulación del efecto sobre los precios sectoriales de este impuesto indica que, más allá del efecto directo sobre el precio de los combustibles, no se producirían grandes efectos inflacionistas, salvo en el sector eléctrico. No obstante, el resultado neto del impuesto y de que las primas al régimen especial dejaran de ser un coste del sistema eléctrico posiblemente sería una reducción de los precios de la electricidad.

*Palabras clave:* Impuesto sobre el carbono, cambio climático, déficit de tarifa, energías renovables.

## The Price of Electricity and Climate Change Policy: What Role May a Carbon Tax Play in Spain?

## ABSTRACT

A climate change policy based on renewable energy is compatible with reducing the tariff deficit of the Spanish electricity sector if the feed-in tariffs that subsidize that kind of energy are paid by the National Budget. Climate change policy can also be enhanced by a carbon tax. This tax could raise revenue by an amount larger than feed-in tariffs. Our simulation of the effect of the carbon tax on sector prices shows that, besides the direct effect on the price of fuels, the only high price effect would occur in the electricity sector. However, the net effect of the tax and removing feed-in tariffs from the costs of the electricity system could probably lead to a reduction of electricity prices.

*Keywords:* Carbon Tax, Climate Change, Tariff Deficit, Renewable Energies.

Clasificación JEL: H23, Q48, Q54

---

\* *El autor quisiera agradecer la financiación recibida del Instituto de Estudios Fiscales para llevar a cabo esta investigación, así como los comentarios y observaciones de dos evaluadores anónimos.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector eléctrico español vive inmerso en intensas polémicas que, en última instancia, gravitan en torno a sus precios. El principal problema de éstos radica en que los sucesivos gobiernos desde 2000 han utilizado la fijación de las tarifas eléctricas como un instrumento de contención de la inflación, generando el “déficit de tarifa”. Este déficit es la diferencia negativa entre los ingresos derivados de las tarifas y los costes asociados a la electricidad, que se reconoce como un derecho que las empresas eléctricas han de cobrar y se sufraga a su vez mediante recargos sobre las tarifas futuras. Por tanto, el déficit supone trasladar al futuro la inflación que se contiene en el presente, creando una situación insostenible y una distorsión de las señales de precio del sector eléctrico.

El Real Decreto-Ley 6/2009, de 30 de abril, estableció un calendario de paulatina reducción del déficit tarifario anual máximo permitido hasta su eliminación en 2013, de forma que el necesario aumento de las tarifas se lleve a cabo de manera gradual. El Real Decreto-Ley 14/2010, de 23 de diciembre, ha aumentado el límite anual máximo del déficit, pero mantiene 2013 como año en que las tarifas deben ya cubrir los gastos. La dificultad para reducir el déficit de acuerdo con el calendario original ha sido achacada por muchos a las primas a las energías renovables. El propio Real Decreto-Ley 14/2010 parece avalar esta tesis, pues la mayor parte de los ahorros en costes que suponen las medidas que introduce para contener el déficit tarifario provienen de reducir las primas a las energías renovables, especialmente a la fotovoltaica. Aunque el origen del déficit no está relacionado con estas primas, es cierto que su crecimiento a partir de 2009 ha aumentado los costes del sistema. No obstante, también es cierto que el aumento de la producción eléctrica renovable reduce el precio del mercado mayorista liberalizado (*pool*), por lo que el efecto neto de las energías renovables sobre el déficit tarifario está por determinar.

Puesto que el fomento de las energías renovables es un elemento central de cualquier política de mitigación del cambio climático, se plantea un conflicto entre este tipo de política y las políticas energético-industriales de contención de los precios de la electricidad. Estas últimas se justifican por el impacto negativo del aumento de precios sobre la competitividad de los sectores industriales expuestos a la competencia internacional e intensivos en el uso de la electricidad, así como sobre el poder adquisitivo de las familias. Frente a esta justificación, dichas políticas generan ineficiencias, al provocar que el precio de la electricidad no refleje sus verdaderos costes, especialmente los costes externos ambientales.

En este contexto, la Subcomisión de análisis de la estrategia energética española para los próximos 25 años del Congreso de los Diputados aprobó en diciembre pasado un informe que señala entre sus conclusiones sobre las energías renovables que habría que “analizar la posibilidad y conveniencia de

que sus costes fuesen soportados por el conjunto de los consumidores del sistema energético español” (2010: p. 111). La justificación de esta conclusión es que el desarrollo de las energías renovables beneficia al conjunto de la sociedad, no sólo a los consumidores eléctricos, que son quienes afrontan su coste hoy en día. Esta conclusión ha dado paso a que algunos sectores defiendan que debería establecerse un “céntimo verde” sobre los hidrocarburos para contribuir a la financiación de las energías renovables, al estilo del “céntimo sanitario” (realmente denominado Impuesto sobre las Ventas Minoristas de Determinados Hidrocarburos), que es un impuesto cedido a las Comunidades Autónomas (cuyo tipo ascendía inicialmente a un céntimo por cada litro de carburante) afectado a la financiación de la sanidad.

