

85/2015



**La reforma fiscal verde:  
Un análisis de convergencia a nivel europeo**

**Elena Villar Rubio**



## **Elena Villar Rubio**

Doctora en Economía con calificación mención “cum laude” por la Universidad de Granada. Licenciada en Economía y premio al mejor expediente de la promoción. Profesora en el Departamento de Economía Aplicada con seis años de experiencia docente. Experiencia profesional previa como auditora. Participación en congresos tanto de ámbito nacional como internacional, así como colaboración en proyectos y contratos de investigación en el área de hacienda pública y fiscalidad medioambiental. Publicaciones en revistas indexadas en bases de datos de reconocido prestigio tanto en el área de economía como de derecho financiero y tributario.

Ninguna parte ni la totalidad de este documento puede ser reproducida, grabada o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de la Fundación Alternativas.

© Fundación Alternativas

Elena Villar Rubio

ISBN: 978-84-15860-49-5

Depósito legal: M-19905-2015

## ABREVIATURAS<sup>1</sup>

BE	Bélgica
BG	Bulgaria
CZ	República Checa
DK	Dinamarca
DE	Alemania
EE	Estonia
IE	Irlanda
EL	Grecia
ES	España
FR	Francia
IT	Italia
CY	Chipre
LV	Letonia
LT	Lituania
LU	Luxemburgo
HU	Hungría
MT	Malta
NL	Países Bajos
AT	Austria
PL	Polonia
PT	Portugal
RO	Rumania
SI	Eslovenia
SK	Eslovaquia
FI	Finlandia
SE	Suecia
UK	Reino Unido
EU_27	Unión Europea de los 27

---

<sup>1</sup> Para las abreviaturas de países se ha seguido la norma ISO 3166 alfa-2 que recoge los códigos internacionales estándar publicados por la Organización Internacional de Normalización (ISO).

## Índice

Resumen Ejecutivo .....	5
1. Introducción .....	8
2. Actuaciones Comunitarias en materia medioambiental .....	11
3. Clasificación y alcance de los impuestos medioambientales .....	14
4. Metodología aplicada a los análisis de convergencia .....	25
4.1. Beta-convergencia .....	26
4.2. Sigma-convergencia.....	27
4.3. Gamma-convergencia .....	29
5. Resultados de convergencia en Presión Fiscal Medioambiental .....	29
6. Análisis cluster de la variable Presión Fiscal Medioambiental .....	38
7. Conclusiones y propuestas.....	43
8. Limitaciones y futuras líneas de investigación .....	47
9. Bibliografía.....	49

## Resumen Ejecutivo

La preocupación por el deterioro del medio ambiente se ha hecho extensible en la mayoría de los países europeos, evocando la necesidad de establecer una serie de mecanismos a través de los cuales el mercado limite el uso indiscriminado y el abuso de recursos naturales. A nivel comunitario son dos los instrumentos que se articulan en torno al desarrollo de una economía sostenible, por una parte el mercado de derechos de emisión, con el objetivo de limitar las emisiones de gases efecto invernadero, y el segundo instrumento, el cual centra el análisis de esta investigación, es la política fiscal medioambiental, identificándose como un instrumento muy potente, ya que diseñada e implementada de manera adecuada puede beneficiar tanto al medio ambiente como a la economía en su conjunto, sin embargo, son varias las limitaciones que se presentan en su consolidación hasta el momento.

En primer lugar, del análisis realizado en cuanto a recaudación ambiental, se pone de manifiesto que a pesar de que la fiscalidad “verde” presenta un gran potencial recaudatorio, hasta el momento se trata de una fuente prácticamente inexplorada, tanto en España como en gran parte del resto de países de la UE-27, perfilándose como uno de los retos pendientes por acometer en el ámbito de la política fiscal, con amplias posibilidades prácticamente intactas. En concreto, la recaudación por impuestos medioambientales se aproxima a los 310.293 millones de euros en el año 2012 para el conjunto países integrantes de la UE-27, lo que supone una recaudación del 6,1% sobre el total de ingresos fiscales y cotizaciones sociales y se aproxima al 2,4% del Producto Interior Bruto (PIB) para la media de los Estados miembros. En el caso español las cifras nos alejan bastante de la media europea, ascendiendo el volumen recaudatorio por impuestos ambientales a 16.152 millones de euros en el año 2012, lo que supone el 4,8% sobre el total de ingresos fiscales y cotizaciones sociales y aproximadamente el 1,6% del PIB, lo que convierte a España en el

país con la presión fiscal medioambiental (PFM) más baja de toda la UE-27, situándose en la oposición opuesta a países como Dinamarca, Eslovenia y Países Bajos, que presentan los ratios más elevados de presión fiscal medioambiental, con valores próximos al 4% del PIB.

En segundo lugar, la política fiscal medioambiental se caracteriza por un bajo nivel de armonización fiscal, materializado en movimientos aislados que dificultan los procesos de convergencia en presión fiscal medioambiental, tal y como se pone de manifiesto en este estudio. De este modo, en lo que respecta al análisis de sigma convergencia en la UE\_27, se detecta una ligera reducción de la dispersión en los valores de PFM, con una velocidad de sigma convergencia del 1,55% anual para el período globalmente considerado (1995-2012), asimismo se demuestra un proceso global de beta convergencia a una velocidad del 7,4%, lo que supondría que los países con menor presión fiscal medioambiental superarían la mitad de la distancia que les separa de los países con mayor EFP en algo más de nueve años. En ambos casos el proceso de convergencia se intensifica claramente en el primer subperíodo comprendido entre 1995 y 2002, para continuar en años posteriores con tendencias mucho menos definidas, que en todo caso se aproximan a la divergencia.

Es de destacar la existencia de valores atípicos que forman un cluster de países con valores de PFM significativamente más altos que el resto, conformado por Dinamarca, Países Bajos y Eslovenia, lo que justifica el análisis paralelo que se ha llevado a cabo para la UE\_24, arrojando valores muy similares en cuanto a las tendencias, pero diferentes en la velocidad de convergencia/divergencia, siendo ésta mayor en la medida que los países presentan valores más homogéneos al excluir a los países extremos.

Se considera por tanto que la “economía verde” es todavía un concepto emergente, siendo necesarias profundas reformas que fortalezcan la coordinación a nivel europeo en materia de fiscalidad ambiental, en la medida

en que dicha armonización sea necesaria para garantizar el correcto funcionamiento del Mercado Interior, con la consiguiente modificación en los patrones de consumo y producción existentes. En última instancia, deben ser el legislador y los dirigentes políticos los que marquen el rumbo de las nuevas directrices a seguir, con la férrea convicción de que el medio ambiente y la economía son dos áreas capaces de generar multitud de beneficios en su correcta interacción.

## 1. Introducción

La construcción del proyecto Europa ha llevado consigo una serie de cambios implícitos desde su origen, entre los que se encuentra el avance hacia la armonización fiscal. El proceso paulatino de incorporación de Estados miembros ha dificultado la consecución de unos estándares mínimos de armonización en materia fiscal, al partir con niveles iniciales muy diferentes, tanto en renta, como en estructura y presión fiscal, entre otras variables, como es la propia concienciación sobre la problemática medioambiental y su impacto, lo que convierte el diseño de una política económica común en una ardua tarea.

En el propio Tratado de Roma (1957) ya se recogían las ideas básicas que inspiraban el proceso armonizador<sup>2</sup>, e incluso ya estaba presente la preocupación relativa a la protección del medio ambiente a escala comunitaria, promulgando «la conservación, la protección y la mejora de la calidad del medio ambiente, la protección de la salud de las personas y la utilización prudente y racional de los recursos naturales».

El auge de la imposición medioambiental, y el inicio de lo que se conoce como la Reforma Fiscal Verde (RFV), se extiende hacia la mayor parte de los países europeos a finales de la década de los noventa, impulsados por las experiencias reformistas llevadas a cabo en Suecia (1991), Dinamarca (1994), Holanda (1995) y Finlandia (1997). La contaminación y el uso indiscriminado de los recursos naturales puso de manifiesto la necesidad de establecer impuestos sobre los combustibles, la utilización de recursos y un precio sobre la contaminación, como instrumento económico destinado a financiar

---

<sup>2</sup> Actualmente, el artículo 2 de la versión consolidada del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea, con la incorporación de las últimas reformas incluidas en el Tratado de Niza de 22 de diciembre de 2000, recoge dentro de la delimitación de la misión de la Comunidad: "La Comunidad tendrá por misión promover...un alto grado...de convergencia de los resultados económicos, ...la cohesión económica y social...".



infraestructuras ambientales, así como al fomento de la responsabilidad medioambiental.

En los últimos años se han promovido diversas actuaciones en el marco de la Unión Europea con el objetivo de impulsar diferentes instrumentos económicos que permitan llevar a cabo una explotación sostenible de los recursos naturales, limitar los niveles de contaminación y estimular la innovación y el desarrollo en tecnologías limpias. Con el fin de cambiar la conducta de los diferentes agentes, tanto en lo que se refiere a los patrones de consumo y producción existentes, se han diseñado diferentes instrumentos de mercado entre los que se encuentran: por una parte los que actúan sobre los precios modificándolos, como los impuestos medioambientales, también conocidos como impuestos pigouvianos, en honor a Pigou (1920), quien encontró que el mercado tenía problemas para asignar los recursos y que las externalidades justificaban la intervención del Estado para internalizar los daños ambientales, y subsidios, subvenciones y ventajas fiscales cuyo objetivo es la promoción directa hacia la innovación reduciendo el coste de la misma; por otra parte se encuentran los instrumentos que actúan sobre las cantidades, fijando las cantidades máximas que pueden emitirse, como es el caso del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (Quesada et al. 2010, 2011), siendo el de mayor predominio, el mercado de derechos de dióxido de carbono.

Los impuestos ambientales son notablemente eficaces desde una doble perspectiva, tal y como lo ponen de manifiesto numerosos estudios, tanto a nivel nacional como internacional (Markandya, 2011; Faen et al., 2009; Markandya et al., 2012, entre otros); por una parte generan beneficios en el medio ambiente al servir de incentivo para que las empresas investiguen e inviertan en tecnologías más respetuosas con el entorno, a la vez que permiten un uso menos intensivo de recursos (eficiencia dinámica), y por otro lado, el incremento obvio de la renta fiscal como consecuencia de la mayor recaudación tributaria, proporciona una serie de ingresos adicionales que

pueden emplearse para reducir los impuestos sobre el trabajo, el ahorro y el capital, contribuyendo a la eficiencia del sistema fiscal en el marco de la neutralidad recaudatoria, a la vez que genera efectos económicos positivos como la creación de empleo (Teoría del doble dividendo).

El estudio de la política fiscal constituye una línea de investigación de gran calado social, al repercutir sobre la ciudadanía tanto en el origen como en el destino de los recursos tributarios generados. En este trabajo el análisis se centra en la imposición medioambiental a nivel europeo, lo que constituye un complejo ámbito de estudio, al estar compuesto por una multitud de figuras impositivas en muchos casos de carácter heterogéneo y sin ningún patrón común.

Tras los aspectos iniciales recogidos en esta primera parte introductoria, los cuales nos permiten conocer el estado de la cuestión y la problemática asociada a la fiscalidad medioambiental, el trabajo se estructura en ocho secciones más; en el segundo apartado se recoge la evolución en lo que respecta a las actuaciones comunitarias en materia de regulación y propósitos ambientales, la sección tercera se centra en la definición presión fiscal medioambiental y se realiza una clasificación de los principales impuestos medioambientales, a la vez que se lleva a cabo un análisis de la trayectoria que han seguido a lo largo del tiempo los impuestos medioambientales, así como una cuantificación de su volumen recaudador. En la sección cuarta se recoge la parte descriptiva de la metodología según los diferentes enfoques de convergencia, que sirven de fundamento teórico para el análisis empírico posterior que se plasma en la quinta sección, en la que se muestran los resultados más significativos, seguido en el sexto bloque de un análisis cluster. En penúltimo lugar, en el apartado séptimo, se sintetizan los principales resultados e implicaciones de carácter económico y político que sientan la base de una argumentación sólida en lo que respecta al proceso armonizador de la reforma fiscal verde. Finalmente, el bloque octavo, recoge las limitaciones y futuras líneas de investigación derivadas de este estudio.

