

Un impuesto europeo sobre el dióxido de carbono: propuestas, posibilidades e implicaciones¹

Emilio Padilla Rosa* y Jordi Roca Jusmet**

*Departamento de Economía Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona

emilio.padilla@uab.es

**Departamento de Teoría Económica, Universitat de Barcelona

jroca@eco.ub.es

Resumen

En el presente artículo se revisan las propuestas sobre fiscalidad energética y, en concreto, sobre un impuesto europeo que grave las emisiones de dióxido de carbono y las dificultades con que se han encontrado.

Se estudian las posibles implicaciones que tendría un impuesto, no ya armonizado, sino recaudado a nivel del conjunto de la Unión Europea. Este tipo de impuesto tendría importantes efectos distributivos no solo a nivel de un país (como un impuesto armonizado) sino también entre diferentes países. El trabajo estudia dichos efectos potenciales según diferentes modelos concretos de implantación (un modelo puro sobre el CO₂; un modelo 50%/50% energía-CO₂; un modelo puro sobre el CO₂ pero gravando también la energía nuclear) y de destino de los fondos recaudados.

Palabras clave: Impuesto sobre el carbono, Unión Europea, efectos distributivos.

1. El debate sobre la fiscalidad de las emisiones de CO₂ en la Unión Europea

A principios de los noventa, y en el contexto de la preparación de la Cumbre de la Tierra de Río, en la Unión Europea se planteó con fuerza la posibilidad de implantar un impuesto armonizado sobre los combustibles fósiles que gravase a todos ellos diferencialmente según las emisiones de carbono asociadas a su uso. La lógica del impuesto sobre el carbono es la de aumentar los precios de los productos energéticos, lo que reduce su consumo ya que estimula el ahorro energético y las inversiones en mejoras de eficiencia causando la sustitución de combustibles y productos, cambiando por tanto las estructuras de consumo y producción haciéndolas menos intensivas en energía.

¹ Los autores desean agradecer la financiación de la presente investigación por parte del Instituto de Estudios Fiscales.

El debate en la Unión Europea pasó por muchas vicisitudes. En junio de 1992 se presentó por parte de la Comisión una propuesta de directiva (COM (92) 226 final; Comisión Europea, 1992). Según dicha propuesta se establecería un impuesto de ámbito nacional de tipo mixto mediante el cual se gravarían las diferentes formas de energías en función de su contenido energético y de las emisiones de dióxido de carbono emitidas en su uso. Las energías renovables quedarían en general exentas, si bien la energía hidroeléctrica generada en centrales de potencia superior a los 10 megavatios sí se veía afectada, aunque a un tipo reducido. En concreto, el impuesto estaba diseñado de forma que en el caso del petróleo la mitad de la carga fiscal provendría de su contenido energético y la otra mitad de su contenido en carbono. Los tipos impositivos estaban fijados de forma que en el momento de su aplicación, 1993, el petróleo soportaría un impuesto equivalente a 3\$ por barril, que iría aumentando hasta alcanzar un valor de 10\$ por barril en el año 2000, lo que se alcanzaría con un impuesto de unos 22\$ por tonelada de CO₂ (O'Connor, 1997). Se preveían, además, importantes exenciones para los sectores industriales más intensivos en energía; la aplicación de este tipo de exenciones ha sido una característica bastante general en la introducción de ecotasas en Europa y ello ha sido justamente denunciado como un factor que reduce mucho la efectividad ambiental de dichos impuestos (Ekins y Speck, 1999). Uno de los puntos más significativos era que la aplicación práctica de la directiva se condicionaba a que sus principales competidores de la OCDE pusiesen en marcha medidas impositivas similares.

A pesar de lo moderado y cauteloso de la propuesta, la oposición decidida de algunos gobiernos abortaron la iniciativa. Cabe señalar que cuando las decisiones en política ambiental afectan a la fiscalidad, la normativa actual de la UE requiere que sean aceptadas por unanimidad, por lo que cualquier decisión sobre fiscalidad ecológica -o sobre planificación- puede ser bloqueada incluso por solo un único país de la UE.

En mayo de 1995 se planteó una nueva propuesta de Directiva (COM (95) 172 final; Comisión Europea, 1995). Aunque el contenido de la propuesta era muy similar, se introdujo una importante modificación. La directiva fijaba la estructura armonizada del impuesto, pero los estados miembros podrían, durante un período transitorio, fijar libremente los tipos impositivos. Los tipos previstos para el año 2000 –equivalentes en el caso del petróleo a un impuesto de 10\$ por barril- adquirirían no un carácter obligatorio sino un carácter de “tipos-objetivo” hacia los cuales los estados miembros tratarían de hacer converger sus tipos. A pesar de estos cambios, que pretendían lograr el consenso, la directiva fracasó de nuevo ante la oposición de algunos gobiernos. Incluso propuestas

mucho más tímidas y parciales como la de marzo de 1997 (COM (97) final; Comisión Europea, 1997), de aumentar en varias fases los tipos armonizados mínimos sobre algunos productos energéticos, está aún bloqueada fundamentalmente por la oposición del gobierno español.

Cabe destacar que la propuesta, tanto en 1992 como en 1995, era de armonización de los niveles mínimos de fiscalidad, pero no de un impuesto recaudado a nivel del conjunto de la Unión Europea como ingreso propio. Esta última posibilidad ha estado prácticamente fuera del debate; la única referencia que hemos encontrado en publicaciones oficiales es en un informe encargado por la Comisión Europea, publicado en 1993, sobre fuentes de financiación de la UE. En éste se dedica un apartado a posibles nuevos recursos propios donde aparece la posibilidad de un impuesto sobre el dióxido de carbono que, además, se considera entre otras alternativas como la que cumple más criterios favorables (tabla 31, p. 85); según dicho informe “*también existe un claro argumento económico para asignar los ingresos obtenidos al nivel de gobierno supranacional*” (p. 91)

Hasta el momento, y mientras no su aplicación a nivel europeo está bloqueada, sólo algunos países (Dinamarca, Holanda, Noruega y Suecia y más recientemente Irlanda e Italia) han decidido aplicar impuestos sobre el carbono, mientras que otros (Austria y Alemania) han optado por aumentar los impuestos energéticos. Pero a parte de estas tasas hay otros impuestos que afectan a los productos energéticos y el impuesto implícito sobre el carbono varía mucho entre los diferentes productos energéticos y los distintos países de la UE, lo cual resulta un grave problema adicional a la hora de implementar tasas coordinadas internacionalmente (Baranzini, *et al.*, 2000).

2. ¿Impuestos nacionales armonizados o impuesto internacional?

El argumento teórico económico para un impuesto único sobre un problema global como es el cambio climático es que con éste se hace frente al problema de forma más eficiente. Con un impuesto único se tienden a igualar los “costes” marginales de reducción de las emisiones, consiguiéndose por tanto una reducción de emisiones conjunta a un menor “coste” total.² Diversos estudios empíricos parecen mostrar que, en efecto, un instrumento económico único para distintos países lleva a una reducción a menor coste que aplicar el instrumento por separado. Entre ellos, Conrad y Schmidt (1998) y Barker (1999) estiman que la tasa impositiva necesaria para reducir las emisiones comunitarias a un

² Denotando con “coste” el sacrificio medido en unidades monetarias que se asume implica la disminución de emisiones.

determinado nivel es inferior en el caso de una tasa coordinada que en el caso la aplicación de tasas no coordinadas.