Quienes defienden el “céntimo verde”, fundamentalmente agentes ligados al sector de las energías renovables y organizaciones ecologistas, se basan en la citada conclusión de la Subcomisión del Congreso y en la observación de que, mientras el precio de la electricidad en España está por encima de la media europea, en el caso del precio de los combustibles de locomoción ocurre justo lo contrario. Por otra parte, los agentes ligados al sector de los hidrocarburos expresan su oposición, argumentando que no es coherente que los consumidores de un producto (los carburantes) carguen con los costes de financiar un producto distinto (la electricidad producida con fuentes renovables), lo que resultaría en un precio de la electricidad artificialmente bajo y, por tanto, ineficiente.

Frente a este debate, contaminado por los intereses económicos de las partes que lo alimentan, este artículo trata de establecer la manera más eficiente y equitativa de abordar la relación entre el precio de la electricidad y la política de mitigación del cambio climático. La siguiente sección discute este problema, hallando la solución en los instrumentos presupuestarios del Estado. Puesto que se concluye la conveniencia de introducir un impuesto sobre el carbono, la tercera sección plantea una propuesta de configuración de este tributo. La siguiente sección estudia los efectos sobre los precios sectoriales del impuesto propuesto utilizando el análisis input-output. Finalmente, presentamos las conclusiones.

## **2. RESPUESTAS PRESUPUESTARIAS A LA RELACIÓN ENTRE EL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD Y LA POLÍTICA DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO: UN IMPUESTO SOBRE EL CARBONO**

Como señala la Subcomisión de análisis de la estrategia energética española para los próximos 25 años del Congreso de los Diputados, las energías renovables benefician a toda la sociedad, generando múltiples externalidades positivas, como aumentar la seguridad energética y evitar emisiones contaminantes, más allá de las de gases de efecto invernadero. Más aún, el

desarrollo de las energías renovables viene impuesto por la Directiva 2009/28/CE, que obliga a que representen al menos un 20% del consumo energético total de España en 2020. Por todo ello, los costes de estas energías no deben ser soportados sólo por los consumidores eléctricos, pero tampoco, dado que benefician a toda la sociedad, sólo por los consumidores del sistema energético español, sobre los que la Subcomisión plantea imponer el coste; deberían ser soportado por el conjunto de la sociedad española, lo que sugiere que debe trasladarse a los Presupuestos Generales del Estado.

Tradicionalmente, el sector de las energías renovables se ha opuesto a dicho traslado, temiendo la inseguridad de las primas si dependieran de la aprobación anual de los Presupuestos. Sin embargo, las primas podrían fijarse en una norma que traslade su coste automáticamente a los Presupuestos, del mismo modo que lo hace la regulación de la prestación por desempleo con el suyo, sin que los desempleados teman que la Ley de Presupuestos pueda reducir su prestación. Además, el Real Decreto-Ley 14/2010, limitando las horas de funcionamiento por las que las instalaciones renovables reciben primas, y el Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, limitando a 25 años las primas de las instalaciones fotovoltaicas, ilustran que el actual sistema no garantiza que se perciba la retribución prevista.

Por otra parte, rechazamos la propuesta del “céntimo verde”, pues la afectación de la recaudación de un impuesto a una determinada finalidad es, en general, ineficiente. La afectación no supone sino una restricción adicional al problema de optimización de la política fiscal, por lo que no puede producir un resultado mejor que en su ausencia, como, p. ej., se deriva de McCleary (1991), OCDE (1996), O’Riordan (1997) y Teja y Bracewell-Milnes (1991). El gasto en energías renovables debería financiarse con los ingresos generales de los Presupuestos.

Además, el “céntimo verde” no es el mejor instrumento fiscal de una política de mitigación del cambio climático. Si nos centramos en el principal gas causante de la potenciación antropogénica del efecto invernadero, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el mejor instrumento fiscal sería un impuesto sobre el carbono, propuesto ya por la Comisión Europea a finales de los años 80 del siglo pasado, aunque en una formulación mixta como impuesto sobre la energía y el carbono (Buñuel, 1999: pp. 200-227). Un impuesto sobre el carbono es equivalente a un impuesto sobre los combustibles fósiles cuyo tipo impositivo dependiera del contenido en carbono de cada combustible. Considerando que la relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el contenido de carbono de cada combustible fósil es prácticamente proporcional, un impuesto sobre el carbono equivale a un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por tanto, es el tributo más adecuado frente al cambio climático, pues proporcionaría los incentivos precisos para promover el ahorro energético, la sustitución de los combustibles fósiles de

mayor contenido en carbono por los de menor contenido, y la sustitución de los combustibles fósiles por combustibles no fósiles.

Un impuesto sobre el carbono plantea el problema de que la UE ha optado por el comercio de derechos de emisión como instrumento aplicable a un gran número de sectores. Existen dos posibilidades extremas para la coexistencia de ambos instrumentos. La primera es permitir que los dos se superpongan sin atenuar el gravamen para quienes están sometidos al régimen de permisos. En tanto que esta opción puede suponer un doble pago por el mismo concepto, las emisiones de CO<sub>2</sub>, puede ser inviable jurídicamente. La segunda consiste en eximir del impuesto a los sectores sometidos al régimen del comercio de derechos de emisión, que es la opción más sencilla para compatibilizar ambos instrumentos. Entre las dos posibilidades extremas, caben otras intermedias:

1. Permitir que los sujetos pasivos del impuesto se deduzcan las cantidades pagadas por la compra de derechos de emisión.
2. Eximir del pago del impuesto a los sujetos pasivos sometidos al régimen del comercio de derechos de emisión si el precio de los permisos está por encima del tipo impositivo y gravarlos por la diferencia si el tipo de gravamen supera el precio de los derechos, con independencia de que los permisos se reciban de forma gratuita o se adquieran mediante subasta. Este mecanismo equivaldría al anterior si todos los permisos se distribuyeran inicialmente de manera gratuita.
3. Establecer tipos reducidos y/o mínimos exentos para los sujetos pasivos que también estén sometidos al régimen del comercio de derechos de emisión. Esta vía puede ser muy recomendable si los beneficios fiscales se diseñan adecuadamente. Por ejemplo, se podría establecer como mínimo exento las emisiones resultantes de la utilización de las mejores tecnologías disponibles para cada proceso productivo.

### **3. PROPUESTA DE IMPUESTO SOBRE EL CARBONO**

#### **3.1. Del hecho a la base imponible**

Siguiendo la de Buñuel (2004: p. 438), una descripción básica del impuesto propuesto podría ser la siguiente:

1. Hecho imponible: la puesta a consumo de combustibles fósiles.
2. Exenciones: el consumo por los sectores más intensivos en el uso de la energía y expuestos a la competencia internacional podría quedar exento. Estos sectores quedarían sometidos sólo al sistema europeo de permisos de emisión negociables.
3. Base imponible: el peso del carbono contenido en el combustible.

### 3.2. Propuesta de tipos impositivos

La mejor aproximación al tipo impositivo óptimo de un impuesto sobre el carbono es el daño marginal de las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero la incertidumbre sobre éste hace que toda estimación deba ser tomada con cautela. Entre las estimaciones tradicionales más citadas podemos observar grandes diferencias, p. ej., entre la elevada de 0,257 a 0,583 €/kg CO<sub>2</sub> de Azar y Sterner (1996) y la reducida de 0,016 €/kg CO<sub>2</sub> de Nordhaus (1994), que este autor ha reducido recientemente aún más a 0,006 €/kg CO<sub>2</sub> (Nordhaus, 2008), pasando por la intermedia de 0,065 €/kg CO<sub>2</sub> de Fankhauser (1994). La revisión sistemática de los estudios disponibles confirma la gran incertidumbre en esta materia y la amplitud del abanico en el que se sitúan las estimaciones de los daños marginales de las emisiones de CO<sub>2</sub>. P. ej., Tol (2005) forma una función de densidad de probabilidad combinando 103 estimaciones procedentes de 28 estudios publicados. Convirtiendo dólares por tonelada de carbono en euros por kilo de CO<sub>2</sub>, la mediana de estas estimaciones es 0,004 €/kg CO<sub>2</sub> y la media 0,025 €/kg CO<sub>2</sub>, con un gran rango de variación de las estimaciones. Tol concluye que los estudios con menores tasas de descuento producen estimaciones e incertidumbres mayores, así como que los estudios sometidos a revisión por pares generan estimaciones e incertidumbres menores. Similares conclusiones sobre la incertidumbre y amplitud del abanico de estimaciones alcanzan Watkiss y Downing (2008), que reportan estimaciones que van de 0 a más de 0,3 €/kg CO<sub>2</sub>.

Una aproximación práctica a la fijación de los tipos consiste en tomar el precio del régimen europeo del comercio de derechos de emisión de CO<sub>2</sub> como una referencia válida de mercado. En su segunda fase de funcionamiento (2008-2012), los precios han oscilado entre aproximadamente 10 y 30 euros por tonelada de CO<sub>2</sub>, es decir, 0,01-0,03 €/kg CO<sub>2</sub>. También podemos examinar la experiencia de otros países. P. ej., el tipo impositivo del impuesto sobre el CO<sub>2</sub> es de 0,01716 €/kg CO<sub>2</sub> en Finlandia, 0,042 €/kg CO<sub>2</sub> en Suecia y 0,01344 €/kg CO<sub>2</sub> en Dinamarca (National Statistical Offices in Norway, Sweden, Finland & Denmark, 2003).

Además del nivel de los tipos hay que considerar cómo debería ser el calendario de su introducción. Para contribuir a la aceptación del impuesto y limitar los posibles efectos negativos de su rápida adopción, resulta conveniente que el impuesto se introduzca con un tipo moderado pero se vaya incrementando de acuerdo con un calendario previamente anunciado (OCDE, 2001), como ha ocurrido en la mayoría de los países que han introducido este tipo de impuesto (Baranzini, Goldemberg y Speck, 2000). No obstante, alguna literatura parecería recomendar lo contrario, como podría derivarse de la “paradoja verde” de Sinn (2008), que sugiere que un impuesto creciente en el tiempo podría acelerar el calentamiento global al incentivar a los propietarios de