## **2. Actuaciones Comunitarias en materia medioambiental**

Es necesario que las actuaciones y avances en materia de fiscalidad medioambiental se coordinen a nivel europeo con el fin de evitar intentos aislados de internalizar los efectos externos, lo cual actuaría socavando la competencia de los sistemas fiscales europeos y empujaría a la deslocalización de las empresas más contaminantes en busca de lugares con una política fiscal medioambiental más laxa, o incluso inexistente, lo que cambiaría únicamente el lugar de emisión de los agentes contaminantes, pero el efecto global seguiría siendo el mismo. En este sentido han sido necesarias diferentes directrices comunitarias que establezcan el hilo conductor de las reformas encaminadas hacia la imposición medioambiental.

La política europea en materia medioambiental se remonta al año 1972, cuando en el Consejo Europeo celebrado en París en este mismo año, los jefes de Estado y de Gobierno europeos reconocieron la necesidad de establecer una política comunitaria en materia medioambiental que acompañara la expansión económica. A partir de aquí se han sucedido siete programas plurianuales que fijan los objetivos y medidas a llevar a cabo, que son los siguientes:

- a) *Primer Programa de Acción (1973-1976)*, constituye el punto de partida de la política ambiental comunitaria para adoptar una serie de medidas de carácter correctivo, protectoras del medio ambiente y globales. Si bien, la definición que en él se hace de los objetivos es bastante genérica.
- b) *Segundo Programa de Acción (1977-1981)*, en el que se introduce una modificación orientada hacia la prevención de los problemas más que hacia la solución. De manera que la política óptima estriba en impedir desde el origen la aparición de contaminaciones o perturbaciones antes que en combatir después sus efectos.

- c) *Tercer Programa de Acción (1982- 1986)*, vuelve a caracterizarse por el principio de prevención. Para ello la Comunidad propugna la integración de las preocupaciones medio ambientales con el desarrollo económico, favoreciendo así la creación de una estrategia global basada en tres principios: nivel adecuado de actuación, prevención y restauración, y fusión con el incipiente concepto de desarrollo sostenible.
- d) *Cuarto Programa de Acción (1987-1992)*, pone en marcha diversas medidas y procedimientos como la regulación legal relativa a productos, procesos, emisiones y desechos, así como la aplicación de diversos instrumentos económicos tales como impuestos, cargas, cánones, ayudas estatales, permisos de vertidos, etc. Además, se reitera que la educación en medio ambiente es fundamental para sensibilizar al público; de ahí que el Consejo europeo proclamase 1987 como año europeo del medio ambiente.
- e) *Quinto Programa de Acción (1993-2000)*, desarrolla una nueva estrategia para cambiar la idea puramente economicista y cambiar hacia la sostenibilidad. En este sentido, el Tratado de la Unión Europea (Tratado de Maastricht) firmado el 7 de febrero de 1992 introduce como objetivo principal promover un crecimiento sostenible. Para que el desarrollo sea sostenible propugna las siguientes novedades: integración plena de la política de medio ambiente en las demás políticas, racionalización, responsabilidad compartida, prevención y subsidiariedad.
- f) *Sexto Programa de acción de la Comunidad Europea en materia de Medio Ambiente (2001-2010)*, aprobado bajo el nombre “Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos”, adopta un enfoque estratégico innovador que tenga en cuenta no sólo los aspectos medioambientales, sino también los aspectos económicos y sociales de la sostenibilidad, de ahí que subraye la importancia de implicar a los ciudadanos y a las empresas.

Se apoya en cinco ejes prioritarios: I) la mejora de la aplicación legislativa<sup>3</sup>, II) la integración del medio ambiente en las demás políticas, III) la colaboración con el mercado para la consecución de un modelo de consumo más sostenible<sup>4</sup>, IV) la concienciación ciudadana y V) la consideración del medio ambiente en la gestión y ordenación del territorio. Además, el Programa incluye cuatro áreas de actuación: el cambio climático, la biodiversidad, medio ambiente y salud, y gestión de recursos naturales y residuos.

En este período se aprobó la Directiva Europea<sup>5</sup> conocida como el Plan 20-20-20, que se articula en torno a tres pilares fundamentales:

- Reducción de las emisiones de gases efecto invernadero en un 20% respecto de 1990 con el compromiso bajo acuerdo internacional de elevar el objetivo hasta el 30%.
- Alcanzar el 20% de fuentes renovables en el consumo energético de la UE en 2020 y un 10% en el sector del transporte.
- Aumentar la eficiencia energética con el fin de ahorrar un 20% del consumo energético de la UE respecto a las proyecciones para el año 2020.

g) *Séptimo Programa de Acción de la Comunidad Europea en materia de Medio Ambiente (2013-2020)*, bajo el nombre “ Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta”, de acuerdo con una perspectiva clara a largo plazo para 2050. Los objetivos prioritarios del Programa, sobre los que

---

<sup>3</sup> Por ejemplo, mediante la elaboración de un listado de empresas que cumplan o incumplan la normativa ambiental, para que los consumidores conozcan el comportamiento ambiental de las mismas.

<sup>4</sup> Por ejemplo, incentivar a los consumidores a elegir productos más respetuosos mediante el diseño de etiquetas ecológicas; colaborar con las empresas en la protección del entorno natural mediante auditorías ambientales; introducir la dimensión ambiental en el sistema financiero mediante la creación de fondos de inversión que inviertan en empresas que respeten el entorno natural, etc.

<sup>5</sup> Aprobado en el Consejo Europeo de marzo de 2007 como uno de los cinco objetivos principales de la estrategia “Europa 2020: una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador”.

se estructura el mismo, son, entre otros: convertir a la Unión en una economía hipocarbónica; maximizar los beneficios de la legislación de medio ambiente en la Unión mejorando su aplicación; asegurar inversiones para la política en materia de clima y medio ambiente, y abordar las externalidades medioambientales; proteger a los ciudadanos de la Unión frente a las presiones y riesgos medioambientales para la salud y el bienestar, así como aumentar la sostenibilidad de las ciudades de la Unión (AEMA, 2015). Todo ello bajo los principios de cautela, acción preventiva, corrección de la contaminación en su origen y de quien contamina paga.

Los cuatro primeros Programas de Acción Comunitaria en materia medioambiental, hasta el año 1992, se han basado en un enfoque vertical y sectorial de los problemas ambientales (López-Guzmán, 2006) , en cambio, a partir del Quinto Programa comienza una acción comunitaria horizontal y transversal, donde la política ambiental se integra en las demás políticas.

### **3. Clasificación y alcance de los impuestos medioambientales**

Tanto en esta sección como en las siguientes se han empleado las cifras proporcionadas por la base de datos oficial de Eurostat para el período comprendido entre 1995-2012 y se ha tomado como referencia la UE\_27. La justificación del período temporal seleccionado se debe a dos motivos principalmente, por un lado, el año de inicio está delimitado por la disponibilidad de datos en Eurostat, ya que anterior a esta fecha no existe información disponible para el conjunto de países integrantes de la UE\_27. Y por otra parte, el último año disponible es el 2012, ya que los datos de Eurostat aparecen con un desfase temporal de dos años como mínimo. En cuanto a la selección de los países integrantes del análisis, se ha seleccionado la UE\_27 ya que la reciente incorporación de Croacia en el año 2013, conformando la actual UE\_28,

desvirtuaría el análisis comparativo con el resto de países, al no existir datos disponibles para este país con anterioridad al año 2000.

En primer lugar, es necesario aclarar el concepto de impuesto medioambiental, que fue introducido por Pigou (1920) quien propuso utilizar los impuestos y subvenciones para interiorizar las externalidades, es decir, aquellos efectos sobre terceros que no son tenidos en cuenta por el mercado. En sentido estricto es entendido como “aquel impuesto cuya base imponible es una unidad física, o equivalente de la misma, de algún material que tiene un impacto negativo demostrado y específico sobre el medio ambiente, y que se identifique como un impuesto en el SEC 95<sup>6</sup>”, esta definición ha sido aprobada conjuntamente por Eurostat, la Comisión Europea, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Agencia Internacional de la Energía (IAE), en línea con el Reglamento (UE) N° 691/2011. Entre otras muchas definiciones de autores que han trabajado en esta línea de investigación destaca la de Álvarez y Gago (2002), que definen el impuesto ambiental como “aquel que tiene la capacidad para modificar la conducta de los contribuyentes desde la perspectiva del ingreso en un sentido favorable para la política medioambiental”.

Tanto a nivel nacional como europeo, el monto total de los impuestos medioambientales está formado por tres grandes grupos de impuestos, que son los siguientes:

- Los *impuestos energéticos*: este tipo de impuestos son con bastante diferencia, los impuestos con mayor poder recaudatorio, representando aproximadamente tres cuartas partes del total de la imposición medioambiental (tal y como se puede observar en el Gráfico 1) y cerca de una vigésima parte del total de impuestos y cotizaciones sociales.

---

<sup>6</sup> El sistema de cuentas adoptado en la Unión Europea es el denominado Sistema Europeo de Cuentas SEC-95.

Los impuestos sobre la energía incluyen a aquellos impuestos que se aplican sobre los productos energéticos utilizados tanto para propósitos de transporte como estacionarios. Los productos energéticos que se destinan al transporte son la gasolina y el diesel, conformando más del 80% del total de la imposición energética. Los productos energéticos para uso estacionario incluyen el fuel, el gas natural, el carbón y la electricidad. Los impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> se incluyen preferentemente entre los impuestos energéticos, en lugar de incluirlos entre los impuestos a la contaminación, puesto que con frecuencia no resulta posible identificarlos por separado en las estadísticas impositivas. Además, se considera que los impuestos que gravan la emisión de residuos potencialmente perjudiciales para el medio ambiente, como los que se aplican a los productores de energía convencional o nuclear, aumentan sus costes de producción a largo plazo y por tanto son clasificados dentro del grupo de impuestos energéticos, incluso cuando no existe un estrecha conexión con las cantidades en la base impositiva.

○ El segundo grupo de impuestos según su poder recaudatorio, lo constituyen los *impuestos sobre el transporte* (excluido el fuel). Este tipo de impuestos representan alrededor de una cuarta parte del total de ingresos fiscales medioambientales, y el 1,4% del total de ingresos fiscales y cotizaciones sociales.

Los impuestos que se aplican a los transportes (a excepción del fuel) engloban principalmente a aquellos impuestos relacionados con la propiedad y la utilización de los vehículos de motor. También se incluyen aquí los impuestos que gravan otros tipos de transporte (por ejemplo a los aviones) y servicios ligados al transporte (por ejemplo las tasas sobre los vuelos *charter* o regulares), cuando estos se ajustan a la definición general de impuestos medioambientales. Los impuestos sobre el transporte pueden ser “excepcionales”, relacionados con las importaciones o ventas de equipo, o recurrentes, como ocurre con el impuesto anual de circulación. Como se indica en el título, los impuestos sobre la gasolina, el diesel y otros tipos de



carburantes, no se incluyen en este apartado, sino en el de impuestos energéticos.

○ El tercer grupo se divide en dos sub-categorías de impuestos: los *impuestos sobre la contaminación* y los *impuestos sobre los recursos medioambientales*. Este tercer grupo representa una parte residual del total de impuestos y aproximadamente el 5% de los impuestos medioambientales.

Los impuestos sobre la contaminación son aquellos que se aplican a las emisiones medias o estimadas al aire o al agua, a la gestión de residuos sólidos y al ruido— a excepción de los impuestos sobre el CO<sub>2</sub>, que, como se indicaba anteriormente, se encuadra dentro del grupo de los impuestos energéticos. El segundo grupo – los impuestos sobre recursos – incluyen cualquier impuesto ligado a la extracción o al uso de recursos naturales. Esto quiere decir que el pago por las licencias de caza, pesca y similares, se encuentran catalogados como impuestos sobre los recursos, puesto que estas actividades merman los recursos naturales.