Estos argumentos, sin embargo, no permiten decantarse entre las dos alternativas de implantación de tipos impositivos únicos: los nacionales armonizados o el impuesto internacional. Un impuesto único a nivel mundial es bastante impensable de momento y la propuesta no está en el orden del día ni siquiera prácticamente a nivel de debate. Pero sí que es perfectamente concebible que una entidad como la UE, que tiene un presupuesto comunitario con ingresos y gastos, decida implantar un impuesto supranacional de este tipo como un ingreso propio. No obstante, como hemos visto en el apartado anterior, las propuestas concretas que se han planteado consisten en impuestos armonizados que pasarían a formar parte de los ingresos de cada país.

Pueden apuntarse algunas ventajas que podría tener un impuesto recaudado a nivel de toda la Unión Europea:

- a) Mayores incentivos para las políticas ambientales. Las estrategias para reducir las emisiones de efecto invernadero se definen, en gran parte, a nivel nacional. Como el problema es global, aparecen los típicos problemas de free-rider, no ya a nivel de agentes económicos individuales sino de gobiernos. Con un impuesto internacional cada unidad de reducción supondría un ahorro en la contribución neta que cada país realiza a los presupuestos de la Unión Europea. Esto llevaría a reducir los citados problemas. Con una tasa armonizada a un país puede no interesarle hacer el esfuerzo de disminuir emisiones y puede disminuir otros impuestos o gravar bienes sustitutos (energías renovables) y así mantener su estructura productiva y de consumo inalterada (Hoel, 1992). En consecuencia, es previsible que para alcanzar el mismo nivel de reducción global se debería poner una tasa más alta de la que sería necesaria con el impuesto internacional y se generarían más ineficiencias.³
- b) Un impuesto internacional evita el posible efecto perverso que podría comportar convertir la imposición ambiental en una parte sustancial de los ingresos públicos de un país. Dado que el éxito de las políticas de reducción de los impactos ambientales reduciría la base imponible y con ello los ingresos fiscales, podría suceder que los gobiernos no tuviesen interés en dicho éxito para así evitar la

³ Sin embargo, en el caso del impuesto internacional sí existiría un incentivo importante para “esconder” las emisiones (Hoel, 1992). Aunque en el caso concreto de las emisiones de CO₂, cuyo valor va directamente relacionado a los consumos energéticos, seguramente estas posibilidades son bastante limitadas para los países desarrollados y, en cualquier caso, es una dificultad que ha de vencer cualquier política internacional que imponga obligaciones –y potenciales penalizaciones- a los diferentes países.

“erosión fiscal”. Con un impuesto de ámbito supranacional desaparece dicho problema (aunque podría trasladarse al ámbito supranacional por lo que atañe a las políticas ambientales decididas en dicho nivel de gobierno).

- c) Un impuesto de ámbito internacional genera una fuente propia de ingresos fiscales, lo que puede considerarse positivo si se piensa que la unión económica debería ir acompañada de un mayor gasto presupuestario.⁴ El objetivo de los impuestos que aquí analizamos no es el de la recaudación. Sin embargo, un impuesto gravado sobre el carbono es un ejemplo claro de un impuesto ecológico que generaría importantísimos ingresos para el sector público, aunque es de señalar que, a igualdad de circunstancias, cuanto más efectivo sea el impuesto desde el punto de vista ambiental menor será la recaudación. En las simulaciones que haremos posteriormente veremos como, en el caso específico de la UE, un impuesto elevado sobre el CO₂ podría llevar –al menos a corto plazo- a unos ingresos significativamente superiores al nivel de gasto actual de los presupuestos de la UE.
- d) Una cuestión más controvertida –que es la que más nos interesa en este artículo- es la de las ventajas o desventajas de un impuesto armonizado o supranacional desde el punto de vista distributivo entre países. Es posible –de hecho éste es uno de los resultados de este artículo- que un impuesto internacional tuviese efectos algo regresivos. Sin embargo, los propios ingresos volverían de una forma u otra a los ciudadanos de la UE, de manera que lo que es una posible desventaja desde el punto de vista distributivo podría convertirse en una ventaja ya que, por la vía del gasto público (ver el apartado c) o por la vía de las transferencias directas, los efectos podrían ser netamente positivos, mientras que un impuesto armonizado no tendría efectos redistributivos entre países.⁵ En seguida analizaremos con más detalle este tema después de recordar (en el punto 3) algunas cuestiones y estudios que han discutido los efectos distributivos de los impuestos ecológicos –y en particular de los impuestos sobre el CO₂- generalmente dentro de un país. Recordemos, sin embargo, que los efectos redistributivos “progresivos” pueden ser una característica deseable de las ecotasas (y por tanto puede guiarnos en su

⁴ Pero si el impuesto se introduce, como se proponía en 1992 y 1995, en un contexto de “neutralidad fiscal”, es decir, sin aumentar la presión fiscal global, entonces no habría más ingresos adicionales.

⁵ Aunque, desde luego, nos puede preocupar si afectará macroeconómicamente más negativamente a los países más ricos o a los menos ricos (ver *Comisión Europea*, 1993). Jansen y Klaasen (2000) analizan los efectos de aplicar la última propuesta de directiva de 1997 de impuestos mínimos armonizados, concluyendo que podría conllevar un pequeño aumento del PIB y una disminución de la emisiones para la mayoría de países, siempre que los ingresos se usen para reducir las cotizaciones sociales.

diseño), pero la redistribución no es su objetivo principal: de hecho queremos que no haya “equidad horizontal”, en el sentido de que sería deseable que dos países con el mismo nivel de renta per cápita pagaran más o menos en función de su nivel de esfuerzo en reducir emisiones.

3. Impuestos ecológicos y sus impactos distributivos: una visión general

La cuestión de los efectos distributivos de los impuestos ecológicos tiene tres aspectos: cómo se distribuye la carga fiscal, qué efectos distributivos tiene el uso de los ingresos (mayor gasto y/o reducción de otros ingresos) y quién se ve más o menos beneficiado por los efectos ambientales positivos.

El aspecto más complejo de estudiar es generalmente el último, el de la repartición de los beneficios (o costes evitados) de tipo ambiental.⁶ Además, en problemas globales, como el del cambio climático, existe una gran incertidumbre acerca de los costes evitados y éstos no sólo afectan a los habitantes de un país determinado sino también –y sobre todo– a las generaciones futuras y los habitantes de otros lugares del mundo.⁷

Los trabajos empíricos se han centrado generalmente en la primera cuestión, la del reparto de la carga fiscal, y se ha discutido normalmente respecto a los efectos que un impuesto “nacional” (aunque quizás armonizado para diferentes países) tendría dentro de un país para los diferentes grupos sociales, diferenciados según niveles de renta o de gasto. La mayoría de estudios se refieren precisamente a impuestos sobre las energías no renovables y/o sobre las emisiones de carbono.

Los estudios iniciales referidos sólo tenían en cuenta los efectos directos basados en las compras de energía por las diferentes familias (un dato que normalmente se obtiene a partir de encuestas de presupuestos familiares) pero no los efectos directos e indirectos de un encarecimiento de la energía que afectaría a todos los sectores económicos. En general se mostró que, así como el porcentaje del gasto total destinado a consumo de energía para uso doméstico tendía a disminuir con el nivel de renta o gasto, en cambio, el gasto en carburante para transporte se comportaba en sentido contrario. Según Poterba (1991), un impuesto sobre el carbono sería regresivo para Estados Unidos, aunque la regresividad era mucho menor si la variable de referencia era el gasto familiar que si era la renta familiar.