los recursos a aumentar su extracción en el corto plazo en previsión del futuro aumento fiscal. Al margen de que la relevancia de las conclusiones teóricas de Sinn pueda quedar completamente anulada por la importancia de los aspectos prácticos antes mencionados que justifican una introducción gradual del impuesto, sólo parecen aplicables a un impuesto mundial y, por ello, irrelevantes a la hora de estudiar la introducción de un impuesto en España, cuyo efecto sobre las decisiones de los propietarios de los recursos de los que proceden los combustibles fósiles sería nulo. Más aún, Edenhofer y Kalkuhl (2011) muestran que el resultado teórico de Sinn sólo se produce en algunas circunstancias y que puede evitarse mediante el uso de un sistema apropiado de derechos de emisión.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, formulamos la siguiente propuesta. El tipo impositivo en el año de introducción sería de 0,005 €/kg CO<sub>2</sub> (5 €/t CO<sub>2</sub>) y se iría incrementando cada año en 0,002 €/kg CO<sub>2</sub>, de modo que al cabo de 10 años llegara a 0,025 €/kg CO<sub>2</sub> (25 €/t CO<sub>2</sub>). La actualización anual debería tener en cuenta la inflación para que fuera un incremento real de 0,002 €/kg CO<sub>2</sub>. Ésta propuesta de mínimos introduciría señales adecuadas de precio a la par que reduciría los posibles costes económicos mediante el largo periodo previsto de aumento progresivo.

### **3.3. Tipos impositivos, base imponible y recaudación potencial**

El impuesto propuesto es sólo una aproximación a un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, pues dejaría fuera del hecho imponible a las que no proceden de los combustibles fósiles. En sentido opuesto, el impuesto gravaría la fracción de carbono incorporada a los bienes producidos con combustibles en sus usos no energéticos, aunque no se convierten en emisiones de CO<sub>2</sub>. Para corregir estas desviaciones se lleva a cabo un estudio detallado, omitido aquí por brevedad (puede obtenerse del autor), que nos permite calcular la base imponible y los tipos propuestos en unidades monetarias por unidad de combustible. Partiendo de los datos medios de los factores de emisión de CO<sub>2</sub> de los combustibles utilizados en actividades de combustión, podemos calcular los tipos impositivos que corresponderían de media a los combustibles líquidos, sólidos y gaseosos, reflejados en la Tabla 1.

**Tabla 1**

Tipos impositivos medios del impuesto sobre el carbono por categoría de combustible (en euros por gigajulio)

Tipo de combustible	Factores de emisión de CO <sub>2</sub> (t/TJ)	Tipos impositivos (€/GJ)	
		Tipo mínimo	Tipo máximo
Combustibles líquidos	73,37	0,37	1,83
Combustibles sólidos	98,78	0,49	2,47
Combustibles gaseosos	56,19	0,28	1,40

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2008) y elaboración propia.

Podemos ser más precisos, estableciendo los tipos impositivos concretos de cada combustible en euros por metro cúbico en condiciones normales (m<sup>3</sup>N) en el caso del gas natural y por kilo en el caso del resto de combustibles. Para ello, como muestra la Tabla 2, utilizamos los datos del inventario de emisiones sobre el poder calorífico inferior (PCI) de cada combustible por unidad física de medida, lo que nos permite calcular los factores de emisión de CO<sub>2</sub> por dichas unidades físicas, derivando finalmente los tipos impositivos.

**Tabla 2**

Tipos impositivos del impuesto sobre el carbono por tipo de combustible (en euros por unidad física de medida de cada combustible)

Tipo de combustible	Factores emisión CO <sub>2</sub> (t/TJ)	Unid. medida	GJ <sub>PCI</sub> / unid.	Factores emisión CO <sub>2</sub> (t/unid.)	Tipos impositivos (€/unidad)	
					Tipo mín.	Tipo máx.
Gas natural	56,00	m <sup>3</sup> N	0,03849	0,00215544	0,01077720	0,05388600
Fuelóleo	76,00	Kg	0,04018	0,00305368	0,01526840	0,07634200
Gasóleo	73,00	Kg	0,04240	0,00309520	0,01547600	0,07738000
GLP genérico	65,00	Kg	0,04550	0,00295750	0,01478750	0,07393750
Propano	63,60	Kg	0,04620	0,00293832	0,01469160	0,07345800
Butano	66,20	Kg	0,04478	0,00296444	0,01482218	0,07411090
Carbón	98,78	Kg	0,03000	0,00296342	0,01481712	0,07408558

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2008) y elaboración propia.

Teniendo en cuenta las exenciones que consideramos adecuadas, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, podemos clasificar las emisiones en gravadas, que integrarían la base imponible, y no sujetas o exentas. Esta clasificación y las precisiones sobre la misma se omiten por brevedad (pueden obtenerse del

autor). Aplicando a la base imponible los tipos impositivos inicial o mínimo y final o máximo, estimamos la recaudación potencial del impuesto: 1.300 millones de euros en el año de introducción del tributo, que podrían elevarse hasta 6.600 millones transcurrido el periodo transitorio de 10 años. La recaudación potencial se reduciría sensiblemente si se eximiera al sector eléctrico, ya sometido al régimen del comercio de derechos de emisión: 800 y 4.000 millones de euros, respectivamente. Nótese que estas estimaciones se basan exclusivamente en las emisiones del año del inventario y, por tanto, son estáticas. En el caso de que el impuesto se introdujera de la manera gradual propuesta es de esperar que al término del periodo transitorio hubiera generado el efecto medioambiental deseado de reducir las emisiones y, por ende, la base imponible y la recaudación. Por supuesto, otros muchos factores, cuya modelización escapa al propósito de este artículo, afectarían a las emisiones, unos con efecto positivo, como el crecimiento económico, y otros con efecto negativo, como el aumento de la eficiencia energética no causado por el impuesto.

