

XXIX REUNIÓN DE ESTUDIOS REGIONALES

ESTUDIO DE LAS VARIACIONES EN LAS EMISIONES DE CO2 REALIZADAS POR LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA

Paula FERNÁNDEZ GONZÁLEZ*

Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Oviedo

Las variaciones en las emisiones de CO2 procedentes de combustibles fósiles de cierta área geográfica pueden ser justificadas por factores tales como el crecimiento conjunto del área geográfica objeto de estudio, la evolución de la estructura productiva de dicha área y la intensidad en las emisiones de CO2.

En este trabajo, se presenta la metodología que ofrecen los índices Divisia como instrumentos que permiten realizar la descomposición de las variaciones de CO2 procedente de combustibles fósiles realizadas por los países de la Unión Europea en el período 1992-1995. Los resultados de dicha descomposición pueden proveer de información relevante para la planificación y evaluación de políticas socioeconómicas y medioambientales.

1.- INTRODUCCIÓN

El concepto de desarrollo sostenible nos conduce a un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin menoscabar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades. La reducción en las emisiones de gases de invernadero contribuiría notablemente a la sustentabilidad del desarrollo económico y es uno de los principales objetivos de la comunidad internacional.

Un estudio de la evolución de las tendencias energéticas¹ muestra que, si la situación actual se mantuviese, se produciría un aumento de las emisiones de CO2 en un 8% entre 1990 y 2010 para el conjunto de la Unión Europea y un notable aumento

* pfgonzal@correo.uniovi.es.

¹ Comunicación de la Comisión, de 14 de mayo de 1997, sobre la dimensión energética del cambio climático. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/lvb/l27022.htm>.

planetario de las emisiones de CO₂ debido básicamente al crecimiento demográfico y a la industrialización de Asia y América Latina.

Las variaciones en las emisiones de CO₂ pueden ser justificadas por múltiples factores socioeconómicos, legales o regulatorios, demográficos, físicos y naturales². En una primera aproximación, dichas variaciones, medidas como diferencia, puede venir agrupadas en factores tales como el crecimiento conjunto del área geográfica objeto de estudio, la evolución de la estructura productiva de dicha área y la intensidad en las emisiones de CO₂. Estos factores pueden ser denominados efecto producción, efecto estructural y efecto intensidad, respectivamente. En este documento, se presenta la metodología basada en los índices Divisia para estimar dichos efectos y se lleva a cabo una aplicación para descomponer la variación en la intensidad de emisiones de CO₂ procedente de combustibles fósiles realizadas por los países de la Unión Europea en el período 1992-1995.

2.- METODOLOGÍA

Se denotan las siguientes variables en el período t:

E_t : Emisión total de CO₂

$E_{i,t}$: Emisión de CO₂ en la región i.

Y_t : Producción industrial total.

$Y_{i,t}$: Producción industrial en la región i.

$S_{i,t}$: Participación en la producción industrial total de la región i ($S_{i,t} = Y_{i,t}/Y_t$).

I_t : Intensidad de emisiones de CO₂ agregada ($I_t = E_t/Y_t$).

$I_{i,t}$: Intensidad de emisiones de CO₂ en la región i ($I_{i,t} = E_{i,t}/Y_{i,t}$).

La metodología de los índices Divisia pueden ser de gran utilidad en la descomposición aditiva de la variación de una magnitud en varios efectos.

² Girardin, O. : III Congreso Latinoamericano y del Caribe de Gas y Electricidad, Santa Cruz de la Sierra, 24 de abril de 2002. <http://www.cbh.org.bo/lacgec-presentaciones/Girardin.pdf>.

Considerado un determinado nivel de desagregación regional, los índices Divisia permiten descomponer aditivamente la variación total experimentada por las emisiones de CO2 en un determinado período de la siguiente forma:

$$R_{tot} = R_{int} + R_{str} + R_{pdn}$$

donde R_{tot} , R_{int} , R_{str} y R_{pdn} denotan los efectos total, intensidad, estructural y producción, respectivamente.

2.1.- Metodología Básica

Las emisiones de CO2 en cierta área geográfica pueden ser expresadas en términos de datos regionalmente desagregados de la forma:

$$E_t = \sum_{i=1}^k I_{i,t} S_{i,t} Y_t \quad (1)$$

donde el sumatorio en i hace referencia a todas las regiones consideradas desde la primera hasta la k -ésima, dado un nivel de desagregación regional.