⁶ En el impuesto sobre la energía o el CO₂, el efecto positivo se deriva de la disminución de emisiones de efecto invernadero y de la contaminación asociada.

⁷ A pesar de la extrema incertidumbre respecto a los costes evitados (o “beneficios”) algunos análisis como el de Boyd *et al.* (1995) intentan cuantificarlos y concluyen que la energía tiene un precio demasiado bajo, dado los daños ambientales que causa, y que la imposición al carbono conllevaría “beneficios netos”.

En el caso del Reino Unido se concluía que los efectos de un impuesto sobre las energías no renovables serían regresivos porque el aumento de precios que soportarían los grupos de menor renta sería muy superior al de los grupos de mayor renta (Smith, 1992). Sin embargo, el resultado no podía generalizarse para todos los países europeos y según el estudio comparativo de Smith los efectos regresivos serían apreciables en Irlanda y el Reino Unido mientras que en otros países, como Italia o España, un impuesto de este tipo tendría probablemente efectos más o menos proporcionales para los diferentes niveles de renta, resultado confirmado en otros estudios posteriores (e.g. Pearson, 1995)

Sin embargo, los efectos distributivos de un impuesto sobre las emisiones de CO₂ (y en general de cualquier impuesto energético) han de tener en cuenta también cómo los diferentes bienes y servicios se ven afectados en sus precios. Para ello deben utilizarse informaciones derivadas de las relaciones *input-output* de los diferentes sectores, que han de tener un nivel de desagregación suficientemente elevado y compatible con la clasificación del gasto de las encuestas de presupuestos familiares. Estos trabajos son más complejos y menos abundantes, entre ellos puede citarse el de Biesot y Norman (1999) para Holanda, en que se concluía que la elasticidad media del uso total de energía respecto al nivel de renta era del 0,8, aunque familias con similar nivel de renta pero diferentes estilos de vida tenían niveles de requerimientos energéticos muy distintos. Una elasticidad inferior a la unidad llevaría a prever que, en principio, los efectos de un impuesto energético serían más bien regresivos.

Otros estudios introducen también supuestos sobre los cambios que un impuesto podría generar en las funciones de demanda de los diferentes bienes (alterando la estructura de consumo) para los diferentes grupos de familias según niveles de renta o de gasto. Estos trabajos son muy interesantes, pero en general se ven limitados por sus niveles de agregación muy elevados; entre ellos pueden citarse el de Symons, Proops y Gay (1994) para Gran Bretaña, el de Cornwell y Creedy (1996) para Australia y el de Labandeira y Labeaga (1999) para España. En los dos primeros casos parece confirmarse el carácter regresivo del impuesto sobre el carbono en el país estudiado, mientras que el reciente trabajo sobre el caso español concluye que el impacto total directo e indirecto del impuesto afectaría más o menos proporcionalmente al consumo de los diferentes grupos de gasto.

Tanto las revisiones de Bruce et al. (1996) para la OCDE, la de Barker y Köhler (1998) para el caso de la UE, las de la OCDE (1995 y 1997), así como la de Speck (1999) muestran que las implicaciones distributivas de los impuestos sobre la energía y el carbono serían en general levemente regresivas. Pero, como la mayoría de los trabajos

citados plantean, el efecto final sobre la distribución de la renta no es en absoluto independiente de qué se haga con los ingresos generados. Una primera posibilidad es financiar proyectos ambientales para mejorar la efectividad de las políticas. Otra posibilidad es reducir otros ingresos públicos, alternativa que se suele asociar con el término “reforma fiscal ecológica”;⁸ en dicho caso los efectos dependerán del grado de progresividad/regresividad de los ingresos disminuidos en comparación con el del nuevo impuesto. Finalmente, la otra alternativa es distribuir dichos ingresos, o parte de ellos, mediante gasto público adicional o transferencias. Un caso considerado frecuentemente en la literatura es el de la redistribución “*lump-sum*”, es decir, la de hacer una transferencia monetaria igual para todos, en cuyo caso los efectos tienden a ser netamente progresivos. Vale la pena advertir que dicha redistribución equivaldría en sus efectos sobre la distribución de la renta a un aumento del gasto público que beneficiase por igual a las familias con independencia de su nivel de renta. Si el beneficio per cápita del gasto público se correlacionase negativamente con el nivel de renta, entonces los efectos aún serían más progresivos desde el punto de vista redistributivo.

Existen varios ejemplos en los que efectivamente se devuelve –de forma más o menos directa- a los ciudadanos lo recaudado con los impuestos ambientales. En Suiza la recaudación de distintos impuestos ambientales (combustible doméstico, azufre y COV) se devuelve mediante una reducción per cápita en el seguro médico, mientras que en Holanda el tipo de diseño del impuesto a los pequeños usuarios de energía, que se aplican con un mínimo de consumo exento, y la forma de reducción del impuesto sobre la renta y contribuciones sociales también compensan cualquier efecto regresivo (EC, 1999; citado en Ekins y Barker, 2001).

La perspectiva adoptada en los trabajos sobre imposición ecológica y distribución de la renta se ha centrado en los efectos dentro de un país sobre los diferentes grupos sociales. Una excepción, particularmente interesante para nuestra discusión, es el trabajo Whalley y Wigle (1991) donde se elabora un modelo de equilibrio general para discutir los efectos de una tasa internacional sobre las emisiones de carbono en 6 diferentes regiones del mundo (Unión Europea, Norte América, Japón, Resto de la OCDE, Exportadores de Petróleo, Resto del mundo). Se valoran los costes del impuesto bajo tres posibles diseños: tasas armonizadas que gravan la producción nacional, tasas armonizadas que gravan el

⁸ Se suele hablar del “doble dividendo” que se supone provocan estas reformas: por un lado un beneficio ambiental y por el otro un aumento del empleo si se disminuye la imposición distorsionante sobre este factor (ver Pearce, 1991; Barker, 1995; Ekins, 1997 o Pezzey y Park, 1998).

consumo nacional y tasas internacionales recaudadas a nivel mundial por algún organismo internacional y cuyos ingresos son distribuidos igualitariamente sobre una base per cápita. Como era de esperar los efectos son muy diferentes en los tres diseños. En los dos primeros casos los países menos desarrollados se ven afectados de forma muy negativa por el impuesto, aunque la distribución de los costes entre países depende de la naturaleza del impuesto: un impuesto nacional sobre la producción beneficiaría a los exportadores de petróleo, mientras que estos países se verían muy perjudicados en el caso de un impuesto sobre el consumo. En el último caso –impuesto internacional con redistribución- los países pobres se ven netamente favorecidos gracias a las enormes transferencias, básicamente desde el Norte hacia el Sur (Whalley y Wigle, 1991, tabla 7.6, p. 250 y tabla 7.7., p. 255).

En conclusión, un impuesto sobre el carbono no necesariamente debe tener impactos regresivos entre países o dentro de los países -lo que sería una característica no deseable- sino que esto dependerá en todo caso de cuál sea su diseño y el uso que se haga de los ingresos que genera.

