

## ¿Existe convergencia en fiscalidad medioambiental en la UE-15?

### Is there Convergence on Environmental Taxation in the EU-15?

Villar Rubio, E (\*), Quesada Rubio, J.M (\*\*), Barrilao González, P.E (\*\*\*)

#### Resumen

El esfuerzo fiscal medioambiental, en comparación con la presión fiscal medioambiental, constituye un parámetro más preciso para la medición del sacrificio impositivo que realizan los países, en materia medioambiental, ya que introduce como variable de análisis el PIB per cápita. Este trabajo se centra en el análisis de la convergencia en esfuerzo fiscal medioambiental entre los países integrantes de la UE(15) para el período 1987-2008, empleándose para ello las técnicas de sigma, beta y gamma convergencia. De forma complementaria se lleva a cabo un estudio de autocorrelación espacial con el fin de determinar si la proximidad geográfica de los países influye en un esfuerzo fiscal medioambiental semejante.

**Palabras clave:** esfuerzo fiscal medioambiental, autocorrelación espacial, convergencia absoluta.

#### Abstract

Environmental fiscal effort, when compared with environmental fiscal pressure, represents a far more precise parameter when measuring a country's environmental sacrifice given that it introduces GDP per capita as an analysis variable. This paper focuses on the analysis of convergence in environmental fiscal effort amongst the EU-15 Member States between 1987 and 2008, employing, to this end, the techniques of sigma, beta and gamma convergence. On a complementary level, a spatial autocorrelation study is carried out in order determine whether or not the geographical proximity of countries has any bearing on similar fiscal effort.

**Keywords:** environmental fiscal effort, spatial autocorrelation, absolute convergence.

**JEL:** H20, H87.

(\*) Universidad de Granada  
Departamento de Economía Aplicada.  
[elvillar@ugr.es](mailto:elvillar@ugr.es)

(\*\*) Universidad de Granada  
Departamento de Estadística e Investigación Operativa.  
[quesada@ugr.es](mailto:quesada@ugr.es)

(\*\*\*) Universidad de Granada  
Departamento de Economía Aplicada.  
[pedroe@ugr.es](mailto:pedroe@ugr.es)

**Área temática:** Medio Ambiente

**Comunicación**

**V Premio José Luís Sampedro**

## 1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de impuestos para lograr objetivos medioambientales se ha ido convirtiendo progresivamente en una práctica común en la mayoría de los países europeos desde principios de los años noventa. La idea fundamental es traspasar la carga impositiva desde las rentas del trabajo y del capital hacia el uso inapropiado y excesivo de los recursos naturales y productos energéticos, así como gravar la contaminación nociva para el medio ambiente.

Las reformas fiscales medioambientales han tenido diferentes grados de éxito, así desde la publicación del libro Blanco de Jacques Delors sobre crecimiento, competitividad y empleo (1993), las reformas “verdes” se convirtieron en ideas muy atractivas políticamente, constituyendo un medio para ofrecer una forma simultánea de empleo, crecimiento y mayor calidad ambiental. Los países que tomaron la iniciativa fueron Dinamarca, Finlandia, Alemania, Países Bajos, Suecia y Reino Unido, introduciendo elementos de color verde en las reformas fiscales de las últimas décadas. A esta corriente del “greening” de la fiscalidad (eco-reforma fiscal) se han ido incorporando progresivamente el resto de países miembros, algunos de ellos impulsados en gran medida por el proceso de adhesión a la Unión Europea, aunque con niveles muy diferentes de presión y esfuerzo fiscal medioambiental.

Los impuestos ambientales son notablemente eficaces desde una doble perspectiva, por una parte sirven de incentivo para que las empresas investiguen e inviertan en tecnologías más respetuosas con el medio ambiente o para que utilicen menos 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, a la vez que permiten una mayor inversión en la mejora y conservación del medio ambiente.

Es necesario que estas reformas 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. En este sentido han sido necesarias diferentes directrices comunitarias que establecieron el hilo conductor de las reformas encaminadas hacia la imposición medioambiental. La última modificación hace referencia al “Sexto Programa de acción de la Comunidad Europea en materia de Medio Ambiente”, aprobado el 24 de enero de 2001 bajo el nombre “*Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos*”, cubriendo el período comprendido entre el 22 de julio de 2001 y el 21 de julio de 2012. En este programa se recomienda el uso de instrumentos de mercado, tales como los impuestos ambientales para garantizar una explotación más sostenible de los recursos, a la vez que se mitiga el cambio climático. De esta forma se incita al mercado a actuar a favor del medio ambiente gracias al diseño de un marco comunitario oportuno y adecuado para la fiscalidad energética, de transportes, contaminación y explotación de recursos naturales.