Diferenciando con respecto al tiempo:

$$E'_t dt = \sum_{i=1}^k I'_{i,t} S_{i,t} Y_t dt + \sum_{i=1}^k I_{i,t} S'_{i,t} Y_t dt + \sum_{i=1}^k I_{i,t} S_{i,t} Y'_t dt \quad (2)$$

e integrando entre los períodos 0 y T , se obtiene la siguiente expresión:

$$E_T - E_0 = \int_0^T \sum_{i=1}^k I'_{i,t} S_{i,t} Y_t dt + \int_0^T \sum_{i=1}^k I_{i,t} S'_{i,t} Y_t dt + \int_0^T \sum_{i=1}^k I_{i,t} S_{i,t} Y'_t dt \quad (3)$$

Introduciendo los efectos mencionados anteriormente, la Ecuación (3) puede ser rescrita a través de las expresiones (4) y (5):

$$R_{tot} = E_T - E_0 = \int_0^T \sum_{i=1}^k \frac{I'_{i,t}}{I_{i,t}} E_{i,t} dt + \int_0^T \sum_{i=1}^k \frac{S'_{i,t}}{S_{i,t}} E_{i,t} dt + \int_0^T \frac{Y'_t}{Y_t} E_{i,t} dt = R_{int} + R_{str} + R_{pdn} \quad (4)$$

$$R_{tot} = E_T - E_0 = \int_0^T \sum_{i=1}^k I'_{i,t} Y_{i,t} dt + \int_0^T \sum_{i=1}^k S'_{i,t} I_{i,t} Y_t dt + \int_0^T Y'_t I_t dt = R_{int} + R_{str} + R_{pdn} \quad (5)$$

En un nivel empírico, no es posible disponer de información de estas variables de forma continua en el tiempo y, por tanto, será preciso transformar el problema de la trayectoria de la integral en uno paramétrico. Para ello, se considerarán las siguientes condiciones:

$$\min\{I_{i,0}, I_{i,T}\} \leq I_{i,t} \leq \max\{I_{i,0}, I_{i,T}\} \quad (6)$$

$$\min\{E_{i,0}, E_{i,T}\} \leq E_{i,t} \leq \max\{E_{i,0}, E_{i,T}\} \quad (7)$$

$$\min\{S_{i,0}, S_{i,T}\} \leq S_{i,t} \leq \max\{S_{i,0}, S_{i,T}\} \quad (8)$$

$$\min\{E_0, E_T\} \leq E_t \leq \max\{E_0, E_T\} \quad (9)$$

$$\min\{Y_0, Y_T\} \leq Y_t \leq \max\{Y_0, Y_T\} \quad (10)$$

$$0 \leq t \leq T \quad (11)$$

En general, estas condiciones son fácilmente asumibles puesto que únicamente limitan los valores que pueden tomar las distintas variables a unas bandas que son determinadas por los valores que toman dichas variables en los períodos inicial y final.

El cumplimiento de estas condiciones permite encontrar un conjunto de parámetros que satisfagan ciertas expresiones, y que según hayan sido derivadas de las Ecuaciones (4) ó (5) se denominan método paramétrico Divisia 1 (MPD1) o método paramétrico Divisia 2 (MPD2), respectivamente. En el caso de MPD1, las expresiones resultantes son las siguientes:

$$R_{int} = \sum_{i=1}^k [E_{i,0} - \beta_i (E_{i,T} - E_{i,0})] \ln \frac{I_{i,T}}{I_{i,0}} \quad (12)$$

$$R_{str} = \sum_{i=1}^k [E_{i,0} - \tau_i (E_{i,T} - E_{i,0})] \ln \frac{S_{i,T}}{S_{i,0}} \quad (13)$$

$$R_{pdn} = [E_0 - \alpha (E_T - E_0)] \ln \frac{Y_T}{Y_0} \quad (14)$$

donde $0 \leq \alpha, \beta_i, \tau_i \leq 1$.

En el caso del MPD2:

$$R_{int} = \sum_{i=1}^k [Y_{i,0} - \beta_i (Y_{i,T} - Y_{i,0})] (I_{i,T} - I_{i,0}) \quad (15)$$

$$R_{str} = \sum_{i=1}^k [I_{i,0} Y_0 - \tau_i (I_{i,T} Y_T - I_{i,0} Y_0)] (S_{i,T} - S_{i,0}) \quad (16)$$

$$R_{pdn} = [I_0 - \alpha (I_T - I_0)] (Y_T - Y_0) \quad (17)$$

donde $0 \leq \alpha, \beta_i, \tau_i \leq 1$.

En la descomposición aditiva llevada a cabo a través de los índices Divisia, cada una de las componentes es estimada de forma independiente, de modo que, en general, la suma de todas ellas no coincidirá con la variación total experimentada por la magnitud considerada. Denotando por Da el término residual, la variación global experimentada en cierta magnitud podría ser descompuesta del modo siguiente:

$$R_{tot}=R_{int}+R_{str}+R_{pdn}+Da \quad (18)$$

Si bien un valor relativamente pequeño de este término residual no garantizaría la bondad de la descomposición, un elevado valor del mismo significaría que la variación observada en el VAB regional no resulta bien explicada por los efectos definidos en las Ecuaciones (4)-(5) y, como consecuencia, invalidaría el propósito del estudio.