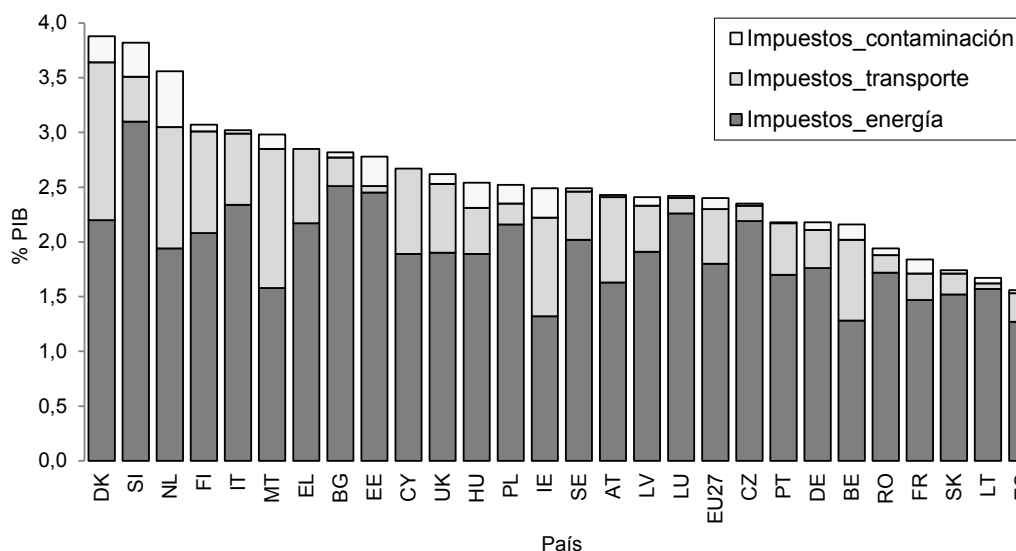
Uno de los instrumentos para medir la incidencia de los impuestos medioambientales en la economía de un país es por medio de la Presión Fiscal Medioambiental, en adelante PFM, entendido como el porcentaje de participación de la recaudación, en este caso el total de los ingresos fiscales medioambientales, en el Producto Interior Bruto (PIB), es decir:

$$PFM = \left[ \frac{\text{Impuestos fiscales medioambientales}}{PIB} \right] \times 100$$

Como se aprecia en el Gráfico 1 existe un predominio de la imposición energética en todos los países integrantes de la UE-27, representados principalmente por dos impuestos: impuesto sobre hidrocarburos y derivados, y el impuesto sobre la electricidad, que en el caso español constituyen más del 80% del total de la imposición ambiental, a los que habría que sumarle el establecimiento de otros impuestos energéticos en el resto de Estados miembros, como son los impuestos sobre el carbón, el

dióxido de carbono y el gas natural, entre otros.

**Gráfico 1.** Clasificación de los impuestos medioambientales como % del PIB. Año 2012. UE\_27



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Eurostat.

Es por tanto este grupo de impuestos energéticos el que tiene un mayor poder recaudatorio y en torno a los cuales es posible articular una reforma fiscal verde que ofrezca la posibilidad de mejorar la economía, compartiendo esta presión energética con el resto de impuestos ambientales (que en la actualidad tienen una baja representación), y contribuyendo de esta manera a reducir la elevada dependencia energética exterior (Buñuel, 2002).

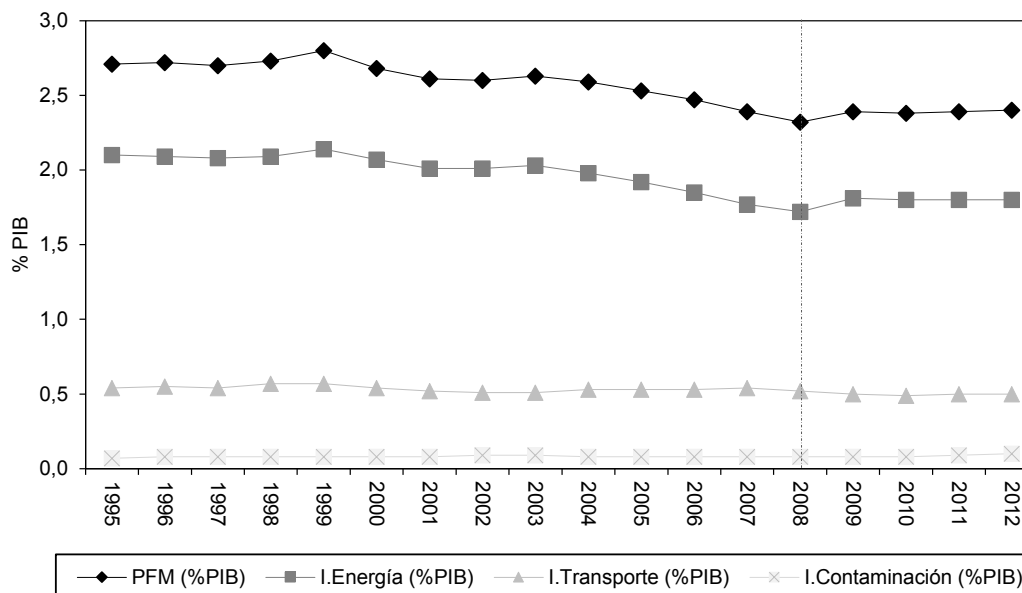
En términos de impuestos energéticos destaca el caso de Lituania (LT), Luxemburgo (LU) y República Checa (CZ) para los que este tipo de impuestos representa más del 90% del total de los impuestos medioambientales recaudados, sustentado principalmente en impuestos sobre hidrocarburos. En el caso de los impuestos sobre los transportes, es especialmente significativo el caso de Malta (MT) y Dinamarca (DK), en los que este grupo de impuestos, sustentados principalmente en impuestos sobre la matriculación de vehículos, representan en torno al 40% del total de la imposición ambiental. Y en lo que

respecta a los impuestos sobre la contaminación y los recursos naturales, como se puede observar en el Gráfico 1 tienen una presencia residual en la mayoría de los países europeos, marcando una ligera diferencia el caso de Países Bajos (NL) e Irlanda (IE) en el que este grupo de impuestos, entre los que se encuentran los gravámenes sobre la contaminación del agua y el alcantarillado, supera ligeramente el 10% del total de impuestos medioambientales.

A nivel global, como se observa en el Gráfico 1, la presión fiscal medioambiental en los Estados miembros oscila entre el 3,9% del PIB en Dinamarca (DK), considerándose por tanto como el país en el que la reforma fiscal verde se encuentra en cierta medida más consolidada, y el extremo opuesto, en el que se encuentra España (1,6%), con la PFM más baja de toda la UE-27, casi un punto porcentual por debajo de la media, sosteniéndose por tanto la hipótesis de Baena (2002) al considerar que las posibilidades teóricas de la imposición ambiental se encuentran en España casi intactas, lo que permite un elevado margen de maniobra para articular una serie de medidas que nos aproximen al resto de Estados miembros, y no se deje escapar por más tiempo esta oportunidad, a lo que algunos autores como Gago et al. (2007) han denominado la “oportunidad perdida”.

En el Gráfico 2 se observa la evolución que sigue para la media de la UE-27 tanto la recaudación global en presión fiscal medioambiental (expresado en % del PIB) como su desglose en los diferentes impuestos que la integran, donde se reitera lo expresado anteriormente en cuanto al predominio de la imposición energética sobre el total de la presión fiscal medioambiental.

**Gráfico 2.** Evolución de la recaudación de impuestos medioambientales como % del PIB. Media UE-27



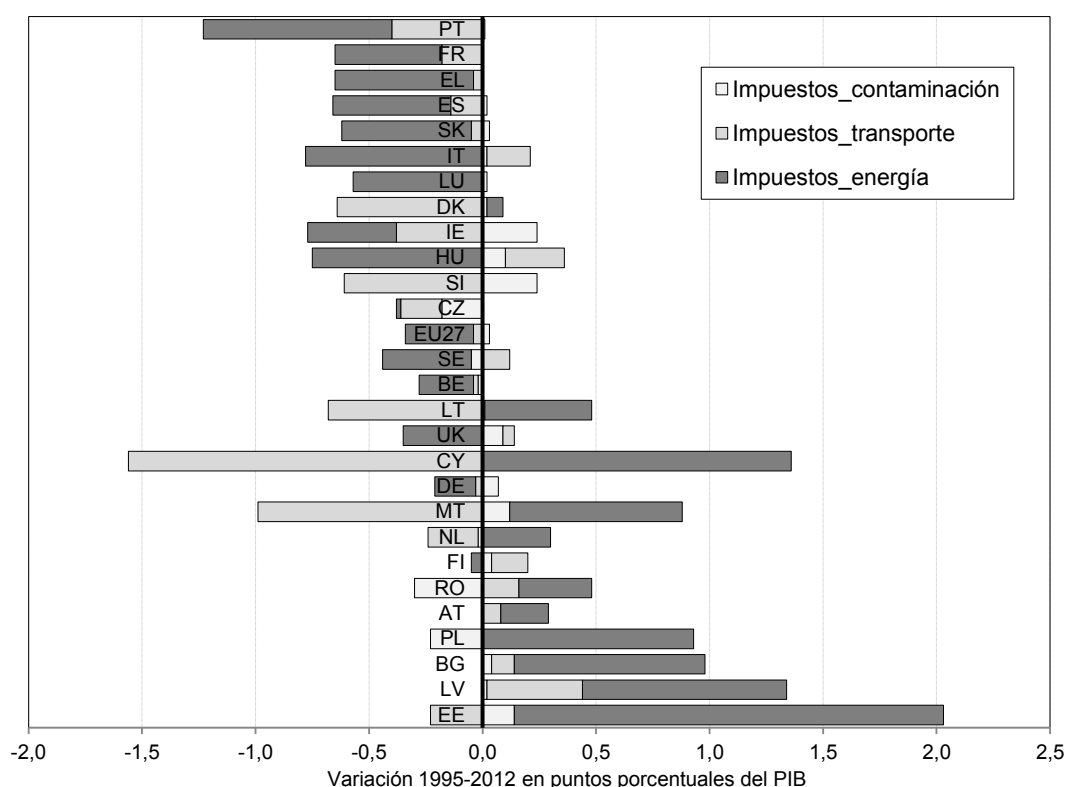
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Eurostat.

Tanto para la recaudación de los impuestos procedentes del transporte como de la contaminación y recursos naturales, la evolución media para la UE-27 es prácticamente homogénea a lo largo del tiempo, a diferencia de los impuestos sobre la energía, y su consiguiente reflejo en la PFM (global), que sufre ligeras oscilaciones, debido a que su recaudación es mucho más volátil principalmente por las variaciones en el precio del petróleo, al tener como principal fuente de ingresos los impuestos sobre los hidrocarburos y derivados.

En general se observa una tendencia decreciente desde 1995, con un leve repunte en el año 1999 (alcanzando la cifra más alta de PFM, con un valor de 2,8% del PIB para la media europea), siguiendo el retroceso en valores de PFM hasta el año 2008 (punto de menor PFM, con un 2,32% del PIB), motivado por la incipiente crisis económica, a partir del cual la tendencia se invierte con un aumento considerable en 2009, sin embargo, desde entonces se ha mantenido bastante estable a un nivel próximo al 2,4% (media UE-27).

Si esta evolución se analiza de forma individualizada para cada país, y comparando la variación para los años extremos del período (1995 y 2012), se obtiene el Gráfico 3, en el que se han representado en el eje vertical los países de la UE-27 (incluida la media), ordenados de mayor a menor reducción porcentual en PFM entre los años 1995 y 2012, y en el eje horizontal se indican las variaciones, hacia la derecha en valores positivos y hacia la izquierda en valores negativos.