Tras seis años de negociaciones se avanza en el proceso de armonización fiscal con la aprobación en Octubre de 2003 de la directiva comunitaria (2003/96/EC) por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad, con la finalidad de mejorar el funcionamiento del mercado interior. Para ello ha sido necesario establecer unos niveles mínimos (incrementados con respecto a los tipos mínimos existentes en 1992) para la mayoría de los productos de la energía, incluidos la electricidad, el gas natural y el

carbón, ya que una divergencia en los niveles nacionales de imposición a la energía aplicados por los Estados miembros podría ir en detrimento del adecuado funcionamiento del mercado interior.

El objetivo de este trabajo es doble, por una parte se centra en el análisis de convergencia absoluta en Esfuerzo Fiscal Medioambiental (en adelante EFE), empleando para ello las técnicas de sigma, beta y gamma convergencia, tomando como referencia los países de la Unión Europea de los quince, UE (15), y el período temporal comprendido entre 1987 y 2008. Y en segundo lugar, se lleva a cabo un análisis de dependencia espacial (Ripley, 1981; Haining, 1990; Cressie, 1993; Tiefelsdorf, 2000); en este caso los países ya no se consideran como unidades geográficas independientes, sino como partes constituyentes de un área determinada. Este análisis permite determinar si la presencia de un valor concreto de EFE en un lugar del espacio, hace más verosímil (o menos) la presencia de ese valor o valores semejantes en un entorno de ese lugar del espacio (López y Palacios, 2000).

El trabajo se estructura de la siguiente forma, en esta primera parte introductoria se define el hilo conductor del trabajo y se sientan las bases sobre el incipiente proceso de armonización fiscal en la UE-15. En la segunda sección se destaca la existencia e importancia de los diferentes tipos de impuestos medioambientales, así como la distinción entre dos conceptos tan relevantes como son, la presión fiscal medioambiental y el esfuerzo fiscal medioambiental. La sección tercera recoge la descripción de la metodología empleada, tanto en el análisis de convergencia absoluta como para la contrastación de la dependencia espacial. Seguidamente en el apartado cuarto se recogen los resultados extraídos del estudio, para finalmente terminar con las conclusiones del trabajo.

## **2. DISTINCIÓN ENTRE PRESIÓN Y ESFUERZO FISCAL MEDIOAMBIENTAL**

En primer lugar, es necesario aclarar el concepto de impuesto medioambiental, introducido por Pigou (1912), y entendido como “aquel impuesto cuya base imponible es una unidad física, o equivalente de la misma, de algo que tiene un impacto negativo demostrado y específico sobre el medio ambiente”, 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).

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.

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, mientras que dentro de los productos energéticos para uso estacionario se incluyen el fuel, el gas natural, el carbón y la electricidad. Es de destacar, que los impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> (Quesada *et al.* 2010 y 2011) se incluyen entre los impuestos energéticos y no en los impuestos a la

contaminación, puesto que con frecuencia no resulta posible identificarlos por separado en las estadísticas impositivas.

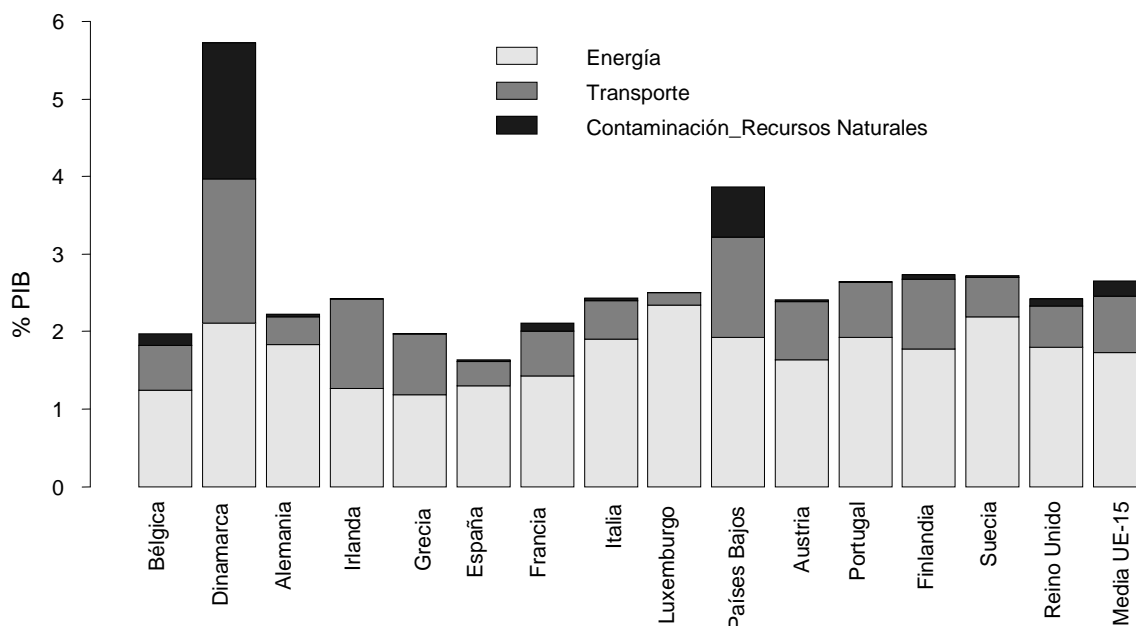
- El segundo grupo de impuestos según su poder recaudatorio, lo constituyen los *impuestos sobre el transporte* (excluido el fuel). Este tipo de impuestos representan alrededor de una cuarta parte del total de ingresos fiscales medioambientales, y el 1,4% del total de ingresos fiscales y cotizaciones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

