

Departament d'Economia Aplicada

ANÁLISIS INPUT-OUTPUT Y  
EMISIONES DE CO2 EN ESPAÑA: UN  
PRIMER ANÁLISIS PARA LA  
DETERMINACIÓN DE SECTORES  
CLAVE EN LA EMISIÓN

Vicent Alcántara

**D  
O  
C  
U  
M  
E  
N  
T  
  
D  
E  
T  
R  
E  
B  
A  
L  
L**

07.02



Universitat Autònoma de Barcelona

Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales

Aquest document pertany al Departament d'Economia Aplicada.

Data de publicació : **Juliol 2007**

Departament d'Economia Aplicada  
Edifici B  
Campus de Bellaterra  
08193 Bellaterra

Telèfon: (93) 581 1680  
Fax:(93) 581 2292  
E-mail: [d.econ.aplicada@uab.es](mailto:d.econ.aplicada@uab.es)  
<http://www.ecap.uab.es>

# ANÁLISIS INPUT-OUTPUT Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN ESPAÑA: UN PRIMER ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE SECTORES CLAVE EN LA EMISIÓN

Vicent Alcántara

Departament d'Economia Aplicada i Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental (ICTA)  
Universitat Autònoma de Barcelona

Bellaterra, 2007

## **Abstract**

El objetivo de estas páginas, que es parte de una investigación más amplia, es el desarrollo de un primer análisis de las relaciones entre la estructura productiva de la economía española y las emisiones de CO<sub>2</sub>, el más importante de los gases de efecto invernadero, a la atmósfera. Después de exponer la metodología utilizada, que permite la utilización conjunta en análisis expost, como el que nos ocupa, de los multiplicadores de oferta y demanda, se obtienen resultados relevantes que permiten un estudio detallado de las mencionadas relaciones. Posteriormente se determinan los sectores clave en la emisión de este gas.

Palabras clave: Input-output, emisiones de CO<sub>2</sub>, sectores clave en la emisión, multiplicadores de demanda y producción.

Agradecimientos: El autor agradece el soporte financiero para esta investigación del Research Project No. SEJ2006-4444 del Ministerio de Educación y Ciencia. Y SGR2005-00177 de la Generalitat de Catalunya (Aguar-Dursi)

## 1. Introducción

La evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en España se ha distanciado notablemente del objetivo marcado por la Directiva Europea 2002/358/CE, que ratificaba el Protocolo de Kyoto y que limitaba a un 15% el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>1</sup> en España para el promedio de 2008-2012 respecto a las de 1990. Si atendemos a la información que en su *web* proporciona la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), en su último informe las emisiones de estos gases, medidos en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, experimentaron un crecimiento del 50,4 % en el período que va de 1990 a 2004. Por otro lado, Santamarta y Nieto (2007), estiman que en 2006 las emisiones de los seis gases considerados por el Protocolo fueron un 48,05% superiores a las de 1990 triplicando el objetivo marcado, habiendo experimentado un ligero descenso entre 2005 y 2006.

Resulta evidente que las actuaciones realizadas en los últimos años no han sido suficientes para controlar el fuerte aumento experimentado en las emisiones. Entre las medidas llevadas a cabo, destaca el Plan Nacional de Asignación de Emisiones, mediante el cual se ha dado cumplimiento a la directiva 2003/87/CE sobre el mercado de derechos de emisión, que obliga a determinados sectores a controlar sus emisiones de CO<sub>2</sub> desde el 1 de enero de 2005. No obstante, uno de los sectores más determinantes en el aumento de las emisiones en los últimos años, el sector servicios, no se ve afectado por la directiva. El transporte, el sector comercial y otros servicios, junto con el sector doméstico, suponen focos emisores difusos que no se ven regulados por ningún tipo de normativa o medida que limite su uso de energía ni sus emisiones.

A la vista de lo expuesto, parece importante plantearse un primer análisis de las relaciones entre estas emisiones y la estructura económica española. El análisis input-output nos parece el marco analítico adecuado para determinar la importancia de estas relaciones y, a su vez, realizar un diagnóstico sobre la responsabilidad particular de los distintos agentes económicos que conforman el sistema como totalidad. En estas páginas sólo analizaremos las emisiones de CO<sub>2</sub> el más importante de los gases de efecto invernadero.

---

<sup>1</sup> Emisiones medidas en toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente, empleando los factores de conversión del IPCC. Los seis gases considerados son CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HFCs, CFCs, y SF<sub>4</sub>.

El estudio que se presenta en estas páginas se ha realizado atendiendo a la información que proporciona el Instituto Nacional de Estadística (INE) en sus cuentas ambientales, elaboradas conforme al sistema NAMEA<sup>2</sup>, acrónimo de *National Accounting Matrix including Environmental Accounts*, sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en el año 2000. Así mismo, utilizamos la tabla input-output simétrica de España elaborada también por el INE para el año 2000.

El desarrollo analítico y los resultados obtenidos de este estudio se estructura de la siguiente forma. En el apartado 2, se desarrolla el planteamiento metodológico y los resultados generales obtenidos de su aplicación. Estos resultados, con el fin de hacer más ligera la lectura, aparecerán reflejados en los anexos correspondientes. Adelantaremos ya en este apartado algunos resultados sobre el impacto ambiental sectorial, que harán más comprensibles los resultados mostrados en los apartados que le siguen. En el apartado 3, analizaremos el papel jugado por los distintos tipos de demanda final y su importancia en la generación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en España. En el apartado 4, aplicando la técnica analítica expuesta en el apartado 2, determinaremos, para el caso de España, los sectores productivos clave en el caso de estas emisiones. Por último, el apartado 5 de conclusiones cierra estas páginas.