4. Los efectos distributivos: el caso de la UE

a) Objetivo y supuestos

El objetivo del presente apartado es indagar sobre los posibles efectos en la distribución de la renta entre los diversos países de la Unión Europea de la implantación de un impuesto sobre las emisiones de carbono recaudado a nivel comunitario.

La única referencia bibliográfica que conocemos en este sentido procede de un informe (Comisión Europea, 1993) ya citado sobre posibles nuevas fuentes de ingresos propios de la UE. En dicho informe se simulan los ingresos fiscales que un impuesto de este tipo recaudaría en cada país miembro, expresados como porcentaje de su PIB y suponiendo que el impuesto equivaliese a unos 10\$ por barril de petróleo, es decir, el nivel que la propuesta de directiva de 1992 planteaba para el año 2000. El informe no detalla la metodología de cálculo (por ejemplo, si la estructura del impuesto se supone exactamente igual o no a la propuesta de directiva, o si se contemplan o no exenciones para sectores industriales) y utiliza datos de emisiones y PIB de 1989. La recaudación potencial se estima –en el supuesto “estático” de que las emisiones no variasen- en un 1,14% del PIB de la UE, con unos valores que oscilarían entre el 2,45% para Grecia y el 0,79% para Francia. La conclusión general es que *“la tasa sobre el dióxido de carbono parece ligeramente regresiva, aunque la cuestión no es nada sencilla, ya que la intensidad de CO₂ de una economía es el resultado de una multitud de factores”* (p. 91).

Nuestro trabajo pretende analizar la misma cuestión de forma mucho más detallada, con datos actualizados y simulando diferentes modelos alternativos de impuesto sobre el carbono. En concreto se han considerado un modelo puro de imposición sobre el CO₂; un modelo mixto 50%/50% energía-CO₂ y un modelo puro sobre el CO₂ pero gravando también de forma importante la energía nuclear.

La primera medida, un modelo puro de impuesto sobre el CO₂, consiste simplemente en gravar con un mismo tipo impositivo por tonelada de CO₂ emitida por cada fuente energética. Supone, por tanto, gravar únicamente las energías fósiles y gravarlas con tipos diferentes por unidad de energía. En concreto hemos considerado un tipo impositivo de 50 euros (equivalente a casi 45\$ al cambio actual) por tonelada de CO₂,⁹ lo que supondría para las energías fósiles una fiscalidad mucho más elevada que la contemplada en las propuestas de directivas europeas que hemos analizado en el punto primero. En cualquier caso, lo que fundamentalmente nos interesa discutir es el carácter regresivo o progresivo de cada modalidad de aplicación del impuesto y ello no dependerá de cuál sea el tipo impositivo, aunque obviamente la capacidad redistributiva del impuesto sí dependerá crucialmente de dicho tipo impositivo.

El tipo de impuesto mixto considerado está diseñado para que su recaudación (suponiendo que no varían los consumos de los diferentes tipos de energía) sea exactamente igual a la del impuesto puro sobre el CO₂ de 50 euros por tonelada de dióxido de carbono. Es pues un impuesto muy similar al de las propuestas de directivas europeas de 1992 y 1995. La diferencia no sólo está en los tipos impositivos y en que nosotros no consideramos exenciones para determinados sectores industriales. En dichas propuestas se introducía un impuesto mixto que, en el caso del petróleo, llevaba a una carga fiscal del 50% por su contenido energético y del 50% por sus emisiones de CO₂. En este artículo, en cambio, hemos hecho los cálculos suponiendo que, teniendo en cuenta la estructura energética de la UE en 1999, el 50% de la recaudación fiscal provendría de las emisiones de CO₂ y el otro 50% del contenido energético (no renovable). En comparación con el modelo anterior, esto supone no sólo pasar a gravar la energía nuclear, sino también cambiar la estructura del impuesto reduciendo la diferencia entre la carga fiscal que grava el carbón, el petróleo y el gas natural. Dada la restricción de unos ingresos fiscales equivalentes a los del impuesto puro sobre el CO₂, esto equivale a un impuesto de 25 euros

⁹ Recuérdese que las emisiones se pueden expresar en toneladas de CO₂ o toneladas de carbono. La emisión de 1 tonelada de C equivale a 3,67 toneladas de CO₂, por lo que el impuesto considerado equivale a 183,5 euros por tonelada de C (o cerca de 165 \$).

por tonelada de CO₂ más 58,44 euros por tonelada de equivalente petróleo (para las energías fósiles y la energía nuclear; consideramos exentas todas las energías renovables, incluyendo toda la procedente de centrales hidroeléctricas).

En el tercer modelo de impuesto, la carga fiscal sobre la electricidad nuclear se ha aumentado, estableciéndola de forma que, como mínimo, soporte una carga equivalente a la que correspondería a la producción de la misma electricidad por medio de la fuente energética más gravada, es decir, el carbón. En concreto hemos partido de las estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía (2000, tabla II.93); las estimaciones disponibles de las emisiones para obtener electricidad del carbón son para el año 1998. Las estimaciones son muy diferentes para los distintos países y en el caso de la Unión Europea oscilan entre 541 gr. de CO₂/kw-h para Dinamarca y 1.045 para Francia e Italia. Hemos considerado este último valor (que traducido a las unidades en que se presenta la información equivale a 4,31 Toneladas de CO₂/TEP de energía nuclear), de forma que la sustitución de energía nuclear por electricidad procedente de centrales térmicas no supondría un ahorro fiscal en ningún caso.

En ninguno de los supuestos se consideran las emisiones procedentes de la navegación y aviación internacionales. No porque creamos que no deban estar gravadas. Coincidimos con Scher (2000) en que la situación actual de exención fiscal a dichos carburantes que reina en la Unión Europea y en muchos otros países es escandalosa y representa de hecho un subsidio inaceptable a los desplazamientos a larga distancia (de turistas, mercancías,...). Sin embargo, los efectos del gravamen sobre dichas emisiones en los diferentes países sería particularmente difícil de distribuir.

b) La distribución de la carga fiscal entre diferentes países

En primer lugar analizaremos el efecto distributivo de las distintas alternativas de impuesto energético considerando su efecto desde el punto de vista de los distintos países. El supuesto “estático” es que las emisiones de CO₂ y las estructuras energéticas de cada país no se ven alteradas; no obstante, los resultados cualitativos serían también representativos de una situación en que las emisiones y consumos de todos los países variasen más o menos en la misma proporción. Implícitamente estamos considerando que el “coste” recaerá sobre los ciudadanos del país en que se recaudan los ingresos, lo que puede considerarse una primera aproximación, aunque obviamente la realidad es que los impuestos que se trasladan a los precios afectan también a los consumidores de los diferentes bienes y servicios que pueden situarse en otros países, lo cual es particularmente