Los impuestos que se aplican al transporte 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, cuando se relacionan 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 dentro del grupo 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 naturales*. 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. Estos son por ejemplo, el pago por las licencias de caza, pesca y similares, que se encuentran catalogados como impuestos sobre los recursos, puesto que estas actividades merman los recursos naturales.

Gráfico 1. Impuestos medioambientales por estado miembro y tipo de impuesto. año 2008, como % del PIB



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se observa en el Gráfico 1, en términos de impuestos energéticos destaca el caso de Luxemburgo, para el que este tipo de impuestos representa aproximadamente el 93% del total de los impuestos medioambientales recaudados. En lo que respecta a los impuestos sobre el transporte, es especialmente significativo la situación de Irlanda, en el que estos impuestos representan cerca del 50% de los impuestos medioambientales. Y en cuanto a los impuestos sobre la contaminación y los recursos naturales, constituye una excepción el caso de Dinamarca y Países Bajos, ya que a pesar de que este tipo de impuestos representa una parte muy residual para la mayoría de los países europeos, para estos dos países este tipo de impuestos constituyen el 31% y el 17% del total de los impuestos medioambientales respectivamente.

Una vez realizada una aproximación cuantitativa y cualitativa de los impuestos medioambientales, se procede a un análisis detallado de los términos de presión fiscal y esfuerzo fiscal, los cuales son conceptos próximos terminológicamente pero con matices muy diferentes que les confieren un tratamiento totalmente distinto. La Presión Fiscal Medioambiental, en adelante PFM, hace referencia al porcentaje de participación de la recaudación, en este caso el total de los ingresos fiscales medioambientales, en el Producto Interior Bruto (PIB), es decir:

---

En lo que respecta al concepto de esfuerzo fiscal existe una definición comúnmente aceptada que lo define como la relación entre los tributos soportados y la capacidad impositiva teórica. El esfuerzo fiscal debería medir el “sacrificio” que ese pago le supone al pagador (Suárez y Fernández, 2008), la idea subyacente es que a igual presión fiscal, el sacrificio, y por tanto el esfuerzo fiscal, es mayor en el caso de los individuos de renta baja, ya que tendrían que renunciar a consumir bienes más necesarios que los contribuyentes con mayor renta. La controversia radica en la dificultad de establecer un criterio común en lo que se refiere a capacidad impositiva.

En este trabajo se sigue la definición de esfuerzo fiscal empleada por Frank (1959), en concreto se toman como variables relevantes los impuestos medioambientales totales, el PIB y la población. Resultando por tanto, que el Esfuerzo Fiscal Medioambiental (EFM) es el cociente entre la PFM y el PIB per cápita, según la siguiente expresión:

---

### 3. METODOLOGÍA

Como se ha señalado anteriormente, en esta segunda sección se realiza una breve descripción de las tres técnicas de convergencia absoluta empleadas – sigma, beta y gamma convergencia- para finalizar con un mayor detalle en lo que respecta en la dependencia espacial.

**$\beta$  convergencia.** La hipótesis de convergencia  $\beta$  hace referencia a la relación inversa entre la tasa de crecimiento de una determinada magnitud, y el nivel inicial de ésta, lo que permite contrastar si una situación de retraso relativo en un momento dado tiende a reducirse con el paso del tiempo. La expresión matemática de  $\beta$

convergencia se analiza a través de la estimación de la siguiente ecuación adaptada de Barro y Sala-i-Martín (1992) y empleada por otros autores como Delgado (2009):

$$\text{---} \quad [1]$$

a partir de datos de corte transversal, donde  $y_{it}$  es el EFE del país  $i$  ( $i=1, \dots, 15$ ) en el año  $t$ , medido en términos reales,  $T=21$  es la longitud del periodo de estudio,  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros a estimar, y  $\epsilon_{it}$  es un término de error aleatorio.