### **3.4. Deduciones**

Se proponen dos tipos de deducciones:

1. Dedución en la cuota del importe íntegro pagado para adquirir derechos de emisión de CO<sub>2</sub> por las empresas sometidas al régimen del comercio de dichos derechos, si no estuvieran exentas.
2. Dedución en la base imponible del carbono no emitido por los usos no energéticos de combustibles. Para calcular esta deducción habría que aplicar a la producción del sujeto pasivo los factores utilizados en la elaboración del inventario oficial de emisiones sobre incorporación de carbono a los productos industriales.

## **4. ANÁLISIS INPUT-OUTPUT DE LOS EFECTOS SOBRE LOS PRECIOS SECTORIALES DE UN IMPUESTO SOBRE EL CARBONO**

### **4.1. Objetivo y metodología del estudio**

El propósito de esta sección es investigar el impacto relativo en los precios sectoriales españoles de la introducción del impuesto sobre el carbono propuesto, para lo que utilizamos un modelo input-output. Nuestro objetivo es demostrar que el impacto del impuesto sobre la inflación sería moderado, sin tener en cuenta que esperamos que el tributo contribuya a la reducción del consumo de los combustibles fósiles gravados, fomentando el ahorro y la eficiencia energética, así como la sustitución de dichos combustibles por fuentes energéticas renovables. Estos efectos esperados del impuesto contribuirían a su

vez a limitar aún más el impacto sobre los precios (a la vez que erosionarían la base imponible y la recaudación potencial), por lo que, al ignorarlos, estaríamos sobreestimando los efectos inflacionistas.

Los métodos input-output han sido utilizados profusamente en estudios sobre los efectos de posibles reformas impositivas sobre los precios en España. Entre los ejemplos destacados de esta literatura, Labandeira y Labeaga (2002) los emplean para calcular la intensidad en emisiones de CO<sub>2</sub> de la economía española en 1992, lo que les permite estimar los efectos sobre los precios de distintos posibles impuestos sobre el carbono. Tarancón, Del Río y Callejas (2010) también los usan para calcular el consumo total de electricidad de 18 sectores manufactureros en España y otros 14 países europeos, identificando los sectores más sensibles a un aumento del precio de la electricidad, que bien podría ser causado por un impuesto sobre el carbono. En otro ejemplo de esta literatura, Llop y Pié (2008) usan los métodos input-output para analizar los efectos económicos en Cataluña de un impuesto sobre los usos energéticos intermedios, una reducción de la demanda energética intermedia y la combinación de ese impuesto y esta reducción.

En particular, la metodología propuesta en nuestro estudio consiste en el Modelo Dual de Precios de Leontief con desagregación de valores añadidos y diferenciación de importaciones. Este modelo puede expresarse de la siguiente manera:

$$\mathbf{p} = \mathbf{A}'_d \mathbf{p} + \mathbf{A}'_m \mathbf{p}_m + \mathbf{A}_g \mathbf{i}, \quad (1)$$

donde  $\mathbf{p}$  es el vector de precios sectoriales interiores;  $\mathbf{p}_m$  es el vector de precios sectoriales de importación;  $\mathbf{i}$  es el vector identidad;  $\mathbf{A}_d$  es la matriz de coeficientes técnicos interiores:  $\mathbf{A}_d = \mathbf{Z}_d \hat{\mathbf{W}}^{-1}$ , donde  $\mathbf{Z}_d$  es la matriz de consumos intermedios interiores, y  $\hat{\mathbf{W}}$  es la matriz diagonal de producciones efectivas;  $\mathbf{A}_m$  es la matriz de coeficientes técnicos de importación:  $\mathbf{A}_m = \mathbf{Z}_m \hat{\mathbf{W}}^{-1}$ , donde  $\mathbf{Z}_m$  es la matriz de consumos intermedios importados; y  $\mathbf{A}_g$  es la matriz de coeficientes de valores añadidos:  $\mathbf{A}_g = \hat{\mathbf{W}}^{-1} \mathbf{G}$ , donde  $\mathbf{G}'$  es la matriz de inputs primarios. Despejando  $\mathbf{p}$ , la solución del modelo (1) puede expresarse del siguiente modo:

$$\mathbf{p} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}'_d)^{-1} (\mathbf{A}'_m \mathbf{p}_m + \mathbf{A}_g \mathbf{i}) \quad (2)$$

La solución (2) nos permite simular el impacto en los precios sectoriales del impuesto. Para ello, basta comparar el modelo (2) en la situación inicial de equilibrio y tras la introducción del impuesto. El vector  $\mathbf{p}$ , que es un índice de precios implícitos, es igual al vector identidad  $\mathbf{i}$  en la situación de equilibrio original. El impuesto modifica este equilibrio y produce un nuevo vector  $\mathbf{p}$ , que

expresa los nuevos precios sectoriales interiores como índices en tanto por uno, por lo que el incremento sobre la unidad es el aumento de precios generado por el impuesto.

#### 4.2. Fuentes estadísticas

Los datos utilizados proceden de la Contabilidad Nacional de España publicada por el Instituto Nacional de Estadística (2008). En particular, se ha usado la *Tabla simétrica input output 2000*, que presenta 73 ramas de actividad.