**Gráfico 3.** Variación de los impuestos medioambientales en puntos porcentuales del PIB. Período 1995-2012. UE\_27



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Eurostat (2015)

Como se puede apreciar en el Gráfico 3, en términos absolutos, los Estados miembros muestran un comportamiento diferente en cuanto a la evolución de su imposición medioambiental, siendo ocho (Estonia, Letonia, Bulgaria, Polonia, Austria, Rumanía, Finlandia y Países Bajos) los países que han

registrado un crecimiento en los impuestos ambientales como porcentaje del PIB entre 1995 y 2012, destacando Estonia (EE), con un incremento global de 1,8 puntos porcentuales y Letonia (LV), con una variación de 1,35 puntos, mientras que el resto muestra una disminución. Las mayores reducciones se recogen en el caso de Portugal (PT), Francia (FR), Grecia (EL) y España (ES) con reducciones que oscilan entre 1,21 puntos porcentuales del PIB para Portugal y 0,63 para España, experimentando por tanto un retroceso en los valores de PFM (global); en todos los casos, tanto los incrementos como las reducciones son motivadas en su mayor parte por variaciones en el grupo de impuestos sobre la energía.

Son de destacar las variaciones producidas en los impuestos sobre el transporte, como en los casos de Chipre (CY) y Malta (MT) en los que se aprecia una importante reducción en la presión fiscal medioambiental sobre los transportes, con variaciones de -1,6% y -1% respectivamente. En Chipre está motivado por una reducción paulatina del impuesto sobre vehículos de motor, y en el caso de Malta, a pesar de que la recaudación de este grupo de impuestos ha aumentado, el notorio incremento de su riqueza nacional (PIB) entre 1995 y 2012 hace que el ratio decrezca. Dichas disminuciones se ven compensadas por incrementos significativos en el grupo de impuestos sobre la energía, con variaciones de +1,4% en el caso de Chipre y del +0,8% en Malta, quedando el efecto global compensado con una variación total prácticamente nula.

A continuación, en la Tabla 1, se cuantifica a nivel monetario (en millones de euros) la recaudación obtenida por cada uno de los Estados miembros en los diferentes grupos de impuestos ambientales, para el último año disponible, 2012. Como se puede observar, los países se encuentran ordenados de mayor a menor volumen recaudatorio en imposición total medioambiental, y se detecta que del total de imposición ambiental existe un claro predominio de la recaudación procedente de los impuestos de la energía sobre el resto de impuestos, constituyendo en media el 75% del total de impuestos ambientales, seguido de los impuestos sobre el transporte, que en media recaudan

aproximadamente el 20% del total de impuestos medioambientales, quedando un margen residual para la recaudación procedente de los impuestos sobre la contaminación y los recursos naturales.

**Tabla 1.** Recaudación de los impuestos medioambientales para la UE\_27. Año 2012. Millones de euros.

Ranking	País	Energía	Transporte	Contaminación	Recaudación Total Impuestos Medioambientales
1	Alemania	46.850	9.404	1.750	58.004
2	Reino Unido	36.762	12.246	1.701	50.709
3	Italia	36.598	10.162	497	47.257
4	Francia	29.802	4.853	2.586	37.241
5	Países Bajos	11.618	6.638	3.063	21.319
<b>6</b>	<b>España</b>	<b>13.113</b>	<b>2.689</b>	<b>350</b>	<b>16.152</b>
7	Suecia	8.248	1.792	127	10.168
8	Polonia	8.216	736	654	9.605
9	Dinamarca	5.388	3.527	588	9.503
10	Bélgica	4.812	2.798	513	8.122
11	Austria	5.012	2.408	63	7.484
12	Finlandia	4.007	1.780	122	5.909
13	Grecia	4.206	1.317	-	5.523
14	Irlanda	2.171	1.474	437	4.082
15	Portugal	2.802	780	14	3.596
16	Rep. Checa	3.349	209	38	3.596
17	Rumanía	2.261	215	74	2.551
18	Hungría	1.834	410	226	2.471
19	Eslovenia	1.095	144	109	1.348
20	Eslovaquia	1.083	138	24	1.245
21	Bulgaria	995	104	20	1.119
22	Luxemburgo	968	62	8	1.039
23	Lituania	516	15	17	548
24	Letonia	425	94	18	538
25	Estonia	427	11	47	484
26	Chipre	338	139	-	477
27	Malta	108	87	9	204
Total UE-27		233.044	64.233	13.055	310.293

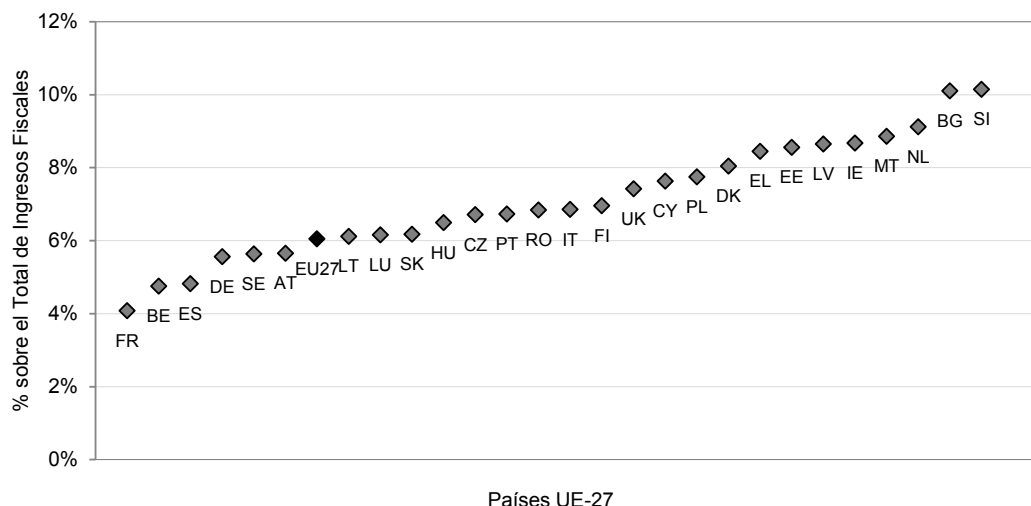
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Eurostat (2015)

Tal y como se observa en la Tabla 1, el país que ocupa la primera posición en el ranking en cuanto a volumen recaudatorio es Alemania, al ser el país de la UE-27 con mayor riqueza nacional (con un PIB corriente en el año 2012 de 2,7 billones de €), lo que implica un mayor volumen de actividad económica con la consiguiente repercusión en la recaudación medioambiental vía impuestos sobre emisiones, hidrocarburos, matriculación de vehículos, etc. al que le siguen en posición Reino Unido, Italia, Francia, Países Bajos, y España, todos ellos (a excepción de Países Bajos) con un PIB superior al billón de euros, incluso superando los dos billones en los casos de Reino Unido, Francia y Alemania. De manera que aunque el monto recaudatorio sea considerable, no lo es al establecer el ratio en relación a su PIB, lo que hace que la PFM de estos países sea relativamente baja, exceptuando Países Bajos en el que la recaudación medioambiental en relación a su PIB hace que sea uno de los países con mayor PFM junto con Dinamarca y Eslovenia.

Si el ratio se diseña como la relación entre los impuestos ambientales y el total de ingresos fiscales, se obtienen los datos que se recogen en el Gráfico 4, en el que se muestra para cada uno de los países de la UE-27, así como para la media, el porcentaje que representan los impuestos medioambientales sobre el total de ingresos fiscales (constituidos por la suma de impuestos directos, indirectos y cotizaciones sociales).



**Gráfico 4.** Recaudación del conjunto de impuestos medioambientales como % sobre el Total de Ingresos Fiscales\*. Año 2012.



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de Eurostat (2015)

Nota: \* El total de Ingresos Fiscales incluye los impuestos directos, indirectos y cotizaciones sociales.

Como se puede observar, los impuestos ambientales constituyen para la media de la UE-27 el 6,1% del total de ingresos fiscales, situándose por debajo de este valor medio seis países entre los que se encuentran España (ES) con un ratio del 4,8% y Francia (FR) que se presenta como el país con un menor volumen de recaudación “verde” en relación al total de sus ingresos fiscales, con un ratio del 4,1%. Por el lado opuesto se sitúan Bulgaria (BG) y Eslovenia (SI), donde para ambos países los impuestos medioambientales representan más del 10% del total de ingresos fiscales.

#### 4. Metodología aplicada a los análisis de convergencia

En este apartado se detallan las diferentes técnicas no paramétricas de convergencia absoluta, con enfoque de corte transversal, destacando aquellas que tienen mayor relevancia en los estudios de economía aplicada, como son: beta convergencia, sigma convergencia y gamma convergencia.

#### 4.1. Beta-convergencia

El modelo de convergencia beta se ha desarrollado sobre la base de los modelos de crecimiento neoclásicos, es decir, el modelo unisectorial de Solow (1956) y diversas extensiones del mismo propuestas por Cass (1965), Koopmans (1965) y Diamond (1965) entre otros autores.

De forma genérica se dice que existe  $\beta$ -convergencia cuando se produce una relación inversa entre la tasa de crecimiento de la renta per cápita y el nivel inicial de ésta, lo cual permite contrastar si una situación de retraso relativo en un momento dado tiende a reducirse con el paso del tiempo, es decir, en este contexto nos permite analizar si las economías más pobres podrán alcanzar en algún momento futuro a las más ricas.

Esta explicación en términos de renta per cápita es posible extrapolarla al ámbito de la convergencia en términos fiscales. Se considera la magnitud "y" como la "presión fiscal medioambiental" y el modelo de regresión en la forma dada por Delgado (2009), equivalente al dado por Barro y Sala-i-Martin (1992):

$$\ln\left(\frac{y_{i,T}}{y_{i,0}}\right) = \alpha + \beta \ln(y_{i,0}) + \varepsilon_i \quad [1]$$

donde 0 representa el primer año de estudio (1995) y T el número de años transcurridos (en este caso  $T = 17$ ), de forma que  $0 + T$  es el año final (2012).

La convergencia  $\beta$  supone una relación negativa entre la tasa de crecimiento entre las fechas 0 y T, y el nivel inicial de la variable de estudio, lo que exige que el parámetro  $\beta$  de la regresión lineal expresada en [1] sea de magnitud negativa, y estadísticamente significativo. La restricción  $\beta < 1$  supone eliminar la posibilidad de "adelantamientos sistemáticos" por parte de las economías más atrasadas respecto a las más avanzadas.

El parámetro  $\beta$  permite medir la velocidad de convergencia, de manera que cuanto mayor sea  $\beta$ , mayor será la velocidad a la que convergen los países, estimándose la velocidad de  $\beta$ -convergencia del siguiente modo:

$$r_b = \frac{\ln(\beta + 1)}{(-T)} \quad [2]$$

Barro y Sala-i-Martin (1992) demuestran que los conceptos de  $\sigma$ -convergencia y  $\beta$ -convergencia están relacionados, de manera que la existencia de convergencia beta es condición necesaria pero no suficiente para la existencia de convergencia sigma, mientras que la  $\sigma$ -convergencia es sólo una condición suficiente (no necesaria) para la  $\beta$ -convergencia (Furceri, 2005; Wodon y Yithaki, 2006).

## 4.2. Sigma-convergencia

En la literatura sobre convergencia (Barro y Sala-i-Martin, 1992; Mankiw et al. 1992; Boyle y McCarthy, 1997) la reducción progresiva de las disparidades regionales en la variable sometida a análisis, generalmente renta por habitante, a lo largo del tiempo se conoce como convergencia sigma. Existe sigma convergencia cuando la dispersión de la variable de interés en los “n” países analizados tiende a disminuir con el tiempo.

Como medida de dispersión se ha usado el coeficiente de variación (en adelante CV), que presenta la siguiente expresión:

$$CV_t = \frac{\sigma_t}{\bar{y}_t} \quad [3]$$

$$\text{donde } \bar{y}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{it} ,$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{it} - \bar{y}_t)^2}$$

e  $y_{it}$  representa el valor de la magnitud estudiada y en el i-ésimo país para el año t.

Adicionalmente, para analizar la trayectoria seguida por la  $\sigma$ -convergencia se calcula la tasa anual de  $\sigma$ -convergencia, entendida como el cambio porcentual que se produce en el CV de forma anual.