3.2.- Métodos específicos

Los valores de los parámetros pueden ser tratados como las ponderaciones de las variables correspondientes en los períodos 0 y T de la descomposición. Puesto que estas ponderaciones pueden ser asignadas de múltiples formas, existirán múltiples métodos específicos de descomposición. Los más utilizados son:

1) Método paramétrico Divisia 1 de Laspeyres (LAS-MPD1)³.

Es un caso especial del MPD1 con $\alpha = \beta_i = \tau_i = 0$.

En su forma multiplicativa, este método ha sido propuesto por G. Boyd⁴.

2) Método paramétrico Divisia 1 de media simple (AVE-MPD1)⁵.

Constituye un caso especial del MPD1 con $\alpha = \beta_i = \tau_i = 0,5$.

3) Método paramétrico Divisia 2 de Laspeyres (LAS-MPD2).

Es un caso especial del MPD2 con $\alpha = \beta_i = \tau_i = 0$.

En su forma aditiva, este método es similar al propuesto por R.B. Howarth⁶ y C. Jenne⁷.

³ Este método es conocido como « Laspeyres» porque todas las ponderaciones están asignadas al año 0.

⁴ Boyd G., McDonald J.F., Ross M. y Hanson D.A. (1987): Separating the Changing Composition of US Manufacturing Production from Energy Efficiency Improvements: A Divisia Index Approach", *The Energy Journal*, Vol. 8, No. 2, pp. 77-96.

⁵ El término "media simple" se refiere a la asignación del pesos idénticos a los años 0 y T.

4) Método paramétrico Divisia 2 de media simple (AVE-MPD2).

Constituye un caso especial del MPD2 con $\beta_i = \tau_i = 0,5$.

Es un método equivalente al propuesto por W. Reitler⁸.

5) Método paramétrico Divisia de pesos adaptativos⁹ (AWT-MPD).

Los valores de los parámetros se obtienen al igualar las ecuaciones (12) y (15), (13) y (11) y (16), y (14) y (17). Puede demostrarse que los resultados de la descomposición son los mismos independientemente del método paramétrico Divisia general utilizado¹⁰. Por tanto, en este caso, omitiremos la referencia al MPD1 o MPD2 y hablaremos de MPD. Las ponderaciones adoptan las siguientes expresiones:

$$\alpha = \frac{I_0(Y_T - Y_0) - E_0 \ln(Y_T/Y_0)}{(I_0 - I_T)(Y_T - Y_0) - (E_0 - E_T) \ln(Y_T/Y_0)} \quad (19)$$

$$\beta_i = \frac{I_{i,0} Y_0 (S_{i,T} - S_{i,0}) - E_{i,0} \ln(S_{i,T}/S_{i,0})}{(I_{i,0} Y_0 - I_{i,T} Y_T)(S_{i,T} - S_{i,0}) - (E_{i,0} - E_{i,T}) \ln(S_{i,T}/S_{i,0})} \quad (20)$$

$$\tau_i = \frac{Y_{i,0} (I_{i,T} - I_{i,0}) - I_{i,0} \ln(I_{i,T}/I_{i,0})}{(Y_{i,0} - Y_{i,T})(I_{i,T} - I_{i,0}) - (E_{i,0} - E_{i,T}) \ln(I_{i,T}/I_{i,0})} \quad (21)$$

2.3.- Descomposición aditiva en series temporales

En el análisis de series temporales, la descomposición se lleva a cabo entre los años t y $t+1$, donde t varía desde el primer año (0) hasta el año que precede al último año de la serie ($n-1$).

Sea $C_{tot,n}$ el cambio acumulado en las emisiones totales de CO₂, $C_{int,n}$, $C_{str,n}$ y $C_{prod,n}$ los efectos intensidad, estructural y producción estimados acumulados, y $C_{Da,n}$ el término residual acumulado entre los años 0 y n , respectivamente. Entonces, es posible obtener los efectos acumulados entre dos períodos, 0 y n , a partir de los

⁶ Howarth R.B., Schipper L., Duerr P.A. y Strøm S. (1991): Manufacturing Energy Use in Eight OECD Countries, *Energy Economics*, Vol. 13, No. 2, pp. 135-142.

⁷ Jenne C. y Cattell R. (1983): Electricity Intensity in UK Industry, *Energy Economics*, Vol. 5, No. 2, pp. 114-123.