La existencia de convergencia  $\beta$  supondría una relación negativa entre la tasa de crecimiento entre las fechas 1987 y 2008, y el nivel inicial de esfuerzo fiscal, lo que exige que el parámetro  $\beta$  de la regresión lineal sea de magnitud negativa, y estadísticamente significativo. El parámetro  $\alpha$  permite medir la velocidad de convergencia, de manera que cuanto mayor sea  $\alpha$ , mayor será la velocidad a la que convergen los países, estimándose la velocidad de  $\beta$ -convergencia del siguiente modo:

$$\text{---} \quad [2]$$

**$\sigma$  convergencia.** Existe  $\sigma$  convergencia cuando la dispersión de la variable de interés en los “ $n$ ” países analizados tiende a disminuir con el tiempo. Para medir esta dispersión se suele utilizar una medida de dispersión relativa como es el coeficiente de variación (CV):

$$\text{---} \quad [3]$$

donde  $\sigma$  =  $\frac{s}{\bar{y}}$  ;  $\sigma < 1$  -

Adicionalmente, para analizar la trayectoria seguida por la  $\sigma$ -convergencia se ha calculado la tasa anual de  $\sigma$ -convergencia, entendido 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:

$$[4]$$

de modo que el parámetro  $\alpha$  indicará la existencia de  $\sigma$  convergencia, cuando es menor que cero ( $\alpha < 0$ ),  $\sigma$  divergencia ( $\alpha > 0$ ) o estabilidad ( $\alpha = 0$ ).

Barro y Sala-i-Martín (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 Yitzhaki, 2006).

**$\gamma$  convergencia.** La  $\gamma$ -convergencia fue un concepto propuesto por Boyle y McCarthy (1997 y 1999) ideado como complemento de la sigma 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:

donde  $r_i$  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 analizar la significatividad de la gamma de convergencia se utiliza que el estadístico  $G$  sigue una distribución chi-cuadrado con un  $n-1$  grados de libertad.

**Dependencia espacial.** El análisis de la dimensión espacial de los datos deja de considerar a las regiones como entidades geográficamente independientes, para incorporar la posibilidad de interacciones espaciales, Rey y Montouri (1999). La autocorrelación espacial puede definirse de varias maneras: Sokal y Oden, (1978), Tobler, (1979), Upton y Fingleton, (1985), Toral (2001); siguiendo a Cliff y Ord (1973), se trata de la “característica según la cual la presencia de una determinada cantidad o calidad de la variable estudiada en una determinada zona o región hace más o menos probable su presencia en las zonas o regiones vecinas”. Uno de los índices más usados para la medida de la autocorrelación espacial es el Índice de Moran (Moran, 1948, 1950), que se recoge en la siguiente expresión:

Donde  $n$  es el número de países ( $n=15$ ),  $W=(w_{ij})$  es la matriz de pesos espaciales que nos determina el grado de vecindad entre la zona  $i$  y la  $j$ . En este trabajo se considera como medida de vecindad  $w_{ij}$  la inversa de la distancia entre las capitales de cada uno de los países analizados. Los valores del índice de Moran oscilan entre +1 (significado de fuerte correlación espacial positiva) y -1 (significado de fuerte correlación espacial negativa), mientras que si no existe correlación espacial los valores del índice serán próximos a cero.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de convergencia absoluta

El análisis de convergencia absoluta pone de manifiesto, en primer lugar, la existencia de  $\beta$ -convergencia en Esfuerzo Fiscal Medioambiental para los quince países de estudio. Los resultados obtenidos de la ecuación [1] a partir de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (OLS) se recogen en la parte superior de la Tabla 1, donde se puede apreciar que el parámetro beta es negativo y significativo, destacándose a su vez el buen ajuste del modelo ( $R^2 = 0,742$ ). La velocidad a la que convergen los países es un 5,71%, lo que implica, que a este ritmo las diferencias entre los valores de EFE se reducirían a la mitad en 13 años aproximadamente.

Tabla 1: Regresión de  $\beta$  y  $\sigma$  convergencia en Esfuerzo fiscal medioambiental para la UE (15). 1987-2008

$\beta$ -convergencia (OLS)					
1987-2008	$\alpha$	$\beta$ (S.E)*	p-value	R <sup>2</sup> (S.E)**	Velocidad de $\beta$ -convergencia
EFE	-3,736	-0,699 (0,114)	0,000	0,742 (0,319)	5,71%
$\sigma$ -convergencia (CV)					
1987-2008	$\alpha$	$\beta$ (S.E)*	p-value	R <sup>2</sup> (S.E)**	Tasa anual $\sigma$ -convergencia
EFE	52,265	-0,026 (0,003)	0,000	0,768 (0,095)	-4,37%