Además, es posible contrastar la existencia de sigma convergencia a través de la regresión de la medida de dispersión sobre el tiempo ( $t=1,2, \dots$ ), de modo que el parámetro  $\beta$  indicará la existencia de sigma convergencia, cuando es menor que cero ( $\beta < 0$ ), sigma divergencia ( $\beta > 0$ ) o estabilidad ( $\beta = 0$ ).

$$CV_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t \quad [4]$$

De forma complementaria a este tipo de estudios es común el uso de indicadores de desigualdad como el índice de Theil o el índice de Gini . En este trabajo se ha empleado un índice de Theil, el cual viene dado por la siguiente expresión:

$$T_t = \sum_{i=1}^n s_{it} \ln \left( \frac{s_{it}}{1/n} \right) \quad [5]$$

donde  $s_{it}$  representa la proporción de la magnitud del país i en el año t, es decir:

$$s_{it} = \frac{y_{it}}{\sum_{i=1}^n y_{it}}$$

De manera que se puede afirmar que existe convergencia sigma cuando la dispersión muestra una tendencia decreciente en el tiempo. Intuitivamente la convergencia sigma es el concepto más próximo a la concepción general de convergencia, aunque no es el único posible.

### 4.3. Gamma-convergencia

La  $\gamma$ -convergencia fue un concepto propuesto por Boyle y McCarthy (1997 y 1999) ideado como complemento de la sigma convergencia para contrastar la existencia de beta convergencia. Para que un conjunto de países presente gamma convergencia es necesario que exista movilidad en la distribución a lo largo del tiempo que permita alterar el ranking, para ello se emplea el índice de concordancia de rangos de Kendall en su versión binaria (RC) (Siegel, 1956), cuya expresión para comparar los rangos en el instante  $t$  con respecto al instante 0 viene dada por:

$$RC_t = \frac{var[R(y)_{it} + R(y)_{i0}]}{var[2R(y)_{i0}]} \quad [6]$$

donde  $R(y)_{it}$  es el orden o rango del país  $i$  en el año  $t$ . Este índice está comprendido entre 0 y 1 y su cercanía a 0 indica una mayor movilidad dentro de la distribución y por tanto de mayor convergencia.

Para realizar inferencia, la distribución del indicador es una chi-cuadrado con  $n-1$  grados de libertad:

$$2(n-1)RC \approx \chi^2_{n-1} \quad [7]$$

## 5. Resultados de convergencia en Presión Fiscal Medioambiental

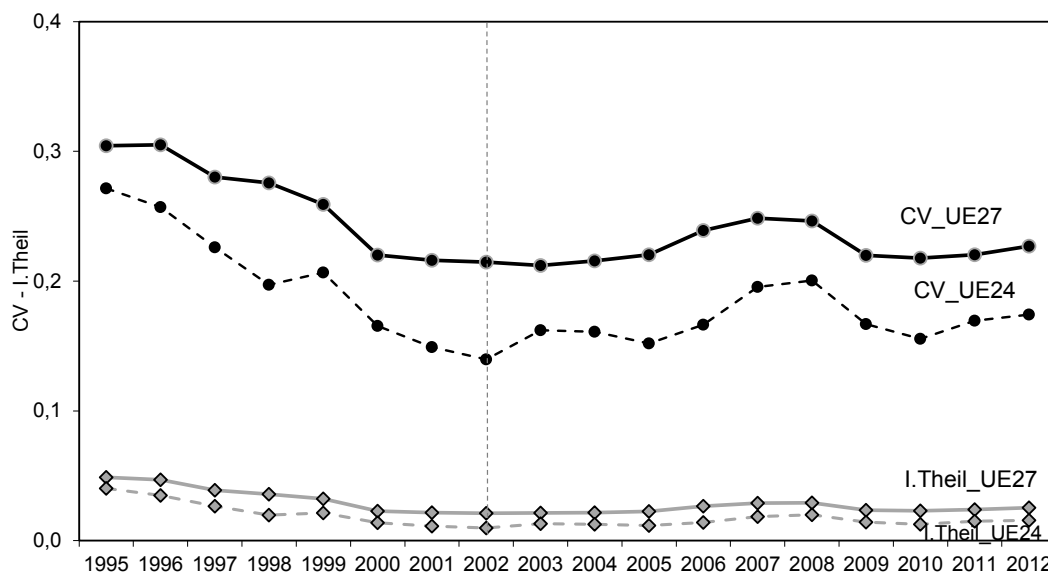
Tal y como se ha anticipado en la parte introductoria, en esta sección se analiza la convergencia desde el punto de vista del ingreso, en concreto se toma como variable de referencia la presión fiscal medioambiental, aplicando para ello un enfoque econométrico según las diferentes técnicas de convergencia absoluta de corte transversal, considerando para el estudio los países miembros de la UE\_27 y el periodo temporal comprendido entre 1995 y 2012.

En primer lugar, los resultados de  $\sigma$ -convergencia se plasman en el Gráfico 5, en el que se presenta la evolución seguida por la dispersión de la presión fiscal medioambiental, expresada a través del CV y del índice de Theil. Se ha considerado relevante distinguir, para cada uno de estos indicadores, la evolución seguida por la UE\_27, así como este mismo análisis pero excluyendo a Dinamarca (DK), Países Bajos (NL) y Eslovenia (SI), en adelante denominado como UE\_24. Esto es debido a que estos tres países presentan un comportamiento muy diferenciado con respecto al resto de Estados miembros, al ofrecer desde el inicio del periodo temporal analizado, y de forma constante a lo largo de los años, unos niveles de presión fiscal medioambiental muy por encima de la media europea, siendo ésta de 2,67% para el año 1995, mientras que DK se situaba en el 4,42%, el valor más alto de la UE\_27, seguida de Eslovenia, con un 4,19% y Países Bajos con el 3,5%, lo cual genera cierta distorsión del análisis en su conjunto.

Para el período globalmente considerado, es decir, comparando el primer y el último año de la serie, se confirma una leve reducción de la dispersión de la PFM entre los países integrantes de la UE\_27, como así lo pone de manifiesto una reducción del valor del CV, pasando de 0,3 en 1995 a 0,23 en 2012, lo que es indicativo de un ligero proceso de convergencia, que se intensifica en el primer período diferenciado (1995-2002), con una evidente senda de reducción de la dispersión, y una segunda etapa (2002-2012) con una ligera tendencia hacia la divergencia, tal y como se detalla a continuación.

Si se lleva a cabo el mismo análisis pero excluyendo a Dinamarca, Países Bajos y Eslovenia, los valores anuales del CV son más bajos, muestra de una menor dispersión, y la variación entre el primer y último año de la serie es más significativa, con una reducción global del 56%, pasando del 0,27 en 1995 a un valor del CV de 0,17 en 2012, repitiéndose el mismo patrón señalado anteriormente en los dos subperíodos diferenciados, aunque acentuándose el incremento de la dispersión para la segunda etapa.

**Gráfico 5.** Sigma convergencia en presión fiscal medioambiental.  
Período 1995-2012. UE\_27 y UE\_24



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al índice de Theil, destacar la similitud seguida con el CV en cada uno de los grupos de países<sup>7</sup>, corroborando los resultados globales comentados anteriormente, donde en ambos casos se observa un ligero proceso de convergencia, pero más pronunciado en el caso de la UE\_24, al excluir los valores extremos.

De forma analítica, la ecuación [4] de  $\sigma$ -convergencia<sup>8</sup> ofrece unos resultados cuantitativos complementarios al análisis gráfico anterior. En la Tabla 2 se recogen de forma detallada estos resultados, tanto para la UE\_27 como para la UE\_24, y a su vez se distinguen los dos subperíodos señalados anteriormente.

El análisis de  $\sigma$ -convergencia para el periodo total (1995-2012) en la UE\_27 ofrece un parámetro  $\beta$  negativo y significativo, lo que indica la existencia de un proceso de convergencia, en concreto a una tasa anual del 1,55%; dicha tasa

<sup>7</sup> El coeficiente de correlación de Pearson entre el índice de Theil y el coeficiente de variación tanto para la UE\_27 como para la UE\_24 es del 0,989.

<sup>8</sup>  $CV_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t$ , donde "t" representa el año de estudio (1995, 1988...2012)

aumenta hasta el 4,73% anual si se considera únicamente el período 1995-2002, en el que parámetro  $\beta$  vuelve a ser negativo y significativo, en este subperíodo es de destacar el elevado ajuste del modelo, como así lo manifiesta el valor próximo a 1 que toma el  $R^2$  (0,938). Por lo que respecta al segundo período (2002-2012), la tendencia se invierte y como se puede observar, el parámetro  $\beta$  toma valores positivos ( $\beta > 0$ ) indicativo de un proceso de  $\sigma$ -divergencia en PFM del 0,55% anual, pero dado que el CV no sigue una senda homogénea, el ajuste global del modelo es bajo y no significativo.

**Tabla 2.** Estimación de la ecuación de  $\sigma$ -convergencia en PFM en la UE\_27 y UE\_24

	$\alpha$	$\beta$ (S.E)*	p-valor	$R^2$ (S.E)**	Tasa anual $\sigma$ -convergencia
Periodo Total UE_27 1995-2012	8,090	-0,004 (-0,001)	0,002	0,449 (-0,024)	-1,55%
Periodo Total UE_24 1995-2012	8,334	-0,004 (-0,001)	0,010	0,346 (-0,031)	-1,99%
1er. Periodo UE_27 1995-2002	30,495	-0,015 (-0,002)	0,000	0,938 (-0,010)	-4,73%
1er. Periodo UE_24 1995-2002	39,119	-0,019 (-0,002)	0,000	0,964 (-0,009)	-8,80%
2º Periodo UE_27 2002-2012	-1,722	0,001 (-0,001)	0,463	0,061 (-0,013)	0,55%
2º Periodo UE_24 2002-2012	-4,391	0,002 (-0,002)	0,194	0,180 (-0,017)	1,93%

Fuente: Elaboración propia.

Notas: \* Los errores estándar de  $\beta$  están entre paréntesis.

\*\*Los errores estándar de la regresión están entre paréntesis.

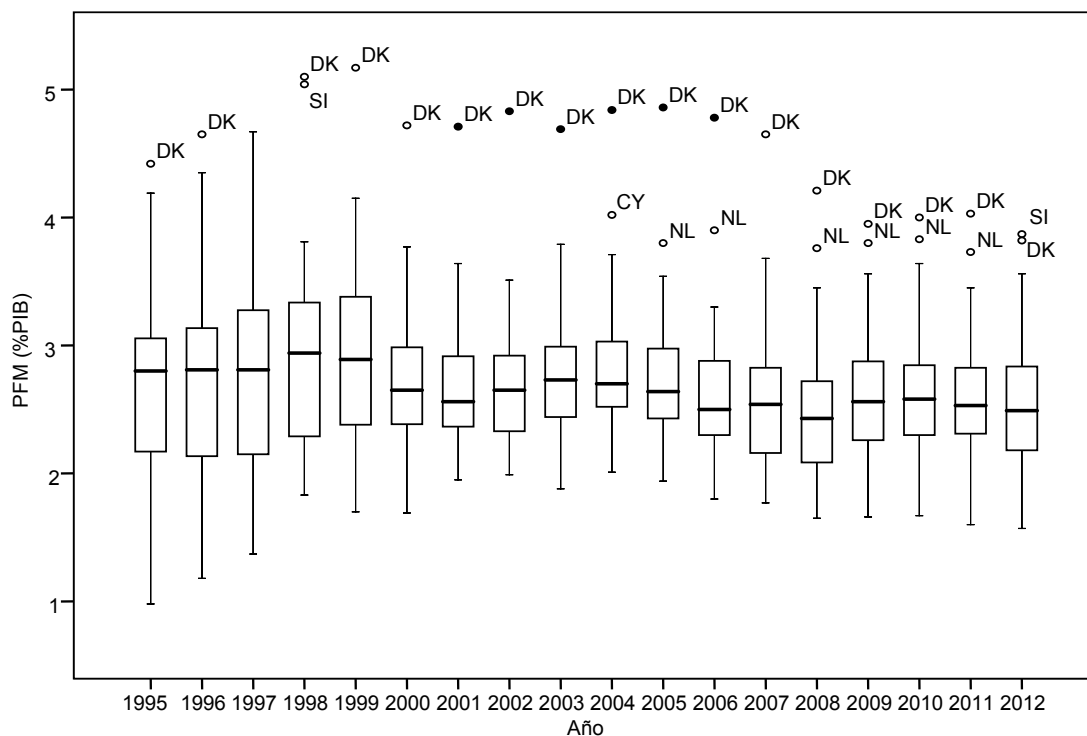
De forma paralela, el análisis llevado a cabo para la UE\_24 es análogo al realizado para la UE\_27, ofreciendo unos resultados semejantes. Para el periodo total (1995-2012) también se observa un proceso de convergencia, a una tasa más elevada, en este caso próxima al 2% anual. En lo referente a la división por subperíodos, para la UE\_24 se detecta un cambio más intenso en la velocidad de convergencia/divergencia; así para la primera etapa: 1995-



2002, la tendencia es la misma que si consideramos la UE\_27, un claro proceso de convergencia, con el parámetro  $\beta$  negativo y significativo, pero al excluir los tres países de mayor PFM, la velocidad a la que tienden a aproximarse los 24 países restantes, con la consiguiente reducción de la dispersión, sería mucho mayor, alcanzando una tasa de  $\sigma$ -convergencia anual cercana al doble (8,80%). En el segundo subperíodo la tendencia hacia la  $\sigma$ -divergencia se mantiene, a una tasa anual bastante superior, que alcanza el 1,93%.