⁸ Reitler W., Rudolph M. y Schaefer H. (1987): Analysis of the Factors Influencing Energy Consumption in Industry: A Revised Method, *Energy Economics*, Vol. 9, No. 3, pp. 145-148.

⁹ El término “adaptativos” se refiere al hecho de que los parámetros no se encuentran prefijados, sino que vienen determinados por los niveles observados en los años considerados.

¹⁰ Ang B.W. (1994): Decomposition of Industrial Energy Consumption: The Energy Intensity Approach, *Energy Economics*, Vol. 16, No. 3, pp. 163-174.

efectos en los períodos intermedios e independientemente de cómo éstos han sido calculados:

$$C_{tot_n} = (R_{tot})_{0,1} + (R_{tot})_{1,2} + \dots + (R_{tot})_{n-1,n} \quad (22)$$

$$C_{int_n} = (R_{int})_{0,1} + (R_{int})_{1,2} + \dots + (R_{int})_{n-1,n} \quad (23)$$

$$C_{str_n} = (R_{str})_{0,1} + (R_{str})_{1,2} + \dots + (R_{str})_{n-1,n} \quad (24)$$

$$C_{pdn_n} = (R_{pdn})_{0,1} + (R_{pdn})_{1,2} + \dots + (R_{pdn})_{n-1,n} \quad (25)$$

$$C_{Da_n} = (D_a)_{0,1} + (D_a)_{1,2} + \dots + (D_a)_{n-1,n} \quad (26)$$

3.- DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIACIÓN EN LAS EMISIONES DE CO2 DE LA UNIÓN EUROPEA

3.1.- Datos

Se dispone de series de datos¹¹ referentes a las emisiones de CO2 procedentes de combustibles sólidos (en millones de Tm.) de cada uno de los 15 países que conforman la Unión Europea, así como su producción industrial (VAB de productos industriales, excluyendo energía y construcción, a precios de mercado y t/c corrientes). El período temporal que se ha tomado como referencia es el correspondiente a 1992-1995.

3.2.- Resultados

Una primera aproximación al análisis de los factores que han podido influir en el incremento de las emisiones de CO2 en la Unión Europea a través de los efectos estructural e intensidad puede ser obtenida a partir del estudio de la evolución de la estructura regional de la producción industrial y de la intensidad de las emisiones de los distintos países considerados (Gráficos 1 y 2).

¹¹ Fuente: EUROSTAT.

Gráfico 1. Participación en la producción industrial de los distintos países de la Unión Europea en el período 1992-1995.