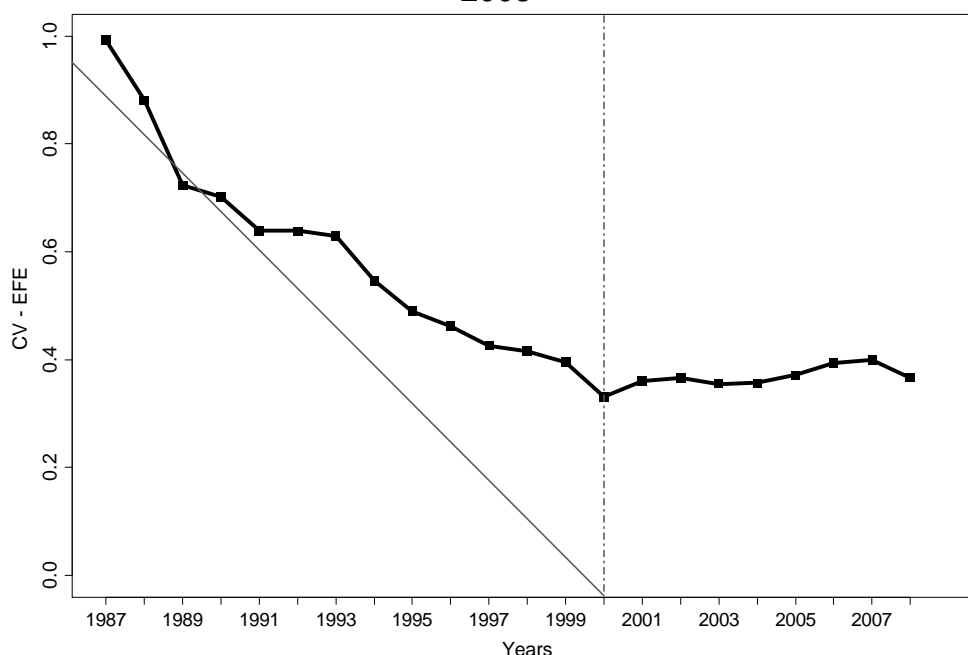
Fuente: Elaborado por los autores. A partir de la información de EUROSTAT (2010)

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

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

En lo que respecta al análisis de  $\sigma$ -convergencia, tal y como se puede apreciar en el Gráfico 2, existe un claro proceso de convergencia entre 1987 y el año 2000, en el que el CV se reduce en un 66,7%, con una tasa anual de  $\sigma$ -convergencia del 8%. A partir del año 2000 la situación se caracteriza por un período en el que predomina la estabilidad, con una ligera tendencia hacia la divergencia. Para el período 1987-2008 globalmente considerado, existe un proceso de  $\sigma$ -convergencia, tal y como se muestra en los resultados derivados de la ecuación [4], recogidos en la parte inferior de la Tabla 1, con un parámetro beta negativo y significativo, y una tasa anual de convergencia del 4,37%.

Gráfico 2:  $\sigma$  -convergencia en Esfuerzo fiscal medioambiental para la UE(15).1987-2008

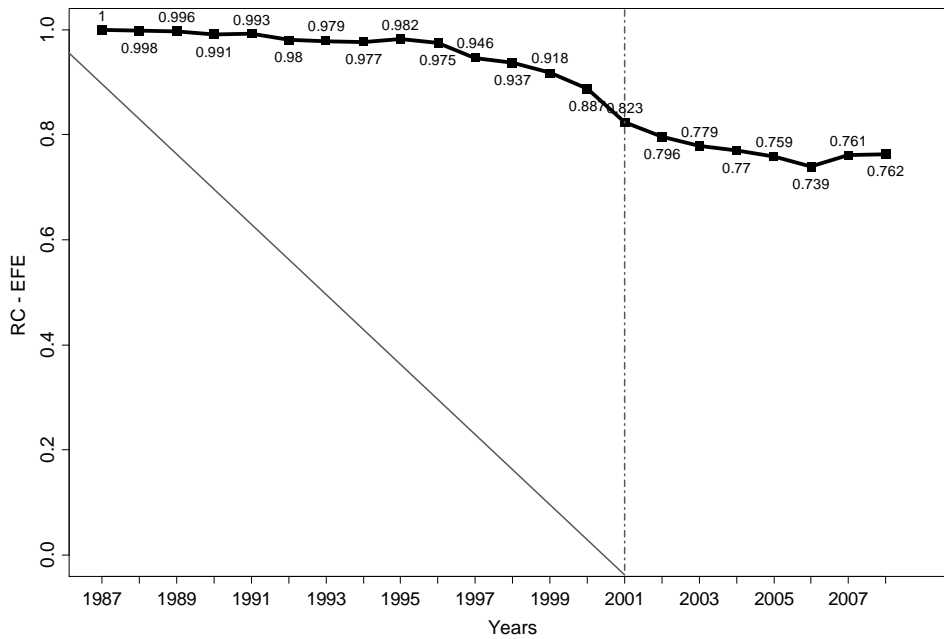




Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados derivados de la  $\gamma$ -convergencia, representados mediante la evolución que sigue el índice de rangos de Kendall, ecuación [5], nos muestran la existencia de  $\gamma$ -convergencia, como se aprecia en el Gráfico 3, con la consiguiente movilidad en el orden de los países a lo largo de los años, siendo significativa desde el año 2001, a partir de donde RC toma valores significativamente distintos de 1, al ser el valor crítico obtenido a partir del estadístico del contraste 0,8459.