#### 4.3. Resultados de la simulación input-output

Con los datos citados podemos calcular todas las matrices y los vectores necesarios para resolver el modelo (2), y simular el impacto del impuesto en los precios sectoriales en el primer periodo, con el tipo propuesto de 5 €/t CO<sub>2</sub>, y transcurrido el periodo transitorio de 10 años, con el tipo propuesto de 25 €/t CO<sub>2</sub>. Al no disponer de datos input-output de los sectores energéticos en unidades físicas, primero debemos convertir los tipos impositivos descritos en la sección 3.3 en términos exclusivamente monetarios, para poder aplicarlos sobre el valor de la producción efectiva y de las importaciones de los sectores gravados. Dada la escasa desagregación sectorial de la tabla input-output en relación con los combustibles, nos basta con calcular los tipos por las categorías de combustibles líquidos, sólidos y gaseosos. Para mayor coherencia de los datos, utilizamos los del inventario oficial de las emisiones de gases de efecto invernadero españolas de 2000 (Ministerio de Medio Ambiente, 2008), año para el que están calculadas las tablas input-output, para determinar los porcentajes que suponían las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los combustibles líquidos, sólidos y gaseosos sobre el total de las emisiones de los combustibles, y los aplicamos sobre la recaudación derivada de los tipos impositivos propuestos aplicados a las emisiones de 2000 para estimar cómo se repartiría esta recaudación por tipo de combustible, de manera coherente con los datos de 2000. Finalmente, esta recaudación por tipo de combustible se reparte entre la producción nacional a precios básicos y las importaciones de los sectores de los que proceden los combustibles gravados, en proporción al porcentaje que representan dicha producción e importaciones sobre el total de la oferta a precios básicos de estos sectores. De esta manera, estimamos cómo se repartiría la recaudación generada entre la producción y las importaciones de estos sectores, que, expresada como porcentaje del total de dichas producción e importaciones, nos da una estimación de cómo aumentarían los impuestos sobre la producción nacional y los precios de las importaciones (gravados igualmente). Obviamente, este porcentaje es el mismo para la producción nacional y para las importaciones. El resultado, redondeando los porcentajes estimados, se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3**

Incremento porcentual de los impuestos sobre la producción nacional y de los precios de las importaciones como consecuencia de la introducción del impuesto sobre el carbono por tipo de combustible

Tipo de combustible	Incremento porcentual	
	Aplicando el tipo mínimo	Aplicando el tipo máximo
Combustibles líquidos	4%	20%
Combustibles sólidos	9%	45%
Combustibles gaseosos	3%	15%

Fuente: Elaboración propia.

Ante la falta de mayor desagregación, tenemos que conformarnos con los datos agregados y mezclados que implican los sectores recogidos en las tablas input-output. Con esta limitación, adoptamos el supuesto de que la mejor aproximación a la simulación del impuesto propuesto se obtiene considerando como sectores de los que proceden los combustibles gravados los que se recogen en la siguiente tabla. Especialmente insatisfactorio resulta que se mezclen en un mismo sector la extracción de crudos de petróleo, de gas natural y de uranio y torio, en el que la mayoría de la oferta es de combustibles líquidos. Igualmente insatisfactorio es que se mezclen en otro sector las coquerías, el refinó y los combustibles nucleares, en el que la mayoría de la oferta también está constituida por combustibles líquidos.

**Tabla 4**

Sectores cuya oferta a precios básicos se asume que representa los combustibles gravados por el impuesto sobre el carbono

Sectores	Tipo de combustible
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	Combustibles sólidos
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	Combustibles líquidos
Coquerías, refinó y combustibles nucleares	Combustibles líquidos
Producción y distribución de gas	Combustibles gaseosos

Fuente: Elaboración propia.

Los incrementos porcentuales de la Tabla 3 se introducen aditivamente en los coeficientes correspondientes a los impuestos de los sectores de la Tabla 4 en la matriz de coeficientes de valores añadidos,  $A_g$ . Por otra parte, dado que el impuesto gravaría el consumo de los combustibles fósiles, las importaciones

energéticas serían gravadas también. Por ello, se aplican los mismos porcentajes de la Tabla 3 a los precios de las importaciones de los sectores de la Tabla 4, sumándolos en el vector de precios sectoriales de importación,  $p_m$ , que inicialmente es el vector identidad. Habiendo modificado el modelo (2) de esta forma, podemos resolverlo para los dos tipos impositivos considerados, obteniendo los resultados para las 73 ramas de actividad. Los resultados indican que el efecto sobre los precios sectoriales de la introducción del impuesto aplicando el tipo mínimo inicial sería bastante reducido. Salvo en los cuatro sectores que hemos supuesto que son el origen de los combustibles y, por tanto, sobre cuya oferta hemos aplicado el tributo, el porcentaje de aumento de los precios sólo supera el 1 por ciento en el sector de la producción y distribución de energía eléctrica, como muestra la Tabla 5. Por tanto, el efecto inflacionario del tributo sobre los precios del resto de sectores sería muy reducido.