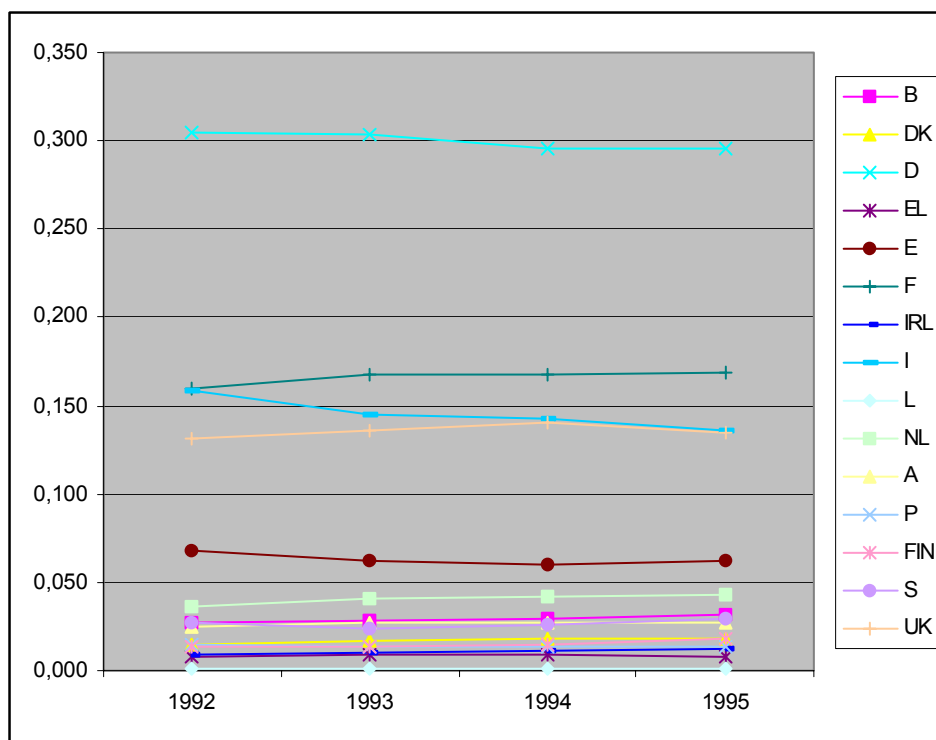
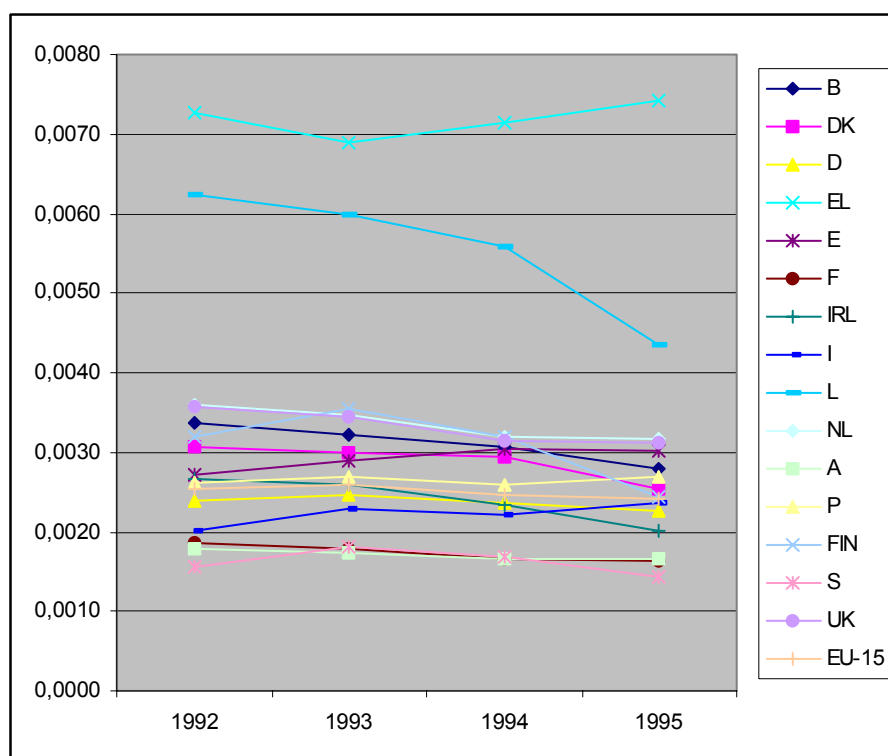


Gráfico 2. Intensidad en las emisiones de CO2 procedentes de combustibles sólidos en la producción de productos industriales (excluidos energía y construcción) en los distintos países de la Unión Europea en el período 1992-1995.



Entre 1992 y 1994, se observa que es especialmente notable el descenso en la participación industrial de países como España o Italia en favor de países como Francia, Reino Unido y Holanda (Gráfico 1). Esta reestructuración ha contribuido a incrementar el nivel global de emisiones de CO₂ procedentes de combustibles sólidos. Parece que los países más desarrollados son los que mayores niveles de CO₂ emiten a la atmósfera. A partir de 1994, países como España recupera posiciones y Reino Unido desciende su participación industrial.

En cuanto a la intensidad de las emisiones (Gráfico 2) son precisamente países como España, Italia o Finlandia los que, entre 1992 y 1994, contribuyen a incrementar el nivel de emisiones por unidad de producto, mientras que países como Luxemburgo, Holanda o Reino Unido compensan, en parte, este incremento. A partir de 1994, Dinamarca, Luxemburgo e Irlanda reducen su intensidad en las emisiones, mientras que Grecia, Italia o España tienden a incrementar su nivel de emisiones por producto industrial.

En un segundo análisis, efectuado a través de la metodología basada en los índices Divisia, se obtienen los resultados recogidos en la Tabla 1:

Tabla 1. Resultados de la descomposición aditiva en series temporales a través de distintos métodos específicos de descomposición basados en los índices Divisia.

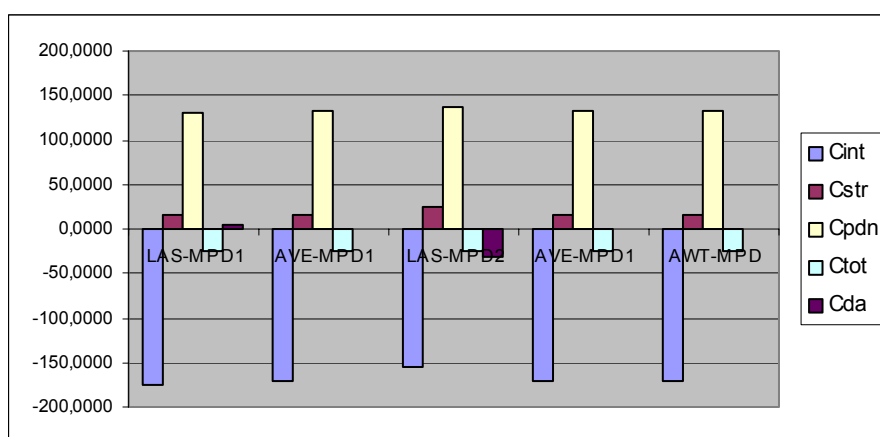
Métodos	Cint	Cstr	Cpdn	Ctot	Cda
LAS-MPD1	-174,3962	14,9617	130,2655	-24	5,1689
AVE-MPD1	-171,3323	15,3329	132,0076	-24	-0,0083
LAS-MPD2	-156,0819	24,7265	138,1380	-24	-30,7825
AVE-MPD1	-171,4732	15,4132	132,0576	-24	0,0024
AWT-MPD¹²	-171,3755	15,3165	131,9997	-24	0,0593