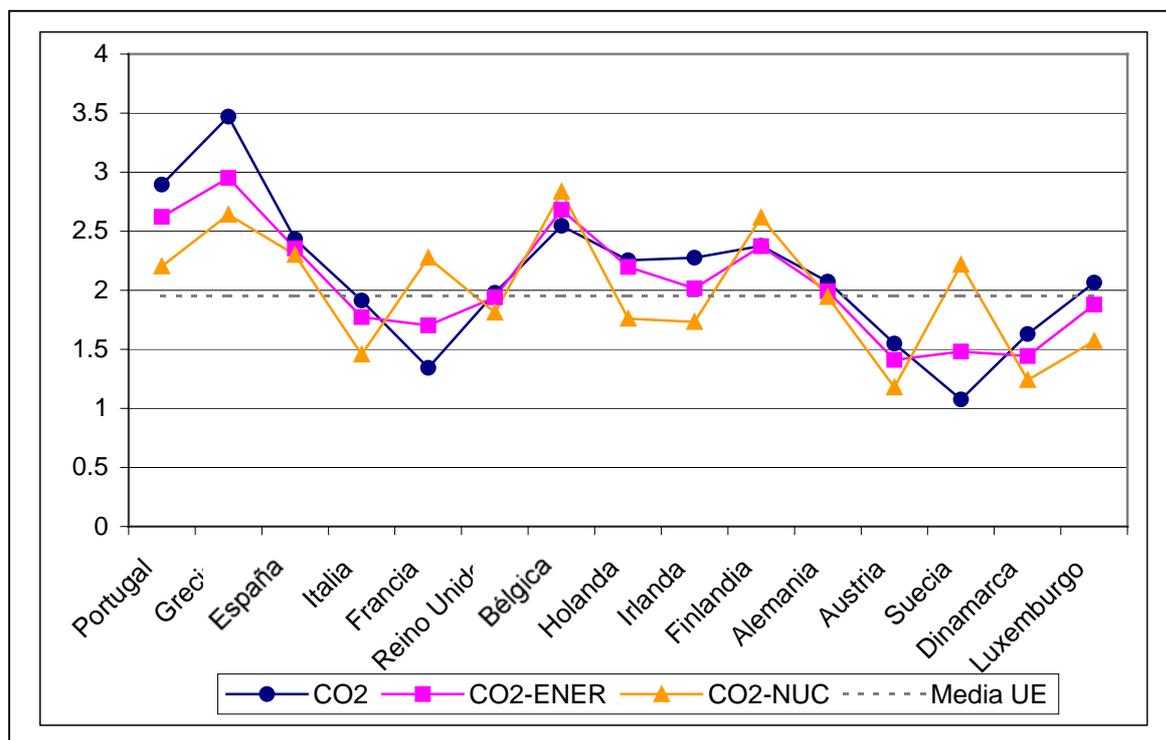
relevante en economías muy interrelacionadas pero tomar este factor en consideración requeriría utilizar modelos mucho más complejos. Cada país es tratado como un dato, ya que no nos importa lo que pasa internamente sino la distribución entre los países.

Tanto en la tabla 1 como en la figura 1 podemos observar el esfuerzo en términos de presión fiscal añadida que representaría cada uno de los impuestos considerados para los distintos países miembros que hemos ordenado según su PIB per cápita. Aunque después analizaremos indicadores cuantitativos sobre el tema, ya podemos comentar que la relación entre PIB per cápita y presión fiscal no es muy importante, si bien la forma del gráfico apunta a efectos ligeramente regresivos pero menores en el tercer diseño de impuesto.

Tabla 1. Presión fiscal añadida que representaría las diferentes opciones de impuesto según los supuestos detallados en el texto

	Renta per cápita	% respecto al PIB		
		CO ₂	CO ₂ -Energía	CO ₂ -Nuclear
Portugal	10579	2,89	2,62	2,20
Grecia	11149	3,47	2,95	2,64
España	14190	2,43	2,35	2,30
Italia	19072	1,91	1,77	1,46
Francia	22307	1,34	1,70	2,28
Reino Unido	22735	1,98	1,94	1,81
Bélgica	22814	2,55	2,68	2,84
Holanda	23373	2,25	2,20	1,76
Irlanda	23381	2,28	2,02	1,73
Finlandia	23540	2,38	2,37	2,62
Alemania	24149	2,07	1,99	1,94
Austria	24153	1,55	1,41	1,18
Suecia	25272	1,08	1,48	2,22
Dinamarca	30736	1,63	1,44	1,24
Luxemburgo	41230	2,06	1,88	1,57
UE	21147	1,95	1,95	1,95

Figura 1. Presión fiscal añadida de las diferentes opciones de impuesto



Empezando por el primer caso, el del impuesto puro sobre el CO₂, vemos que la proporción que la carga del impuesto representa respecto al PIB varía significativamente entre países. Esto es lógico puesto que la carga fiscal depende de la “intensidad de emisión de dióxido de carbono”, que es diferente en los distintos países y depende de dos factores, el que podemos llamar “índice de carbonización” y la “intensidad energética”:

$$CO_2/GDP = (CO_2/E)*(E/GDP) \quad CO_2/PIB = (CO_2/E)*(E/PIB)$$

Donde E representa el uso de energía primaria

Existe una cierta polémica sobre el papel relativo de ambos factores en las diferencias de la intensidad de emisión entre países (ver, p. ej. Ang, 1999; y Roca y Alcántara, 2000). En nuestro caso, vemos que la dispersión de ambos factores respecto a la media es muy similar, de forma que tendrían un peso parecido en la explicación de las diferencias (ver tabla 2). Las diferencias en el primer factor son las más fáciles de explicar ya que dependen únicamente de la estructura de las fuentes de energía primaria. Podemos destacar los valores muy pequeños de Suecia y Francia, que se explican fundamentalmente por el elevado papel de la energía nuclear dentro de la oferta energética; en el extremo opuesto, Grecia e Irlanda tienen unos valores elevados (en el caso de Grecia por un

importante papel del carbón y del crudo, mientras que en Irlanda destaca el peso de los productos del petróleo). Las diferencias en la intensidad energética son más difíciles de explicar porque dependen de multitud de factores (estructura productiva, modelos de transporte y eficiencia energética, entre otros).

Tabla 2. Intensidad en la emisión de dióxido de carbono

Números índice	Int. carbono	Carbonización	Inten. Energ.
Portugal	148,6	120,2	123,7
Grecia	178,2	142,7	124,9
España	124,8	106,6	117,2
Italia	98,2	115,2	85,3
Francia	69,0	65,7	105,1
Reino Unido	101,6	108,5	93,7
Bélgica	130,7	94,3	138,6
Holanda	115,7	107,0	108,1
Irlanda	116,9	134,6	86,8
Finlandia	122,0	79,5	153,4
Alemania	106,4	112,9	94,2
Austria	79,5	98,4	80,8
Suecia	55,3	43,3	127,8
Dinamarca	83,7	125,4	66,7
Luxemburgo	106,0	107,9	98,2
UE	100,0	100,0	100,0
Desv. Est.	30,05	24,88	22,94

En definitiva, la presión fiscal relativa del impuesto sobre el CO₂ depende directamente de la intensidad de carbono relativa, que provoca que el efecto del impuesto sea ligeramente regresivo, lo que se explicaría fundamentalmente por implicar un mayor aumento de la presión fiscal por parte de los tres países con menor renta per cápita de la Unión. Dos países especialmente bien tratados por esta primera opción son Francia y Suecia. En los dos otros diseños del impuesto, los tres países con menor PIB per cápita tienen también un aumento de la presión fiscal mayor que la media de la UE pero la diferencia es menos acusada.