**Tabla 5**

Sectores con los mayores aumentos de precios causados por la aplicación del impuesto sobre el carbono

Ramas de actividad	Aumento de precios aplicando	
	Tipo mínimo	Tipo máximo
Extracción de antracita, hulla, lignito y turba	9,44%	47,21%
Coquerías, refino y combustibles nucleares	7,15%	35,76%
Producción y distribución de gas	5,77%	28,85%
Extracción de crudos de petróleo y gas natural. Extracción de uranio y torio	4,79%	23,93%
Producción y distribución de energía eléctrica	1,90%	9,51%
Transporte aéreo y espacial	0,98%	4,91%
Transporte marítimo	0,76%	3,79%
Industria química	0,72%	3,58%
Transporte terrestre y transporte por tubería	0,64%	3,18%
Extracción de minerales no metálicos	0,62%	3,11%
Industrias de la cerámica	0,48%	2,41%
Extracción de minerales metálicos	0,43%	2,14%
Fabricación de cemento, cal y yeso	0,42%	2,10%
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	0,42%	2,10%

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que respecta al efecto sobre los precios sectoriales tras el periodo

transitorio de diez años, los efectos inflacionarios tampoco serían exagerados. Nuevamente, salvo en los cuatro sectores origen de los combustibles, el porcentaje de aumento de los precios sólo supera el 5 por ciento en el sector de la producción y distribución de energía eléctrica, en el que el aumento sería del 9,5 por ciento, como muestra la Tabla 5. Un aumento de precios entre el 4 y el 5 por ciento sólo se alcanzaría en el sector de transporte aéreo y espacial. Aumentos entre el 3 y el 4 por ciento pueden observarse en los sectores de transporte marítimo, industria química, transporte terrestre y transporte por tubería, y extracción de minerales no metálicos. Los precios aumentarían entre el 2 y el 3 por ciento en los sectores de industrias de la cerámica, extracción de minerales metálicos, fabricación de cemento, cal y yeso, y fabricación de vidrio y productos de vidrio.

## 5. CONCLUSIONES

Las energías renovables son esenciales para alcanzar los objetivos de las políticas de mitigación del cambio climático. Sin embargo, se las critica porque las primas que las subvencionan en España dificultan la necesaria reducción del déficit de tarifa que aqueja al sector eléctrico. Como solución a este problema se ha propuesto establecer un “céntimo verde” sobre los hidrocarburos que contribuya a financiar dichas primas. Frente a esta propuesta, concluimos que las primas que financian las energías renovables deberían trasladarse a los Presupuestos Generales del Estado, pues estas energías benefician a toda la sociedad. Las primas quedarían garantizadas si su normativa trasladara su coste automáticamente a los Presupuestos.

Por otra parte, el mejor instrumento fiscal de una política de mitigación del cambio climático no es el “céntimo verde”, sino un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, que equivale a un impuesto sobre los combustibles fósiles basado en su contenido en carbono. La recaudación de este tributo aumentaría el Presupuesto por el lado de los ingresos, igual que el traslado de las primas a las energías renovables lo aumentaría en la vertiente del gasto, pero dicha recaudación no debería afectarse a un fin en particular, como se propone con el “céntimo verde”, pues la afectación nunca puede producir un resultado mejor que el alcanzado en su ausencia.

El hecho imponible del impuesto sobre el carbono estaría constituido por la puesta a consumo de combustibles fósiles. El consumo por los sectores más intensivos en el uso de la energía y expuestos a la competencia internacional podría quedar exento, de forma que estos sectores quedarán sometidos exclusivamente al sistema europeo del comercio de derechos de emisión. La base imponible sería el peso del carbono contenido en el combustible. Con respecto al tipo impositivo, ascendería inicialmente a sólo 5 euros por tonelada de CO<sub>2</sub> y se iría incrementando en 2 euros cada año, hasta alcanzar 25 euros por

tonelada al cabo de 10 años. Esta propuesta de mínimos conseguiría generar señales adecuadas de precio a la vez que reducir los posibles costes económicos mediante la introducción progresiva del impuesto.

La recaudación potencial del impuesto asciende a 1.300 millones de euros inicialmente y a 6.600 millones una vez que el tipo impositivo alcanzara su nivel máximo. Aunque no proponemos la afectación de la recaudación a ningún fin, y la introducción del impuesto y de la asunción de las primas a las energías renovables por los Presupuestos Generales del Estado serían medidas independientes, nótese que este último importe supera el montante total de las primas, incentivos y complementos liquidados en 2010 a las instalaciones de régimen especial (las renovables y las de cogeneración), que ascendió a 6.453 millones de euros. La recaudación potencial se reduciría hasta 800 y 4.000 millones de euros, respectivamente, si se eximiera al sector eléctrico por estar sometido al régimen del comercio de derechos de emisión. No obstante, la exención es innecesaria; el impuesto sobre el carbono podría compatibilizarse con el comercio de derechos de emisión mediante una deducción en la cuota del impuesto del importe íntegro pagado para adquirir derechos de emisión de CO<sub>2</sub>, que sería aplicable al sector eléctrico. El resultado sería una recaudación potencial entre las dos calculadas.

La simulación del efecto sobre los precios sectoriales del impuesto sobre el carbono indica que, más allá del efecto directo sobre el precio de los combustibles, no se producirían grandes efectos inflacionistas, salvo para el sector de producción y distribución de energía eléctrica. Sin embargo, este efecto se vería contrarrestado si las primas al régimen especial dejaran de ser un coste del sistema eléctrico, como hemos propuesto. Teniendo en cuenta que estas primas suponen hoy en día un porcentaje del total de los costes eléctricos mayor que el máximo aumento de precios que hemos estimado, el resultado conjunto del impuesto y de trasladar las primas a los Presupuestos Generales del Estado reduciría los precios de la electricidad.