En primer lugar, las emisiones de CO₂ procedentes de combustibles sólidos parecen haber experimentado una reducción de 24 millones de Tm. en el período analizado, motivada fundamentalmente por el efecto intensidad Cint. A partir de cualquiera de los métodos específicos aplicados, observamos que tanto el efecto estructural (Cstr) como el efecto producción (Cpdn) han contribuido a incrementar el nivel de emisiones, especialmente este último.

¹² Las ponderaciones aplicadas en este método aparecen recogidas en el Anexo (Tablas 1-3).

Por otro lado, se observa que apenas existen grandes diferencias entre los resultados obtenidos a través de los distintos métodos específicos (Gráfico 3). El método LAS-MPD1 es el que concede un mayor peso al efecto intensidad y el método LAS-MPD2 es el que concede un mayor peso a los efectos estructural y producción. En cualquier caso, las contribuciones estimadas de los efectos estructural, intensidad y producción a partir de los diferentes métodos específicos son ciertamente similares.

Gráfico 3. Resultados de la descomposición aditiva en series temporales a través de distintos métodos específicos de descomposición basados en los índices Divisia (1992-1995).



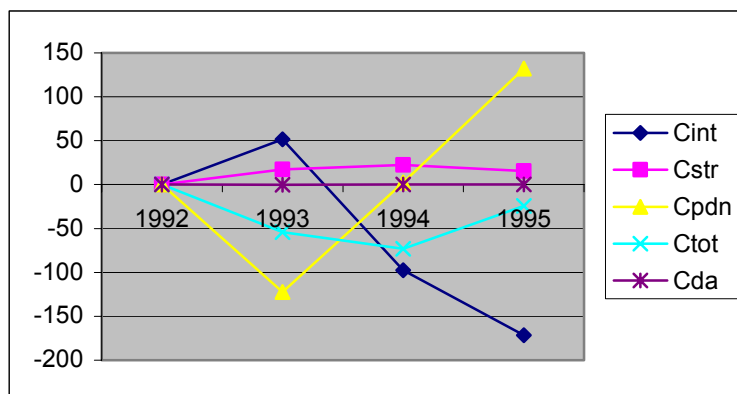
En cuanto a los términos residuales (Cd_a), los errores cometidos a partir de los métodos específicos aplicados son realmente muy pequeños¹³, siendo, como cabría esperar¹⁴, un método basado en Laspeyres, el LAS-MPD2, el que ofrece una mayor desviación del término residual.

Teniendo en cuenta la similitud en los resultados obtenidos a través de los distintos métodos, centramos el estudio en la aplicación del método de pesos adaptativos, único de los expuestos en que el investigador no fija arbitrariamente el valor de las ponderaciones. Los resultados obtenidos aparecen recogidos en el Gráfico 4:

¹³ Pese al pequeño error absoluto y relativo obtenido a partir de los distintos métodos, la bondad de la estimación no quedaría totalmente garantizada puesto que se podría haber producido una compensación de residuos.

¹⁴ B. W. Ang and S. Y. Lee, (1996): Decomposition of Industrial Energy Consumption: Some Methodological and Application Issues, *Energy Economics*, Vol. 16, No. 2, pp. 83-92.

Gráfico 4. Resultados de la descomposición aditiva en series temporales a través del método AWT-MPD (1992-1995).



Podemos distinguir dos fases bien diferenciadas: 1992-1994 y 1994-1995. Desde 1992 hasta 1994, se observa una pequeña reducción en las emisiones de la Unión Europea, motivada únicamente por el efecto producción que ha compensado el fuerte empuje de los efectos estructural e intensidad. Es decir, el descenso en el ritmo de crecimiento económico global parece ser el único factor que ha contribuido a la reducción en el nivel de emisiones y ha sido suficiente para compensar el efecto opuesto de los efectos intensidad y estructural.