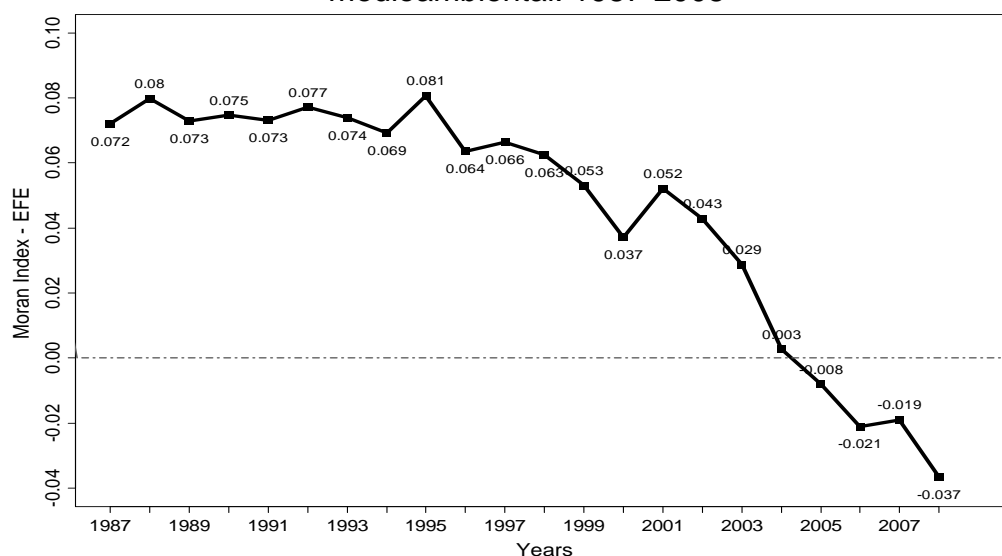
Gráfico 3:  $\gamma$  - convergencia en Esfuerzo Fiscal Medioambiental para la UE (15). 1987-2008



Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. Resultados de autocorrelación espacial

Gráfico 4: Autocorrelación espacial. Índice de Moran para el Esfuerzo fiscal medioambiental. 1987-2008



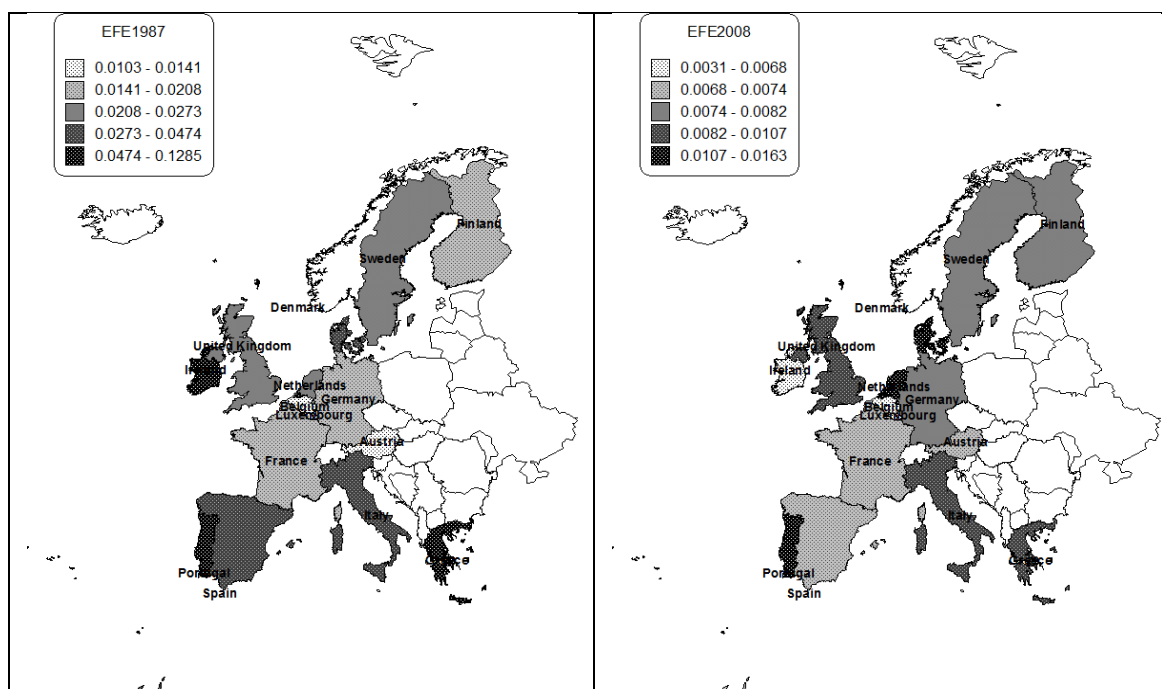
Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados del estudio de autocorrelación espacial se recogen en el Gráfico 4 en el que se representa el índice de autocorrelación espacial global “Índice de Moran”, ecuación 6, para cada uno de los años de la serie. El índice de Moran disminuye progresivamente, y sus valores oscilan entre -0,04, que toma en el año 2008, y 0,08 en el año 1995; dado que se trata de valores muy próximos a cero, se puede concluir que no existe autocorrelación espacial entre los valores de EFE.