En general, si comparamos el diseño CO₂-energía con el primer modelo comentado, un cambio importante es que ahora sí se grava la energía nuclear, pero también se da un cambio adicional: los países con mayor uso del carbón se verían algo beneficiados,

mientras que el uso del gas natural no sería tan favorecido en comparación a las otras energías fósiles.¹⁰ Por último, el impuesto CO₂-nuclear tal como lo hemos definido se diferencia respecto a la estructura del impuesto sobre el CO₂ únicamente en que ahora sí se grava –y de forma muy importante- a la energía generada por las centrales nucleares. El resultado es que Francia y Suecia, los países más favorecidos por el primer impuesto, pasan a tener un aumento de la presión fiscal superior al de la media de la UE.

Para analizar de forma cuantitativa el carácter progresivo o regresivo de los diferentes modelos de impuesto propuestos estimaremos, en primer lugar, el índice de Kakwani para cada caso. Nos interesa medir únicamente los efectos sobre la distribución de la renta per cápita entre los distintos países, de forma que trataremos la población de cada país como si la distribución interna fuese completamente igualitaria (como suele hacerse en los análisis sobre desigualdad a nivel regional). Éste índice indica si la distribución de lo que se paga por impuesto (reflejada mediante la curva de concentración del impuesto ordenando los países, no según la variable impuesto per cápita sino según la variable ingreso per cápita) es más o menos desigual que la distribución del ingreso (reflejada mediante la curva de Lorenz). Si la distribución del impuesto se concentra más en los tramos de renta más ricos, el impuesto es progresivo. El índice se computa como la diferencia entre el “pseudo-Gini” o índice de concentración del impuesto menos el índice de Gini antes de impuestos. Los valores extremos entre los que teóricamente puede oscilar son -2 y 1. Los valores positivos indican progresividad y los negativos regresividad. Dado el supuesto mencionado de igualdad de la renta dentro de cada país es de esperar valores pequeños del índice, pero lo que nos interesa es su signo y la comparación de valores entre diferentes diseños del impuesto. A diferencia del análisis anterior en el que cada país era una observación que quedaba igualmente representada en la tabla y el gráfico de presión fiscal añadida, ahora el indicador de desigualdad se verá más afectado por lo que pase en un país de mayor población que por lo que pase en un país de menor población (para poner un caso extremo, la presión fiscal sobre Luxemburgo tendrá poquísima incidencia sobre el indicador global) lo que puede considerarse una característica deseable. La tabla 3 muestra los resultados obtenidos.

¹⁰ Un argumento para justificar este peor trato sería que en la extracción de gas natural se emiten importantes cantidades de metano, otro de los principales gases de efecto invernadero.

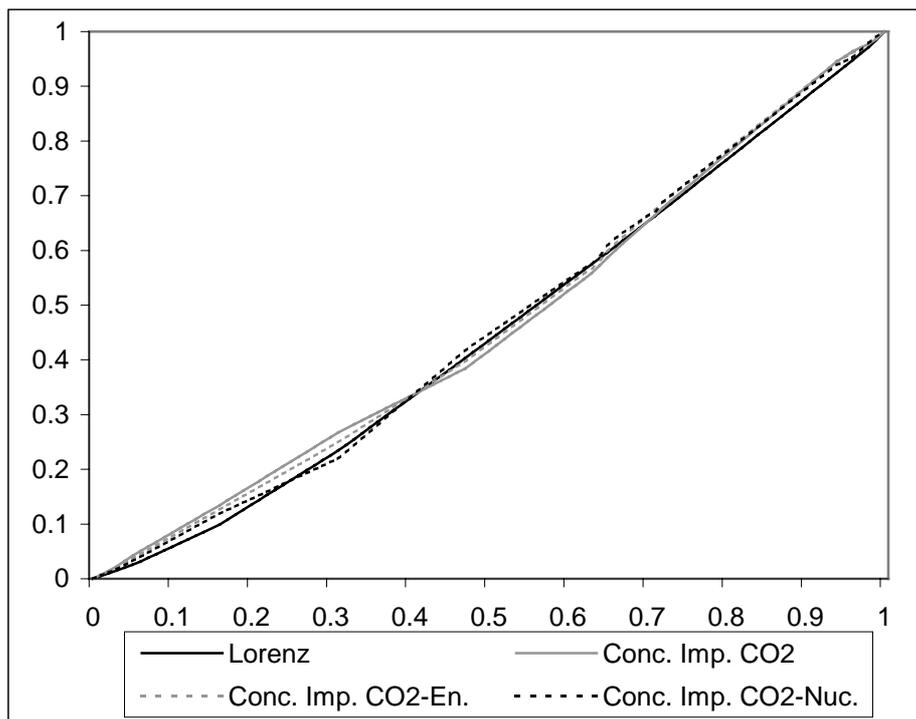
Tabla 3. El índice de Kakwani para los distintos diseños del impuesto

	Índice de Kakwani
Impuesto CO ₂	-0,01933
Impuesto CO ₂ -Energía	-0,01913
Impuesto CO ₂ -Nuclear	-0,01462

Los signos negativos de los resultados confirman que los impuestos considerados pueden resultar regresivos. Se puede observar como el último de los diseños, que es el que corresponde a una mayor penalización de la energía nuclear y en nuestra opinión mucho más apropiada desde el punto de vista ambiental, es también con diferencia el que tendría una incidencia menos regresiva.

El índice de Kakwani se obtiene a partir del comportamiento de las curvas de concentración del impuesto en comparación a la curva de Lorenz de la distribución de la renta. El análisis gráfico (figura 2) nos permite observar que, sobretodo en el primer caso, la regresividad del impuesto se explica en su mayor parte por el gravamen que resulta para la proporción de población que se sitúa en los países menos ricos de la UE. Esto sería considerablemente atenuado en el tercer impuesto, que tendería a una distribución de la carga fiscal más similar a la distribución de la renta comunitaria.

Figura 2. Curva de Lorenz y curvas de concentración fiscal de los distintos impuestos



Otra forma muy clarificadora de ver la incidencia distributiva de un impuesto es mediante la comparación entre el índice de desigualdad de Gini antes y después de la aplicación del impuesto. La diferencia entre estos dos índices es lo que se llama índice de Reynolds-Smolensky (reformulado),¹¹ que mide la capacidad redistributiva del impuesto y cuyos valores están acotados entre 1 y -1. Los valores positivos indican una disminución de la desigualdad (progresividad) mientras que los negativos indican un aumento de la desigualdad (regresividad). Cabe señalar que el valor del índice depende no sólo de la estructura del impuesto sino también de la presión fiscal media. Por ejemplo, un impuesto sobre el CO₂ de 50 euros tendrá más capacidad redistributiva que otro diseñado de forma idéntica pero que establezca un tipo de 30 euros, pero –que es lo que aquí nos interesa– el carácter de la redistribución, regresiva o progresiva, será el mismo. Los resultados obtenidos son:

Tabla 4. Capacidad redistributiva de los distintos diseños de impuesto

	Índice de Gini	Índice de Reynolds-Smolensky
Situación Inicial	0,09751	
Después de impuesto CO₂	0,09792	-0,00041
Después de impuesto CO₂-Energía	0,09793	-0,00042
Después de impuesto CO₂-Nuclear	0,09787	-0,00036

Los signos muestran que los tres impuestos tienen una capacidad redistributiva negativa, siendo ésta menor en el modelo que más penaliza a la energía nuclear, mientras que en los otros dos casos es prácticamente idéntica.

c) Los efectos con distribución de los ingresos mediante transferencias *lump-sum*

A continuación analizamos los efectos distributivos de las distintas alternativas de impuesto suponiendo que los ingresos obtenidos con el impuesto se transfieren a los países vía transferencias *lump-sum* en función de la población de cada país miembro. Este supuesto implica que, de hecho, más que un impuesto, se trata de lo que se conoce como sistema de bonificación-penalización: no se generan ingresos fiscales, aunque unos países

¹¹ La formulación original del índice de Reynolds-Smolensky (1977) consistía en la diferencia entre el índice de desigualdad de Gini antes del impuesto y el índice de concentración de la renta después del impuesto. No

pagan dinero mientras otros lo reciben dependiendo el signo de la transferencia de que las emisiones sean superiores o inferiores a la media de la UE. Aunque no hay ingresos fiscales, contaminar tiene un precio igual al tipo impositivo fijado, puesto que por cada unidad de contaminación se paga dinero, o se deja de recibir (coste de oportunidad).