Por su parte, el efecto intensidad ha contribuido a aumentar las emisiones de CO₂, esto es, ha incrementado el nivel de emisiones por unidad de producto industrial. En cuanto al efecto estructural también ha contribuido a aumentar las emisiones, es decir, la reestructuración de la producción industrial sufrida en la Unión Europea entre 1992 y 1994 no ha favorecido su reducción sino todo lo contrario.

En la segunda fase, entre 1994 y 1995, se observa un incremento en el nivel global de emisiones, también motivado principalmente por el efecto producción. En este período, el aumento en el ritmo de crecimiento de la Unión Europea ha ocasionado un incremento en el nivel de emisiones que ni la contribución a su reducción de los efectos intensidad y estructural han podido compensar.

4.- CONCLUSIONES

La variación experimentada en el nivel de emisiones de CO₂ en cierta área geográfica puede ser descompuesta en una serie de efectos que permiten describir la actuación de los distintos factores que pueden motivarla. Así, la estimación de los efectos de la estructura productiva por zonas geográficas, el efecto de arrastre del crecimiento económico global del área considerada o el efecto de un incremento en la producción sin un acompañamiento de tecnologías menos contaminantes pueden resultar de interés para comprender los factores que subyacen en la variación del nivel de emisiones y así proveer de información para planificar y evaluar políticas industriales y medioambientales.

De entre las numerosas técnicas que permiten descomponer los cambios experimentados en cierta magnitud, en el presente trabajo se presenta una metodología basada en los índices Divisia a partir de los cuales, se exponen varios métodos específicos. A través de todos ellos, se descompone aditivamente la variación en el nivel de emisiones de CO₂ procedentes de combustibles sólidos en la Unión Europea entre 1992 y 1995.

En primer lugar, se observa una gran similitud en los resultados obtenidos a través de cualquiera de los métodos específicos aplicados. Se produce una reducción total en el nivel de emisiones de 24Tm entre 1992 y 1995, motivada fundamentalmente por el efecto producción, esto es, por la ralentización del crecimiento económico en el período analizado.

En segundo lugar y centrándonos en los resultados obtenidos a través del método AWT-MPD por ser un método en el que el investigador no fija arbitrariamente las ponderaciones, se observan dos fases en la evolución del nivel de emisiones de CO₂.

Desde 1992 hasta 1994, las emisiones se reducen notablemente como consecuencia del efecto producción, es decir, del menor ritmo de crecimiento de la Unión Europea. Por el contrario, los efectos estructural e intensidad han contribuido a incrementar las emisiones, si bien el efecto producción ha sido lo suficientemente importante como para compensar esta tendencia. Por tanto, en este período, se ha incrementado el

nivel de emisiones por unidad de producto industrial, denotando cierta carencia en el uso de tecnologías menos contaminantes. Por otro lado, se observa que un mayor crecimiento relativo de la producción industrial de los países más desarrollados de la Unión Europea incide negativamente en la reducción de emisiones.

Entre 1994 y 1995, se observa un incremento en el nivel global de emisiones, también motivado por el efecto producción. En este período, el aumento en el ritmo de crecimiento de la Unión Europea ha ocasionado un incremento en el nivel de emisiones que ni la contribución a su reducción de los efectos intensidad y estructural han podido compensar. Se consigue reducir levemente el nivel de emisiones por unidad de output y el crecimiento relativo del producto industrial de países menos desarrollados de la Unión Europea favorecen una reducción en la emisión de gases de invernadero. Sin embargo, no es suficiente para contrarrestar las consecuencias de un aumento en el crecimiento económico global.

La reducción de las emisiones de CO₂ contribuiría notablemente a la sustentabilidad del desarrollo económico y debería ser uno de los principales objetivos de la comunidad internacional. El crecimiento del output industrial europeo no parece ir acompañado de una menor intensidad en el nivel de emisiones y son los países más desarrollados de la Unión Europea los que, en general, emiten mayores niveles de gases de invernadero por output y cuyo crecimiento industrial supone incrementos globales en el nivel de emisiones. Con todo ello, parece que podría resultar conveniente cierta inversión en tecnologías que permitan un desarrollo sostenible, inversión que podría plasmarse en la política industrial o medioambiental de la Unión Europea.

REFERENCIAS

Ang B.W. Decomposition of Industrial Energy Consumption: The Energy Intensity Approach, Energy Economics, Vol. 16, No. 3, 1994, pp. 163-174.

Ang B.W. Multilevel Decomposition of Industrial Energy Consumption, Energy Economics, Vol. 17, No. 1, 1995, pp. 39-51.

Arcelus F.J. An Extension of Shift-Share Analysis, Growth and Change, January 1984, pp. 3-8.