La obtención de autocorrelación espacial nula, supone que el valor de EFE que toma cada uno de los países a lo largo de los años no sigue ningún patrón determinado, por tanto, el conjunto de datos referentes al esfuerzo fiscal medioambiental presentan una localización geográfica semejante a la que pudiera obtenerse como resultado de una asignación aleatoria para cada país *i* del área de estudio.

Estos resultados numéricos corroboran la incorrelación espacial de los valores de esfuerzo fiscal medioambiental que presenta cada uno de los países, tal y como se muestra en la Ilustración 1. A través de los mapas correspondientes al año de inicio de la muestra (1987) como al año final de la serie (2008), se puede observar que la proximidad geográfica de los países no influye en que éstos tengan valores de EFE más próximos.

Ilustración 1. Distribución geográfica del Esfuerzo fiscal medioambiental en la UE (15). 1987 y 2008



Fuente: Elaboración Propia.

## 5. CONCLUSIONES

Los recientes procesos de integración económica, deben ir orientados hacia una armonización y coordinación fiscal que eviten competencias entre Estados que tienen una misma alianza económica más allá de sus fronteras. Este principio básico, inacabado por las dificultades intrínsecas que llevan a un acuerdo de cooperación, ha incentivado que a nivel europeo, se adopten medidas que tienen como objetivo una aproximación de las legislaciones en materia fiscal de los diferentes países, buscando para ello mecanismos de presión vía acuerdos o introduciendo instrumentos legislativos supranacionales. La armonización fiscal no debe ser sólo un movimiento aislado de unificación de tipos de impuestos y tipos de gravámenes, sino que se han de tener en cuenta los efectos particulares que el establecimiento de determinados impuestos o gravámenes tienen sobre la economía de cada país y en la economía en su conjunto.

En este sentido han sido necesarias diferentes directrices comunitarias que establezcan el hilo conductor de las reformas encaminadas hacia la imposición medioambiental, con el objetivo de fomentar el uso de instrumentos de mercado, tales como los impuestos ambientales, para garantizar una explotación más sostenible de los recursos, mitigar el cambio climático, y a la vez permitir a los Estados miembros un mayor margen de maniobra en la recaudación de tributos. De esta forma se incita al mercado a actuar a favor del medio ambiente gracias al diseño de un marco comunitario adecuado para la fiscalidad energética, de transportes, contaminación y explotación de recursos naturales.

Con este trabajo se pretende mostrar evidencia de la intensidad del proceso de convergencia-divergencia que ha ido sucediendo a lo largo de las últimas dos décadas entre los países integrantes de la UE(15) en el seno de la política fiscal

medioambiental. Con este objetivo, se ha llevado a cabo un análisis de convergencia absoluta, mediante las técnicas de beta, sigma y gamma convergencia, a la vez que se ha estudiado la posible influencia de la localización geográfica de los países en el estudio de la similitud de los valores de Esfuerzo Fiscal Medioambiental entre las diferentes unidades territoriales, empleando para ello un análisis de autocorrelación espacial.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la existencia de  $\beta$ -convergencia en Esfuerzo Fiscal Medioambiental, lo que implica que el diferencial entre los valores de EFE entre los países se va reduciendo progresivamente, aproximándose a una velocidad del 5'71% anual. En lo que respecta al análisis de convergencia sigma, a lo largo de los veintidós años analizados existe un proceso de  $\sigma$ -convergencia a una tasa anual del 4'37%, destacando el período 1987-2000 en el que la dispersión de los valores que toma la variable objeto de estudio se reduce con más intensidad, a una tasa del 8%, cambiando su tendencia hacia la estabilidad-divergencia a partir del año 2000. Y en último lugar, los resultados de  $\gamma$ -convergencia concluyen con una clara movilidad en el orden de los países, resultando dicha convergencia gamma significativa a partir del año 2001.