Una forma complementaria de analizar la reducción de la dispersión entre los valores de presión fiscal medioambiental (PFM) que toma cada país a lo largo de la serie temporal analizada es mediante la resolución gráfica del diagrama de caja de Box-Whisker (Tukey, 1977). En el Gráfico 6 se muestra el diagrama de caja referente a la PFM de la UE\_27 para el periodo 1995-2012.

La línea interior de cada una de las cajas representa la mediana, mientras que los extremos de la caja constituyen el primer y el tercer cuartil, así la longitud de cada caja es el recorrido inter cuartílico (RIC: la diferencia entre el tercer y el primer cuartil), y éste representa el rango de variación del 50% central de las observaciones. Los valores atípicos son aquellos que quedan fuera del intervalo determinado por las fronteras interiores ( $f1$ ,  $f2$ ), donde  $f1=Q1-1.5RIC$  y  $f2=Q3+1.5RIC$ . Clasificando estos valores en atípicos medios (representados con un círculo vacío) y atípicos extremos (círculo sombreado) según su situación con respecto a las fronteras exteriores  $F1=Q1-3*RIC$  y  $F2=Q3+3*RIC$ , siendo extremos los que están fuera del intervalo ( $F1$ ,  $F2$ ) y atípicos medios el resto. Los bigotes, que salen de las cajas, van desde los cuartiles hasta los denominados valores adyacentes, que son aquellos valores observados más próximos a las fronteras interiores y que están dentro del intervalo determinado por éstas ( $f1$ ,  $f2$ ).

**Gráfico 6.** Diagrama de caja para la UE\_27 en Presión Fiscal Medioambiental

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en el diagrama de caja, existe una tendencia a la reducción del tamaño de las cajas, especialmente a partir del año 2000, lo que sugiere la existencia de datos cada vez más homogéneos con el paso del tiempo. Es decir, la dispersión entre los valores de PFM para los veintisiete países analizados es cada vez menor, lo que justifica la existencia de convergencia sigma de forma global, tal y como se ha puesto de manifiesto en el análisis anterior.

Es de destacar la existencia de valores atípicos (también conocidos como *outliers*) para la mayoría de los años analizados. Como valores atípicos medios aparecen los siguientes países: Dinamarca (DK), es el país que emerge con mayor frecuencia, en once de los dieciocho años analizados, en concreto en los años 1995-1996, 1998-2000, 2007-2012. El segundo país que aparece como valor atípico medio de forma más recurrente es Países Bajos (NL), cuyos

elevados valores de PFM le sitúan en esta posición en los años 2005-2006 y 2008-2011. El tercer país es Eslovenia (SI), que se desmarca del resto para aparecer como valor atípico medio en los años 1998 y 2012. Este distanciamiento en valores de PFM con el resto de países es aún mayor en el caso de Dinamarca para los años comprendidos entre 2001 y 2006, al aparecer como valor atípico extremo. Esta clara distancia de los tres países señalados con el resto justifican el análisis paralelo que se ha llevado a cabo entre la UE\_27 y la UE\_24.

Con respecto al análisis de  $\beta$ -convergencia, la Tabla 3 muestra la estimación de los resultados de la ecuación [1]<sup>9</sup> por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) para cada uno de los períodos descritos con anterioridad, tanto para la UE\_27 como la UE\_24.

En primer lugar, las estimaciones realizadas para la UE\_27 en su conjunto muestran un proceso de  $\beta$ -convergencia para el periodo globalmente considerado (1995-2012), a una velocidad del 7,40%, lo que supondría que los países con menor presión fiscal medioambiental superarían la mitad de la distancia que les separa de los países con mayor PFM en algo más de nueve<sup>10</sup> años. Este proceso se intensifica claramente en el primer subperiodo, tal y como se pone de manifiesto por medio de sus parámetros, y de donde se deriva una velocidad de  $\beta$ -convergencia del 16,72%, más del doble de la señalada anteriormente para el periodo total. Para el segundo subperiodo (2002-2012) se puede apreciar un leve proceso de convergencia del 2,44%, no obstante se detecta un bajo ajuste del modelo y un parámetro  $\beta$ , que aunque negativo, no es significativo.

---


$${}^9 \ln \left( \frac{y_{i,T}}{y_{i,0}} \right) = \alpha + \beta \ln(y_{i,0}) + \varepsilon_i$$

<sup>10</sup> Esta estimación se ha denominado por algunos autores (Toral, 2001) como la “media vida”, entendido como el periodo necesario para que las economías superen la mitad de la distancia que les separa de su estado estacionario, calculado a partir de la fórmula adaptada de la original de Barro y Sala-i-Martin (1992):  $\tau = (-\ln(2)/\ln(1+\beta))T$

**Tabla 3.** Estimación de la ecuación de  $\beta$ -convergencia en PFM en la UE\_27 y UE\_24

	$\beta$ (S.E)*	p-valor	R <sup>2</sup> (S.E)**	Velocidad de $\beta$ - convergencia
Periodo Total UE_27 1995-2012	-0,717 (0,117)	0,000	0,601 (0,212)	7,40%
Periodo Total UE_24 1995-2012	-0,889 (0,119)	0,000	0,717 (0,190)	12,93%
1er. Periodo UE_27 1995-2002	-0,633 (0,082)	0,000	0,705 (0,149)	16,72%
1er. Periodo UE_24 1995-2002	-0,759 (0,075)	0,000	0,822 (0,119)	20,32%
2º Periodo UE_27 2002-2012	-0,216 (0,177)	0,232	0,057 (0,176)	2,44%
2º Periodo UE_24 2002-2012	-0,412 (0,255)	0,120	0,106 (0,174)	5,32%

Fuente: Elaboración propia.

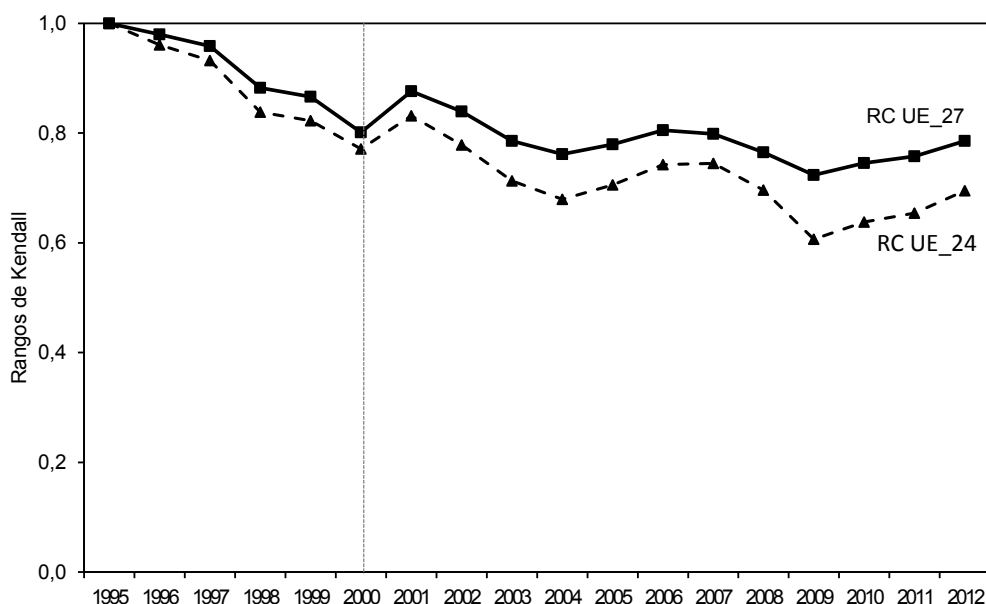
Notas: \* Los errores estándar de  $\beta$  están entre paréntesis.

\*\*Los errores estándar de la regresión están entre paréntesis.

De forma análoga, del análisis  $\beta$ -convergencia para la UE\_24 se desprende una misma interpretación, pero con un proceso de convergencia bastante más intenso, así para el período total (1995-2012), al igual que para la UE\_27, se detecta un proceso de convergencia pero a una velocidad mucho más elevada, en concreto del 12,93%, lo que supondría que los países con los valores más bajos de PFM superarían la mitad de la distancia que les separa de aquellos otros con mayor PFM en 5 años aproximadamente. En lo que respecta al primer periodo (1995-2002) la velocidad de  $\beta$ -convergencia alcanza el 20,32%, prácticamente 8 puntos porcentuales por encima del valor obtenido al considerar la UE\_27 en su conjunto, y para el segundo periodo, aunque la convergencia sigue siendo leve (5,32%), es ligeramente superior al valor obtenido en el caso de la UE\_27 (2,44%), siendo de destacar el bajo ajuste del modelo y la baja significatividad.

En cuanto al último de los análisis de convergencia, el Gráfico 7 muestra los resultados del estudio de  $\gamma$ -convergencia por medio del índice de concordancia de rangos de Kendall (RC) en su versión binaria. Tal y como se puede observar, se detecta la existencia de cierta movilidad en el ranking de presión fiscal medioambiental tanto para la UE\_27 (donde RC pasa de un valor de 1 a 0,8) como para la UE\_24, en el que el proceso global de  $\gamma$ -convergencia es ligeramente superior, al pasar el valor de RC de 1 a 0,7.

**Gráfico 7.** Gamma convergencia en presión fiscal medioambiental. Período 1995-2012. UE\_27 y UE\_24



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis gráfico se distingue un primer periodo (1995-2000), en el que el inicio de la reforma fiscal verde conllevó una clara senda de aproximación en valores de PFM, aunque en términos de rangos de Kendall, los valores siguen siendo aún muy próximos a 1 (valor del año de partida), lo que es indicativo de variaciones reducidas en el orden de los países.