Berzeg K. The Empirical Content of Shift-Share Analysis, Journal of Regional Science, Vol.18, 1978, pp. 463-469.

Boyd G., McDonald J.F., Ross M. y Hanson D.A. Separating the Changing Composition of US Manufacturing Production from Energy Efficiency Improvements: A Divisia Index Approach, The Energy Journal, Vol. 8, No. 2, 1987, pp. 77-96.

Comisión Europea (1997): Comunicación de la Comisión, de 14 de mayo de 1997, sobre la Dimensión Energética del Cambio Climático. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/lvb/l27022.htm>.

Comisión Europea (1999): A Statistical Eye on Europe. Data 1987-1997, Luxemburgo.

Divisia F.L. L'Indice Monétaire et la Théorie de la Monnaie, Revue de l'Economie Politique, Vol. 39, 1925, pp. 980-1008.

EUROSTAT (1999): Eurostat Yearbook 1999, Luxemburgo.

Fernández P. y Pérez R. Índices Divisia y Análisis Shift-Share. Una Estimación de los Efectos Nacional, Regional y Sectorial Experimentados por el VAB Asturiano, Congreso ASEPELT, La Coruña, 2001.

Fernández P. y Pérez R. Descomposición de la Variación de la Intensidad de Energía Agregada: Una Aplicación al Caso Español, Documentos de trabajo 1/2000, Hispalink-Asturias, 2000.

Girardin O. (2002): III Congreso Latinoamericano y del Caribe de Gas y Electricidad, Santa Cruz de la Sierra, 2002.

Howarth R.B., Schipper L., Duerr P.A. y Strøm S. Manufacturing Energy Use in Eight OECD Countries, Energy Economics, Vol. 13, No. 2, 1991, pp. 135-142.

Hulten C.R. Divisia Index Numbers, Econometrica, Vol. 41. No.6, 1973, pp. 1017-1025.

Jenne C. y Cattell R. Electricity Intensity in UK Industry, Energy Economics, Vol. 5, No. 2, 1983, pp. 114-123.

Knudsen D.C. y Barff R. Shift-Share as a Linear Model, Environment and Planning A, Vol. 23, 1991, pp. 421-431.

Liu X.Q., Ang B.W. y Ong H.L. The Application of the Divisia Index to the Decomposition of Changes in Industrial Energy Consumption, The Energy Journal, Vol. 13, No. 4, 1992, pp. 161-177.

Park S.H. Decomposition of Industrial Energy Consumption: An Alternative Method, Energy Economics, Vol. 14, No. 4, 1992, pp. 265-270.

Pérez R. y Delgado F.J. Análisis Espacial del Crecimiento Regional: El Proyecto Atlas Económico-Digital de Asturias, Documentos de trabajo 1/2000, Hispalink-Asturias, 2000.

Reitler W., Rudolph M. y Schaefer H. Analysis of the Factors Influencing Energy Consumption in Industry: A Revised Method, Energy Economics, Vol. 9, No. 3, 1987, pp. 145-148.

ANEXO

Tabla 1. La ponderación α en el caso de AWT-MPD.

$$\alpha = 0,499$$

Tabla 2. Las ponderaciones β_i para cada país de la Unión Europea en el caso de AWT-MPD.

Años	B	DK	D	EL	E	F	IRL	I	L	NL	A	P	FIN	S	UK
1993	0,5177	0,5079	0,5024	0,5157	0,5010	0,5172	0,5111	0,4861	0,5134	0,5093	0,5115	0,5036	0,4846	0,4821	0,5155
1994	0,4980	0,4912	0,5013	0,4838	0,4800	0,5100	0,5083	0,5002	0,5050	0,5085	0,5014	0,4989	0,5057	0,5013	0,5095
1995	0,5076	0,5216	0,5014	0,4843	0,4894	0,4920	0,5167	0,4770	0,5507	0,4893	0,4877	0,4805	0,5412	0,5191	0,4955

Tabla 3. Las ponderaciones τ_i para cada país de la Unión Europea en el caso de AWT-MPD.

Años	B	DK	D	EL	E	F	IRL	I	L	NL	A	P	FIN	S	UK
1993	0,4982	0,4873	0,5080	0,4910	0,5255	0,5016	0,4956	0,5231	0,4932	0,4850	0,4952	0,5106	0,5034	0,5246	0,5043
1994	0,4829	0,4801	0,4995	0,4959	0,4947	0,4967	0,4743	0,4963	0,4881	0,4908	0,4917	0,4942	0,4641	0,4727	0,4892
1995	0,4853	0,4875	0,4934	0,4999	0,4832	0,4891	0,4761	0,4964	0,5089	0,4835	0,4872	0,4834	0,4689	0,4737	0,5011