También cabe advertir, como ya señalábamos en un punto anterior, que la redistribución *lump-sum* podría considerarse como equivalente en sus efectos redistributivos *entre países* a un hipotético gasto público adicional que beneficiase exactamente por igual a los ciudadanos de toda la Unión Europea.

En la siguiente tabla podemos observar el esfuerzo en términos de presión fiscal añadida (positiva o negativa) que representarían los impuestos considerados.

Tabla 5. Presión fiscal que representa cada impuesto después de transferencias *lump-sum*

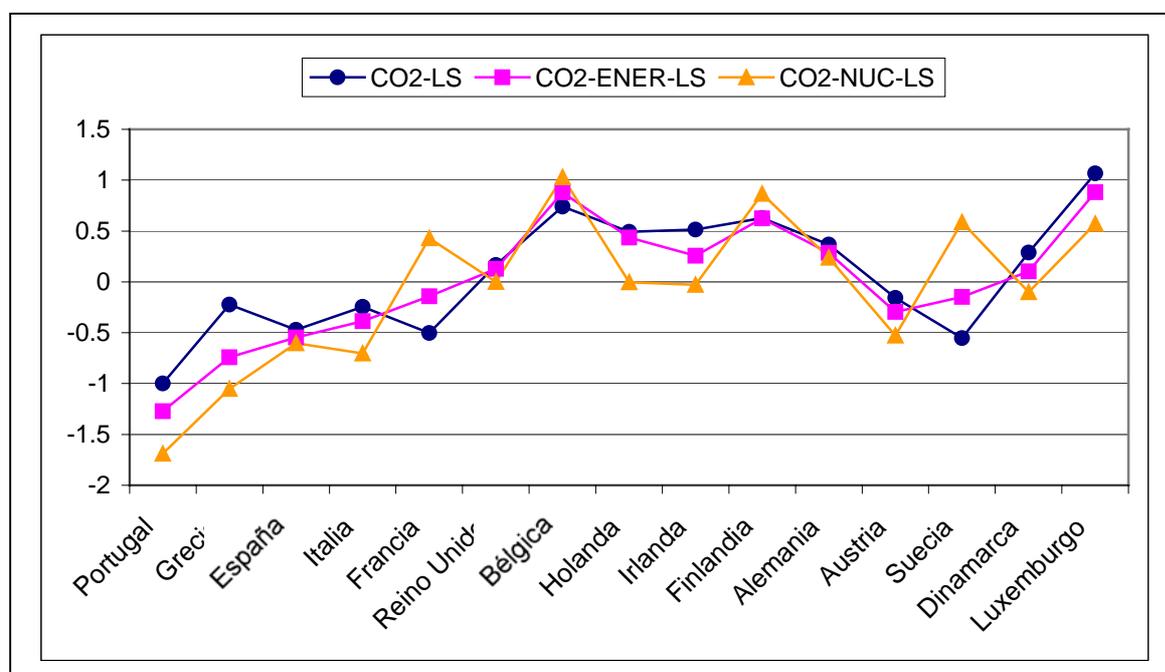
	Renta per cápita	% respecto al PIB		
		CO ₂	CO ₂ -ENER	CO ₂ -NUC
Portugal	10579	-1,00	-1,27	-1,69
Grecia	11149	-0,22	-0,74	-1,05
España	14190	-0,47	-0,55	-0,60
Italia	19072	-0,25	-0,39	-0,70
Francia	22307	-0,50	-0,14	0,43
Reino Unido	22735	0,17	0,13	0,00
Bélgica	22814	0,74	0,86	1,03
Holanda	23373	0,49	0,44	0,00
Irlanda	23381	0,51	0,26	-0,03
Finlandia	23540	0,63	0,62	0,87
Alemania	24149	0,37	0,29	0,24
Austria	24153	-0,16	-0,29	-0,53
Suecia	25272	-0,55	-0,15	0,59
Dinamarca	30736	0,29	0,10	-0,10
Luxemburgo	41230	1,07	0,88	0,57
UE	21147	0	0	0

El efecto de las distintas alternativas de impuestos considerados es ahora claramente diferente. En cualquiera de las alternativas, los cuatro países con una renta per cápita inferior a la media europea reciben una transferencia neta positiva, siendo ésta

obstante, éste no medía apropiadamente el efecto redistributivo en caso de reordenación de las unidades de ingreso (Lambert, 1993).

bastante más elevada en el caso del último modelo de impuesto, el que más penaliza a la energía generada en centrales nucleares. Por tanto, desde el punto de vista de la distribución entre los países, las transferencias *lump-sum* corregirían sobradamente el moderado impacto regresivo que pudiera tener el impuesto (aunque, por supuesto, el impuesto podría tener efectos redistributivos entre distintos sectores de población dentro de cada país, lo que dependería crucialmente del uso que hiciese con el dinero transferido). Esto lo vemos reflejado en la siguiente figura, donde se observa que la carga que supone el impuesto neto de transferencias tendría una correlación positiva con la renta per cápita de los distintos países.

Figura 3. Presión fiscal añadida del impuesto neto de transferencias *lump-sum*



En cuanto a los indicadores de la capacidad redistributiva de la combinación impuesto energético-transferencias *lump-sum*, se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla 6. Capacidad redistributiva del impuesto

	Índice de Gini	Índice de Reynolds-Smolensky
Situación Inicial	0,09751	
Impuesto CO ₂	0,09601	0,00150
Impuesto CO ₂ -Energía	0,09602	0,00149
Impuesto CO ₂ -Nuclear	0,09597	0,00155

En cualquiera de los tres casos la capacidad redistributiva (muy débil) del impuesto neto de transferencias sería positiva, es decir, cualquiera de las medidas estudiadas llevaría a una distribución de la renta algo más igualitaria. Como cabría esperar del análisis previo, la medida con mayor capacidad redistributiva sería la que más penaliza a la energía nuclear.

5. Conclusiones

En el presente artículo hemos analizado cuáles serían los efectos redistributivos entre los distintos países de la Unión Europea de implantar un impuesto sobre las emisiones de carbono recaudado a nivel comunitario. En primer lugar se han examinado las propuestas hechas por la Comisión Europea, que consistían básicamente en un impuesto mixto CO₂/energía. El trabajo ha destacado algunas de las ventajas de un tipo único de impuesto recaudado centralizadamente respecto a un tipo armonizado recaudado por los distintos países. Se ha visto, además, como en la literatura, tanto teórica como empírica, en general se destaca que la imposición energética puede resultar ligeramente regresiva, si bien, esto depende tanto del diseño del impuesto como del uso que se haga con los ingresos, el cual puede paliar la regresividad del impuesto.