El segundo subperiodo (2000-2012) está marcado por diferentes oscilaciones; si consideramos la UE\_27, el índice de rangos de Kendall parte en el año 2000

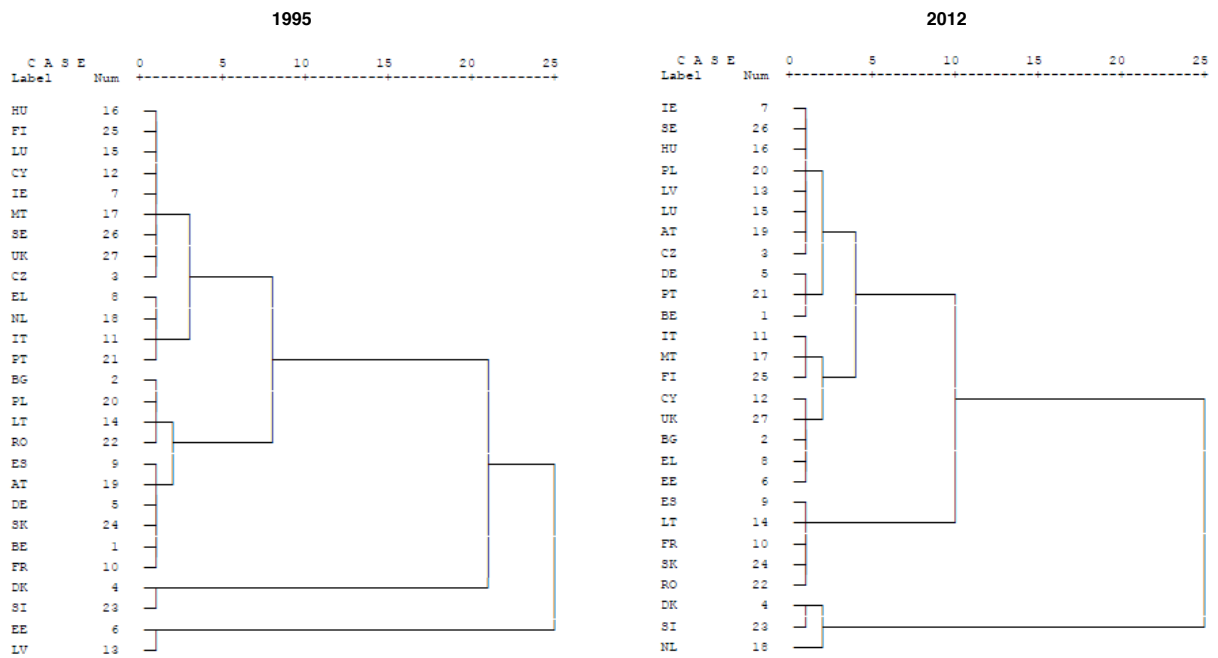
con un valor de 0,8, y tras diferentes sendas de crecimiento y decrecimiento alcanza en 2012 de nuevo el valor de 0,8, considerándose por tanto una ausencia de convergencia/divergencia para este segundo subperiodo. Sin embargo, para la UE\_24 se detecta una leve  $\gamma$ -convergencia, donde RC pasa de un valor de 0,77 en el año 2000 a 0,7 en el año 2012.

## **6. Análisis cluster de la variable Presión Fiscal Medioambiental**

Para un mayor detalle del proceso de convergencia seguido por los veintisiete Estados miembros analizados, se procede a la realización de un análisis cluster, también conocido como análisis de conglomerados. Se trata de una técnica estadística multivariante cuya finalidad es dividir un conjunto de objetos (países en nuestro caso) en grupos, de forma que todos los miembros del mismo grupo sigan unos patrones de comportamiento similares. En este análisis se pretende establecer la similitud entre los diferentes países integrantes de los distintos grupos en lo que se refiere al nivel de presión fiscal medioambiental.

Para el análisis se toma la distancia euclídea entre los distintos países y se considera un método jerárquico, tomando como medida de similitud entre los conglomerados la distancia media entre los elementos de cada grupo. El análisis ofrece los dendogramas representados en el Gráfico 8, que se han llevado a cabo para los dieciocho años analizados, de los cuales se muestran el año de inicio (1995) y de fin (2012).

**Gráfico 8.** Dendogramas en Presión Fiscal Medioambiental. 1995 y 2012. UE\_27



Fuente: Elaboración propia.

En los dendogramas recogidos en el análisis gráfico 8, se aprecia una reducción en las distancias entre los valores de PFM entre el año inicial y final de la serie, lo cual se pone de manifiesto por medio de una simplificación en el número de cluster o grupos. De forma sintética, a través de la Tabla 4 se observa que se ha pasado de una clasificación de cinco grupos en el año 1995, ordenados de menor a mayor PFM, a una tendencia a la agrupación en tres grupos en el año 2012, en los que uno de ellos es el mayoritario, con 19 de los 27 países analizados, debido a la senda hacia la aproximación en los valores de PFM medios.

**Tabla 4.** Cluster de países de la UE\_27 según los valores de Presión Fiscal Medioambiental. 1995 y 2012

Grupos	1995		2012	
	Nº de países	Países	Nº de países	Países
Grupo 1	2	Estonia y Letonia	5	España, Lituania, Eslovaquia, Francia, Rumania
Grupo 2	10	Rumania, Polonia, Bulgaria, Lituania, Austria, España, Alemania, Eslovaquia, Bélgica y Francia	19	Bélgica, Alemania, Portugal, República Checa, Letonia, Luxemburgo, Austria, Irlanda, Suecia, Polonia, Hungría, Reino Unido, Chipre, Estonia, Bulgaria, Grecia, Malta, Italia, Finlandia
Grupo 3	9	República Checa, Suecia, Reino Unido, Chipre, Hungría, Finlandia, Luxemburgo, Irlanda, Malta	3	Países Bajos, Eslovenia y Dinamarca
Grupo 4	4	Portugal, Grecia, Países Bajos, Italia		
Grupo 5	2	Eslovenia y Dinamarca		

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el análisis de conglomerados es muy significativo, corroborando los resultados obtenidos anteriormente mediante las diferentes

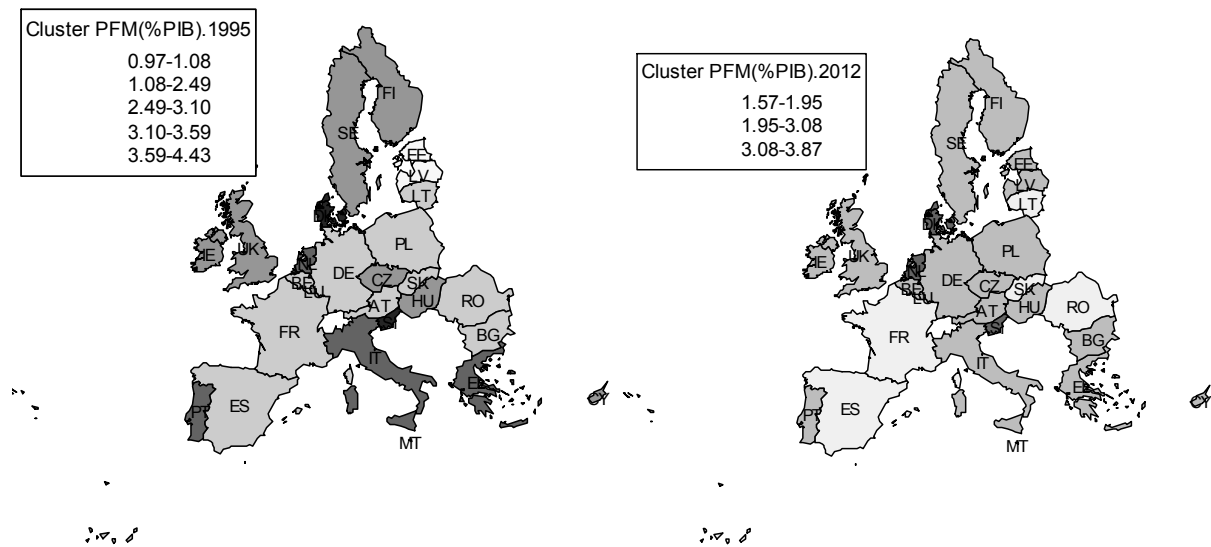


técnicas de convergencia, que ponen de manifiesto una tendencia global hacia la convergencia, más acentuada en el caso de los países integrantes de la UE\_24 (lo que justifica el análisis paralelo que se ha llevado a cabo para este grupo de países), ya que desde el inicio, Eslovenia y Dinamarca se situaban en un cluster independiente por sus elevados valores de PFM con respecto al resto, a los que se unió Países Bajos, conformando en la actualidad el cluster de países con mayor PFM en la UE\_27. Estos resultados también se adelantaban anteriormente mediante el diagramas de cajas, donde eran estos tres países los que aparecían como valores atípicos medios y extremos a lo largo de los años.

Es de destacar el caso de España, que tal y como señalábamos en el Gráfico 3, es de los países que han experimentado una mayor reducción en PFM al comparar el año 1995 y 2012, pasando de un valor del 2,2% del PIB al 1,6%, es decir, en el ranking por países ha pasado de ser el octavo país con menor PFM de la UE\_27 en el año 1995, lo que se situaba en el cluster 2, a constituirse en el año 2012 como el país con la PFM más baja de toda la UE\_27, pasando directamente a ocupar el primer lugar en el cluster 1 (junto con el resto de países de menor PFM).

Los resultados mostrados anteriormente mediante el análisis gráfico con dendogramas y la clasificación cluster recogida en la Tabla 4, se complementa con el estudio de forma cartográfica de los países integrantes de cada uno de los cluster en los años 1995 y 2012, lo que se recoge en el Gráfico 9.

**Gráfico 9.** Mapas de la UE\_27 con análisis cluster según el valor de presión fiscal medioambiental. 1995 y 2012



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 9 se recogen los mapas de la UE\_27 tanto para el año 1995 como 2012. En el mapa de la izquierda correspondiente al año 1995 se observa una dispersión en los valores de PFM al existir cinco grupos de países con distancias significativas entre ellos. Destacando los grupos extremos, situándose con menor PFM Estonia y Letonia, y en el caso opuesto Eslovenia y Dinamarca, mientras que los grupos intermedios, con mayor homogeneidad, recogen al mayor número de Estados miembros, con 10, 9 y 4 países respectivamente para los tres grupos intermedios.

En el mapa correspondiente al año 2012 se aprecia una clara tendencia hacia la homogeneidad, donde gran número de países han tendido hacia un proceso de convergencia configurando un gran cluster intermedio que engloba a 19 países, con valores de PFM comprendidos entre 1.95 y 3.08. Quedando únicamente los países que ocupan posiciones extremas, y que por tanto representan los dos cluster minoritarios, el que aparece sombreado de gris claro, constituido por los países de menor PFM (España, Lituania, Eslovaquia, Francia y Rumania), y el grupo de los países con la PFM más alta de la UE\_27: Países Bajos, Eslovenia y Dinamarca (sombreados de gris oscuro).

## **7. Conclusiones y propuestas**

Los impuestos medioambientales se establecen con el objetivo de alcanzar un doble dividendo, por una parte generan beneficios en el medio ambiente y además ofrecen resultados económicos y sociales positivos, al utilizar los ingresos obtenidos para reducir preferiblemente los impuestos sobre el trabajo, al menos así lo recoge la teoría económica, aunque en la práctica los hechos demuestran que la realidad dista bastante de los axiomas de partida.

Existe una evidente infraexplotación de la fiscalidad medioambiental, como así lo pone de manifiesto el elevado margen de maniobra derivado del bajo volumen recaudatorio sobre impuestos medioambientales, representando a penas el 6% del total de ingresos fiscales, si consideramos la media de la

UE\_27, siendo aún más bajo en el caso español, donde el monto total por impuestos medioambientales para el año 2012 asciende a 16.152 millones de euros, es decir, el 4,8% del total de ingresos fiscales (incluidas las cotizaciones sociales). Es por tanto necesario un cambio de dirección en el que se diseñen nuevos mecanismos que pongan freno al deterioro medioambiental, principalmente actuando sobre actividades con especial incidencia negativa en el medio ambiente, como por ejemplo campos de golf, actividades extractivas, pistas de esquí, aprovechamientos de agua embalsada, etc. a la vez contribuyan a la eficiencia del sistema fiscal reduciendo los impuestos sobre el trabajo, el ahorro y el capital, es decir, tal y como señala Rosembuj (2004), es necesario que el sistema fiscal se “tiña de verde”.