Además, la simulación no permite contemplar las exenciones propuestas, por lo que se sobrestima el efecto sobre los precios sectoriales. El mismo efecto causa el que las tablas input-output de 2000 reflejen una estructura productiva más intensiva en el uso de energía y en emisiones de CO<sub>2</sub>, especialmente porque el gran desarrollo de las energías renovables se ha producido después de 2000. Por otra parte, el efecto sobre los precios sectoriales se vería atenuado si parte de los ingresos generados por el impuesto se utilizara para disminuir otros impuestos sobre las empresas, lo que no se ha simulado y minoraría el efecto negativo sobre la competitividad de las empresas españolas. Igualmente, la introducción gradual del impuesto minimizaría el efecto negativo, pues permitiría a las empresas aumentar su eficiencia energética antes de que los tipos del impuesto alcanzaran su nivel máximo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AZAR, C., y STERNER, T. (1996): “Discounting and Distributional Considerations in the Context of Global Warming” en *Ecological Economics*, 19(2): pp. 169-184.
- BARANZINI, A., GOLDEMBERG, J., y SPECK, S. (2000), “A Future for Carbon Taxes” en *Ecological Economics*, 32: pp. 395–412.
- BUÑUEL GONZÁLEZ, M. (1999): *El uso de instrumentos económicos en la política del medio ambiente*, Colección Estudios 75, Madrid: Consejo Económico y Social.
- BUÑUEL GONZÁLEZ, M. (2004): “Capítulo XII: Recomendaciones para el uso de instrumentos fiscales con fines medioambientales: una propuesta preliminar para España en el ámbito estatal” en Buñuel González, M. (dir.), *Tributación medioambiental: teoría, práctica y propuestas*, Colección Economía, Madrid: Civitas: pp. 419-451.
- EDENHOFER, O., y KALKUHL, M. (2011): “When Do Increasing Carbon Taxes Accelerate Global Warming? A Note on the Green Paradox” en *Energy Policy*, 39: pp. 2208-2212.
- FANKHAUSER, S. (1994): “The Social Costs of Greenhouse Gas Emissions: An Expected Value Approach” en *Energy Journal*, 15: pp. 157–184.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2008): *Marco input-output*. Disponible en: <http://www.ine.es/daco/daco42/cne00/cneio2000.htm>.
- LABANDEIRA, X., y LABEAGA, J. M. (2002), “Estimation and Control of Spanish Energy Related CO<sub>2</sub> Emissions: An Input–Output Approach” en *Energy Policy*, 30: pp. 597-611.
- LLOP, M., y PIÉ, L. (2008), “Input–Output Analysis of Alternative Policies Implemented on the Energy Activities: An Application for Catalonia” en *Energy Policy*, 36: pp. 1642-1648.
- MCCLEARY, W. (1991): “The Earmarking of Government Revenue: A Review of Some World Bank Experience” en *World Bank Research Observer*, 6(1): pp. 81-104.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2008): *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España años 1990-2006: Comunicación a la Comisión Europea*, Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- NATIONAL STATISTICAL OFFICES IN NORWAY, SWEDEN, FINLAND & DENMARK (2003): *Energy Taxes in the Nordic Countries*, Bruselas: Eurostat.
- NORDHAUS, W. D. (1994): *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, Cambridge (Massachusetts) y Londres: MIT Press.
- NORDHAUS, W. D. (2008): *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, New Haven y Londres: Yale University Press.

- OCDE (1996): *Implementation Strategies for Environmental Taxes*, París: OCDE.
- OCDE (2001): *Environmentally related taxes in OECD countries: Issues and Strategies*, París: OCDE.
- O'RIORDAN, T. (ed.) (1997): *Ecotaxation*, Londres: Earthscan Publications.
- SINN, H. (2008), "Public Policies against Global Warming: A Supply Side Approach" en *International Tax and Public Finance*, 15: pp. 360–394.
- SUBCOMISIÓN DE ANÁLISIS DE LA ESTRATEGIA ENERGÉTICA ESPAÑOLA PARA LOS PRÓXIMOS 25 AÑOS (2010): *Informe de de la Subcomisión*, Boletín Oficial de las Cortes Generales 501, 30 de diciembre de 2010, Madrid: Congreso de los Diputados.
- TARANCÓN MORÁN, M. A., DEL RÍO GONZÁLEZ, P., y CALLEJAS ALBIÑANA, F. (2010), "Assessing the Influence of Manufacturing Sectors on Electricity Demand: A Cross-Country Input-Output Approach" en *Energy Policy*, 38: pp. 1900-1908.
- TEJA, R. S., y BRACEWELL-MILNES, B. (1991): *The Case for Earmarked Taxes*, Londres: The Institute of Economic Affairs.
- TOL, R. S. J. (2005), "The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties" en *Energy Policy*, 33: pp. 2064–2074.
- WATKISS, P., y DOWNING, T. E. (2008), "The Social Cost of Carbon: Valuation Estimates and Their Use in UK Policy" en *The Integrated Assessment Journal*, 8: pp. 85–105.