En el trabajo se han analizado los efectos del impuesto en los distintos países de la UE bajo tres diseños de imposición energética: impuesto puro sobre CO₂, impuesto mixto CO₂/energía e impuesto sobre CO₂ gravando fuertemente la energía nuclear. En base a los datos de 1999 se concluye que la aplicación de los tres impuestos resultaría ligeramente regresiva, aunque en menor grado en el último diseño. La carga a soportar por los distintos países dependen en cada caso tanto de su intensidad de carbono como del peso que tengan las energías renovables y la nuclear. Finalmente, se ha mostrado que el efecto regresivo del impuesto se vería sobradamente compensado si los ingresos obtenidos se devolvieran a los países en proporción a su población. Se puede concluir, por tanto, que no se puede rechazar la imposición energética comunitaria en base a criterios de equidad, e incluso podría ser defendida por los potenciales efectos progresivos que podría tener alguna forma particular de utilizar los ingresos. Además, podemos concluir que la alternativa en la que se penaliza más a la energía nuclear es también la más interesante en términos de equidad.

6. Referencias

Ang, B. W. (1999) "Is the energy intensity a less useful indicator than the carbon factor in the study of climate change?", *Energy Policy*, vol. 27, 943-946.

- Baranzini, A., Goldemberg, J. y Speck, S. (2000) "A future for carbon taxes", *Ecological Economics*, vol. 32, pp. 395-412.
- Barker, T. (1999) "Achieving a 10% cut in Europe's CO₂ emissions using additional excise duties: coordinated, uncoordinated and unilateral action using the econometric model E3ME", *Economic Systems Research*, vol. 11, n. 4, pp. 401-421.
- Barker, T. y Köhler, J. (1998) "Equity and Ecotax reform in the EU: Achieving a 10% reduction in CO₂ emissions using Excise Duties. Environmental Fiscal Reform", Working Paper n. 10. University of Cambridge, Cambridge.
- Biesot, W. y Noorman, K.J., (1999) "Energy requirements of household consumption: a case study of The Netherlands", *Ecological Economics*, vol. 28, n. 3, pp. 367-383.
- Boyd, R., Krutilla, K. y Viscusi, W.K. (1995) "Energy taxation as a policy instrument to reduce CO₂ emissions: A net benefit analysis", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 29, pp. 1-24.
- Bruce, J., Lee, H. y Haites, E. (eds.) (1996) *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge.
- Comisión Europea (1992) "Propuesta de directiva del consejo por la que se crea un impuesto sobre las emisiones de dióxido de carbono y la energía", COM (92) 226 final, 30 de Junio.
- Comisión Europea (1993) "Stable Money-Sound Finances. Community public perspective of EMU", *European Economy*, n. 53.
- Comisión Europea (1995) "Propuesta modificada de directiva del consejo por la que se crea un impuesto sobre las emisiones de dióxido de carbono y sobre la energía", COM (95) 172 final, 10 de Mayo.
- Comisión Europea (1997) "Propuesta de directiva del consejo por la que se reestructura la estructura comunitaria de imposición de los productos energéticos", COM (97) final, 12 de Marzo.
- Conrad, K. y Schmidt, F.N. (1998) "Economic impacts of an uncoordinated versus a coordinated carbon dioxide policy in the European Union: An applied general equilibrium analysis", *Economic Systems Research*, vol. 10, n. 2, pp. 161-182.
- Cornwell, A. y Creedy, J. (1996) "Carbon taxation, prices and inequality in Australia", *Fiscal Studies*, vol. 17, n. 3, pp. 21-38.

- Ekins, P. (1997) "On the Dividends from Environmental Taxation" In: O'Riordan, T. (Ed.) *Ecotaxation*. Earthcan, London.
- Ekins, P. y Barker, T. (2001) "Carbon taxes and carbon emissions trading", *Journal of Economic Surveys*, vol. 15, n. 3, pp. 325-376.
- Ekins, P. y Speck, K. (1999) "Competitiveness and exemption from environmental taxes in Europe", *Environmental and Resource Economics*, vol. 13, pp. 369-396.
- EUROSTAT (2001) *Annuaire Eurostat 2001. Le guide statistique de l'Europe- Données 1989-1999*, European Communities, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Hoel, M. (1992) "Carbon taxes: an international tax or harmonized domestic taxes?", *European Economic Review*, vol. 36, pp. 400-406.
- International Energy Agency (2000) *CO₂ emissions from fuel combustion* (2000 edition), OECD/IEA, Paris.
- International Energy Agency (2001) *Energy Balances of OECD Countries. 1998-1999*. OECD/IEA, Paris.
- Jansen, H. y Klaassen, G. (2000) "Economic Impacts of the 1997 EU Energy Tax: Simulations with Three EU-Wide Models", *Environmental and Resource Economics*, vol. 15, n. 2, pp. 179-197.
- Labandeira, X. y Labeaga, J.M. (1999) "Combining Input-Output Analysis and Micro-Simulation to Assess the Effects of Carbon Taxation on Spanish Households", *Fiscal Studies*, vol. 20, n. 3, pp- 305-320.
- Lambert, P.J. (1993) *The distribution and Redistribution of Income. A mathematical Analysis*, Manchester University Press, Manchester.
- O'Coonor, M. (1997), "The internalization of environmental costs:implementing the Polluter Pays principle in the European Union", *International Journal of Environment and Pollution*, Vol. 7, n. 4, pp. 450-482.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (1995) *Climate Change, Economic Instruments and Income Distribution*. Paris.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (1997) *Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy*. OECD, París.
- Pearce, D. (1991) "The role of carbon taxes in adjusting to global warming", *Economic Journal*, vol. 101, pp. 938-948.
- Pearson, M. (1995) "The political economy of implementing environmental taxes", *International Tax and Public Finance*, vol. 2, pp. 357-373.

- Poterba, J. (1991) "Tax policy to combat global warming", En Dornbusch, R. y Poterba, J. (Eds.) *Global Warming: Economic Policy Responses*. MIT Press, Cambridge MA, pp. 71-98.
- Reynolds, M. y Smolensky, E. (1977) *Public Expenditures, Taxes and the Distribution of Income: The United States, 1950, 1961, 1970*, Academic Press, New York.
- Roca, J. y Alcántara, V. (2001) "Energy intensity, CO₂ emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case", *Energy Policy*, vol. 29, n. 7, pp. 553-556.
- Scher, H. (2000) *Economía solar global*, Círculo de Lectores, Barcelona.
- Smith, S. (1992) "The distributional consequences of taxes on energy and the carbon content of fuels", *European Economy*, Special Edition on the Economics of Limiting CO₂ Emissions, Commission of the European Economies, pp. 241-268.
- Speck, S. (1999) "Energy and carbon taxes and their distributional implications", *Energy Policy*, vol. 27, pp. 659-667.
- Symons, E., Proops, J. y Gay, P. (1994) "Carbon taxes, consumer demand and carbon dioxide emissions: a simulation analysis for the UK", *Fiscal Studies*, vol. 15, n. 2, pp. 19-43.
- Whalley, J. y Wigle, R. (1991) "The international incidence of carbon taxes", in Rudiger Dornbusch y Poterba, J.M. (Eds), Cambridge, MA: MIT Press, pp. 233-263.