En concreto, en el caso que nos atañe más directamente, España, como se ha puesto de manifiesto a lo largo de este trabajo, presenta el nivel de presión fiscal medioambiental más bajo de la UE\_27 (1,6% en el año 2012), situándose en la última posición del ranking en lo que respecta a la PFM media para los dieciocho años analizados, con un valor medio del 2%, seguida de Francia y Estonia, situación alarmante si a este hecho le añadimos que es el segundo país de la UE\_27 (tras Portugal), que experimenta la mayor reducción porcentual de PFM entre 1995 y 2012, en concreto este valor se ha visto reducido en un 29%.

Es por tanto necesario diseñar un programa de reformas fiscales verdes, tal y como demanda recientemente la OCDE en el documento “Análisis de los resultados medioambientales de la OCDE: España 2015”, al detectar que la presión fiscal sobre la energía es menor que la que se ejerce sobre el trabajo, y que desde el año 2007 han disminuido las ecotasas hasta situarse entre las más bajas de los países desarrollados. A pesar de las reticencias manifestadas por el Gobierno, alegando que en la situación económica actual no es el momento de implantar nuevos impuestos, desde la OCDE se reafirman, asegurando que aunque el establecimiento de ecotasas puede resultar dolorosa para ciertos sectores, el mundo se mueve en esta dirección, y no es

conveniente ir a contracorriente, siendo por tanto necesaria una cooperación entre las Comunidades Autónomas y el Gobierno central para que las ecotasas sean efectivas, así como la supresión de medidas fiscales y subvenciones económicamente ineficientes y perjudiciales para el medio ambiente, entre las que destacan las ayudas al carbón nacional.

En esta línea, la experiencia internacional de los países pioneros en reformas fiscales verdes, así como las propias características del sistema productivo español y su estructura fiscal, llevan a plantear diferentes propuestas que permitan integrar el medio ambiente con el resto de políticas, donde se tengan en cuenta no sólo aspectos medioambientales, sino también los aspectos económicos y sociales de la sostenibilidad, de ahí la necesidad de involucrar a ciudadanos y empresas. Entre otras, algunas de estas posibilidades serían: aplicar un tipo reducido o superreducido de IVA a productos con un impacto medioambiental positivo (fertilizantes orgánicos, derivados de agricultura ecológica, etc.); fomento del etiquetado y distinción de productos de origen ecológico; ampliar las deducciones por inversiones ambientales en el impuesto sobre sociedades, como pueden ser instalaciones de energías renovables; establecer mecanismos de reembolso, donde los ingresos derivados de imposición ambiental se reviertan en las partes afectadas, así como en el diseño y establecimiento de medidas preventivas y de seguimiento post-gravamen con el objetivo de conocer el efecto real del establecimiento del impuesto; nuevas deducciones en el IRPF por la adquisición de bonos de transporte público, entre otras medidas que en definitiva el fin último no sea que contamine quien pueda pagar, sino que la contaminación no pueda ser rentable.

Tal y se ha puesto de manifiesto en este estudio, la fiscalidad ambiental se articula en torno a tres grandes grupos: los impuestos energéticos, que son los que presentan un mayor poder recaudatorio, conformando para la media de la UE\_27 tres cuartas partes del total de ingresos fiscales medioambientales, ascendiendo al 80% en el caso de España, y con un predominio dentro de este

grupo de los impuestos sobre hidrocarburos. El segundo grupo por volumen recaudatorio está formado por los impuestos sobre el transporte, que representan aproximadamente el 21% de la fiscalidad ambiental, y su principal fuente de ingresos procede del impuesto sobre matriculación de vehículos, quedando un porcentaje residual para los impuestos sobre la contaminación y los recursos naturales, que alcanzan de media el 4% de la imposición ambiental.

En lo que respecta al análisis econométrico llevado a cabo en términos de convergencia, se detecta una ligera reducción de la dispersión en los valores de PFM para la UE\_27, con una velocidad de sigma convergencia del 1,55% anual para el período globalmente considerado (1995-2012), motivado por un primer período de convergencia mucho más intenso, hasta el año 2002, para continuar en años posteriores con una tendencia opuesta sustentada en un proceso divergente. Del mismo modo, el estudio de beta convergencia confirma un proceso global de convergencia, a una velocidad del 7,4%, lo que supondría que los países con menor presión fiscal medioambiental superarían la mitad de la distancia que les separa de los países con mayor EFP en algo más de nueve años, este proceso se intensifica para el primer subperíodo (1995-2002), con más del doble de la velocidad de beta convergencia (16,72%), para terminar frenándose en el segundo subperíodo, que aunque se obtienen valores tendentes a la convergencia, no son estadísticamente significativos.

Del estudio de gamma convergencia se concluye cierta movilidad en el ranking entre los países según sus valores de PFM si se considera el primer período, comprendido entre 1995 y el año 2000, en el que el inicio de la reforma fiscal verde conllevó una clara senda de aproximación en valores de PFM, para continuar en los siguientes años con sucesivas oscilaciones que acaban en el año 2012 con el mismo valor del año 2000, manteniéndose por tanto prácticamente estático a nivel global.

En este análisis es preciso tener en cuenta la existencia de valores atípicos, como se manifiesta por medio del diagrama de caja y el análisis cluster, en el que existen tres países: Dinamarca, Países Bajos y Eslovenia, que presentan valores bastante por encima de la media, conformando un cluster o grupo independiente, lo que justifica el análisis paralelo que se ha llevado a cabo para la UE\_24, ofreciendo unos resultados idénticos en cuanto a las tendencias, pero diferentes en la velocidad de convergencia/divergencia, siendo ésta mayor en la medida que los países presentan valores más homogéneos (UE\_24).

Es necesario por tanto el diseño de una reglamentación a nivel europeo en la que se sienten las bases de un nuevo proceso de armonización fiscal en materia medioambiental, unificando el diseño de los impuestos medioambientales en su conjunto, desde la definición del hecho imponible, delimitación de la base imponible, tipos de gravamen, deducciones, etc. unido a una concienciación y educación ambiental que conlleve a un cambio real en las pautas de comportamiento de los agentes.

## **8. Limitaciones y futuras líneas de investigación**

En último lugar destacar que los resultados de esta investigación deben considerarse como preliminares, dado que el trabajo no está exento de limitaciones, así por ejemplo son varios los obstáculos en cuanto al acceso de la información, tanto de carácter cuantitativo como cualitativo, básicamente reducida a los datos proporcionados por Eurostat, con el consiguiente inconveniente del desfase temporal en su publicación, como mínimo de dos años, lo que hace que los datos pierdan actualidad, ya que la información en las páginas oficiales de los respectivos Estados miembros está muy vetada y con grandes restricciones.

Por otra parte, son varias las líneas de investigación que se abren tras el estudio llevado a cabo en este trabajo, que pretenden profundizar en aquellos aspectos que no han sido tratados, o que se ha hecho de forma superflua, pero

que serían de gran interés, como es el análisis del concepto de esfuerzo fiscal medioambiental, lo cual constituye un concepto más minucioso en lo que se refiere al sacrificio fiscal por parte de los ciudadanos europeos al incorporar la variable renta per cápita al estudio. De forma complementaria sería conveniente realizar un análisis comparativo desglosando las diferentes figuras tributarias que componen los tres grandes grupos de impuestos analizados, lo cual podría explicar el perfil recaudador en materia medioambiental de cada país e intentar buscar soluciones para los más rezagados en base a la comparación internacional. Y en tercer lugar resultaría muy esclarecedor llevar a cabo un estudio pormenorizado del caso español, en lo que respecta a las diferentes figuras tributarias de carácter medioambiental, tanto a nivel estatal, autonómico y local, pues son las Comunidades Autónomas, por medio de las figuras tributarias propias y cedidas, las que concentran la mayor parte de la fiscalidad ambiental.

En definitiva, se pone de manifiesto la pretensión de una continuidad investigadora en esta línea, dada la amplitud y complejidad de la temática tratada, así como la evidente repercusión que la reforma fiscal verde tiene sobre las decisiones de política económica.



## 9. Bibliografía

AEMA (2015), El medio ambiente en Europa: Estado y perspectivas 2015- Informe de síntesis. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

AEMA, (2010), El medio ambiente en Europa: Estado y perspectivas 2010 – Síntesis. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.

Álvarez, X. C. y Gago, A. (2002), La imposición energético-ambiental: Análisis de datos de recaudación, en Gago, A. y Labandeira, X. (eds), *Energía, Fiscalidad y Medio Ambiente*. Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, pp. 151-170.

Baena, A. (2002), Impuestos ambientales en el ámbito autonómico, en Yabar, A. (dir.) y Herrera (coord.), *La protección fiscal del Medio ambiente*, Marcial Pons, Madrid, pp. 210-221.

Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1992), Convergence, *Journal of Political Economy*, 100 (2), pp. 223-251.

Boyle, G.E. y McCarthy, T.G. (1997), A simple measure of Beta convergence, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 59 (2), pp. 257-264.

Boyle, G.E. y McCarthy, T.G. (1999), Simple measure of convergence in per capita GDP: a note on some further international evidence, *Applied Economics Letters*, 6 (6), pp. 343-347.

Buñuel, M. (2002). Teoría de la imposición ambiental. En *Energía, fiscalidad y medio ambiente en España* (pp. 85-102). Instituto de Estudios Fiscales.

Cass, D. (1965), Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation, *Review of Economic Studies*, 32, pp. 223-240.

Delgado, F. (2009), Tax burden in the European Union: An analysis of beta, sigma and gamma convergence, *Revista de Economía Mundial*, 22, pp. 141-166.

Diamond, P. (1965), National Debt in a Neoclassical Growth Model, *American Economic Review*, 55, pp. 1126-1150.

Faen, T. et al. (2009), Can a carbon permit system reduce Spanish unemployment?, *Energy Economics*, 31 (4), pp. 595-604.

Furceri, D. (2005),  $\beta$  and  $\sigma$ -convergence: a mathematical relation of causality, *Economics Letters*, 89 (2), pp. 212-215.

Gago, A. et al. (2007), Environmental Taxes in Spain: A Missed Opportunity, en Martínez-Vázquez, J., Sanz, J.F. (eds), *Fiscal Reform in Spain: Accomplishments and Challenges*, Edward Elgar, Northampton (USA)

Koopmans, T. (1965), On the concept of optimal economic growth, *The Econometric Approach to Development Planning*, North Holland, Amsterdam.

López-Guzmán, T.J. et al. (2006), La reforma fiscal ecológica en la Unión Europea: antecedentes, experiencias y propuestas, *Revista de Economía Institucional*, 8,15 (2º sem.), pp. 321-332.

Mankiw, G. et al. (1992), A contribution to the empirics of economic growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), pp. 407-437.

Markandya, A. (2011), Environmental taxation: what have we learnt in the last 30 years?, *Rivista di Politica Economica*, VII-IX, pp. 11-58.

Markandya, A. et al. (2012), Environmental fiscal reform and unemployment in Spain, *Critical Issues in Environmental Taxation*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.

OECD (2015), *OECD Environmental Performance Reviews: Spain 2015*, OECD Publishing, Paris.

Pigou, A. C. (1920), *Economics of Welfare*, Londres, McMillan Cattel.

Quesada, J. M. et al. (2010), The gap between CO2 emissions and allocation rights in the Spanish industry, *Environmental Engineering and Management Journal*, 9 (9), pp. 1161-1164.

Quesada, J. M. et al. (2011), Carbon dioxide emissions vs. allocation rights : Spanish case analysis, *International Journal of Environmental Research*, 5 (2), pp. 469-474.

Rosembuj, T. (2004), Los intangibles y la fiscalidad ambiental, *Crónica Tributaria*, 111, pp. 149-159.

Siegel, S. (1956), *Nonparametric Statistics for the behavioural sciences*, New York, McGraw-Hill.

Solow, R. (1956), A contribution to the theory of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), pp. 65-94.

Toral, M.A. (2001), El factor espacial en la convergencia en las regiones de la Unión Europea:1980-1996. Tesis doctoral, Universidad Pontificia Comillas de Madrid, España.

Tukey, J. (1977), *Exploratory Data Analysis*, USA, Addison-Wesley.

Wodon, Q. y Yitzhaki, S. (2006), Convergence forward and backward?, *Economics Letters*, 92 (1), pp. 47-51.