Del análisis espacial llevado a cabo se desprende que no existe autocorrelación espacial entre los valores de esfuerzo fiscal medioambiental de los quince países de la Unión Europea objeto de estudio, tal y como se pone de manifiesto mediante el Índice de Moran, que toma a lo largo de toda la serie valores muy próximos a cero. Esto implica que en la localización de los datos del estudio no hay latente ninguna información vinculada con las observaciones del entorno, siendo independiente la localización geográfica de los países con los valores que toma la variable Esfuerzo Fiscal Medioambiental en cada uno de ellos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARRO, R.; SALA-I-MARTÍN, X. (1992): "Convergence", *Journal of Political Economy*, 100, 2, 223-251.
- BOYLE, G. E. y McCARTHY, T. G. (1997): "A simple measure of Beta convergence", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 59(2), 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), 343-347.
- CLIFF, A. D. ; ORD, J. K. (1973): *Spatial Autocorrelation*, Londres: Pion.
- CRESSIE, N. (1993): *Statistics for spatial data*, John Wiley, New York.
- DELGADO, F. (2009): "Tax burden in the European Union: An analysis of beta, sigma and gamma convergence", *Revista de Economía Mundial*, 22: 141-166.
- DELORS, J. (1993): *Libro Blanco sobre crecimiento, competitividad y empleo. Retos y pistas para entrar en el siglo XXI*, Oficina de publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, COM (93) 700.

- FRANK, H.J. (1959): "Measuring State Tax Burden", *National Tax Journal*, 12: 179-185.
- FURCERI, D. (2005): " $\beta$  and  $\sigma$ -convergence: a mathematical relation of causality", *Economics Letters*, 89 (2), 212-215.
- HAINING, R.P. (1990): *Spatial data analysis in the social and environmental sciences*, Cambridge University Press, Cambridge.
- LÓPEZ, F.; PALACIOS, M.A. (2000): "Distintos modelos de dependencia espacial. Análisis de autocorrelación", *XIV Reunión Asepelt*, Anales de Economía Aplicada, España.
- MORAN, P.A.P. (1948): "The interpretation of statistical maps", *Journal of the Royal Statistical Society B*, 10, 243-251.
- MORAN, P.A.P. (1950): "Notes on continuous stochastic phenomena", *Biometrika*, 37-77.
- PIGOU, A. C. (1912): *The Economic of Welfare*, MacMillan Press Ltd, London.
- QUESADA, J. M., VILLAR, E., MADRID-SALVADOR, V.; MOLINA, V. (2010): "The gap between CO2 emissions and allocation rights in the Spanish industry", *Environmental Engineering and Management Journal*, 9 (9): 1161-1164.
- QUESADA, J. M.; VILLAR, E.; MONDÉJAR, J.; MOLINA, V. (2011): "Carbon dioxide emissions vs. allocation rights: Spanish case analysis", *International Journal of Environmental Research*, 5 (2): 469-474.
- REY, S.J.; MONTOURI, B.D. (1999): "U.S. Regional Income Convergence: a Spatial Econometric Perspective", *Regional Studies*, 33: 145-156.
- RIPLEY, B.D. (1981): *Spatial Statistics*, Wiley, New York.
- SIEGEL, S. (1956): *Nonparametric Statistics for the behavioural sciences*, McGraw-Hill, New York.
- SOKAL, R.R.; Oden, N.L. (1978): "Spatial autocorrelation in biology 1. Methodology", *Biological Journal of the Linnean Society*, 10, 199-220.
- SUÁREZ PANDIELLO, J.; FERNÁNDEZ LLERA, R. (2008): "Esfuerzo fiscal municipal y aportación del usuario al coste de los servicios", *XV Encuentro de Economía Pública*, Salamanca, febrero de 2008.
- TIEFELSDORF, M. (2000): *Modelling Spatial Processes*, Springer-Verlag.
- TOBLER, W. (1979): "Cellular geography", en Gale, S.; Olsson, G. (eds.): *Philosophy in Geography*, (Dordrecht: Reidel), 379-386.

- TORAL ARTO, M.A. (2001): "El factor espacial en la convergencia de las regiones de la Unión Europea: 1980-1996", Tesis defendida en la Universidad Pontificia Comillas de Madrid (España).
- UPTON, G.J.; FINGLETON, B. (1985): *Spatial data analysis by example, volume 1: Point pattern and quantitative data*, Toronto: Wiley, 1985.
- WODON, Q.; YITZHAKI, S. (2006): "Convergence forward and backward?", *Economics Letters*, 92 (1): 47-51.