## **2. Propuesta metodológica y primeros resultados**

En lo que sigue, los vectores se definen como vectores columna, la transposición como es habitual por (') y la diagonalización, esto es la expresión de un vector como una matriz diagonal por (^). Vectores y matrices se escriben con negrita y los escalares como texto normal.

Sea  $\mathbf{c}$  ( $n \times 1$ ) un vector de coeficientes de emisión directa sectorial, en nuestro caso toneladas de CO<sub>2</sub> por millón de euros (ver Anexo I), tal que:

$$(1) \quad \mathbf{c}'\mathbf{x} = E$$

---

<sup>2</sup> Para conocer el sistema de contabilización ambiental NAMEA, el lector puede consultar Haan, M.de y Keuning, S.J. (1996) o Alcántara (2003). Para una aplicación y primeros desarrollos piloto sobre emisiones atmosféricas, Eurostat (2001).

siendo  $\mathbf{x}$  el vector de producción sectorial,  $\mathbf{c}$ , como hemos dicho un vector de coeficientes que expresa el volumen de emisión por unidad de output y  $E$  un escalar que expresa el volumen total de emisiones.

Sustituyendo  $\mathbf{x}$  por su conocido valor en el modelo abierto de Leontief, se obtiene:

$$(2) \quad \mathbf{e} = \hat{\mathbf{c}}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{y}$$

en donde  $\mathbf{e}$  es un vector ( $n \times 1$ ) de emisiones sectoriales,  $\mathbf{A}$  representa la matriz de coeficientes técnicos e  $\mathbf{y}$  el vector de demanda final. El vector  $\mathbf{e}$  representa la emisión directa sectorial.

Por tanto, la siguiente matriz

$$(3) \quad \mathbf{F} = \hat{\mathbf{c}}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$$

es un operador lineal que convierte cualquier incremento de la demanda final en un incremento del vector de emisiones contaminantes. Si premultiplicamos la matriz  $\mathbf{F}$  por  $\mathbf{u}'$ , un vector fila unitario de la dimensión adecuada, obtendríamos:

$$(4) \quad \mathbf{f}' = \mathbf{u}'\mathbf{F}$$

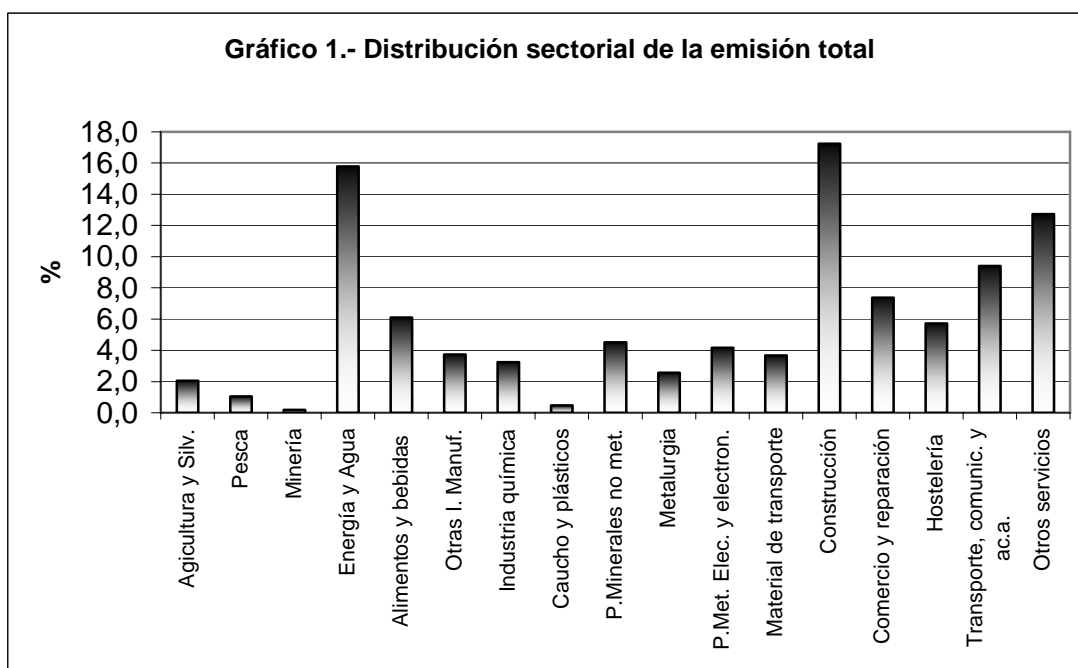
siendo  $\mathbf{f}'$  el vector ( $1 \times n$ ) de emisión unitaria total, directa e indirecta, generada por unidad de demanda final.  $\mathbf{f}'$  expresa el efecto multiplicador de las emisiones impulsado por la expansión de las distintas demandas. O, si se quiere, el potencial contaminador total de los distintos sectores o intensidad contaminante total sectorial. (Ver en Anexo II)

Las emisiones totales (directas e indirectas) sectoriales vendrían dadas por la siguiente expresión:

$$(5) \quad \boldsymbol{\varepsilon}' = \hat{\mathbf{c}}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \hat{\mathbf{y}} = \mathbf{u}'\mathbf{F}\hat{\mathbf{y}}$$

El resultado de la computación de la expresión (5) se recoge en el Anexo I como emisión total.

Con el fin de mostrar la importancia de algunos sectores hemos agregado en un número reducido de sectores el conjunto de ramas productivas analizadas, y hemos elaborado el siguiente gráfico 1.



*Fuente: Elaboración propia a partir de la información del anexo I*

Como vemos, el sector de la construcción constituye el más relevante desde la perspectiva de la emisión directa e indirecta generada con el fin de satisfacer su demanda. Representa un 17,2 % de la emisión generada por los procesos productivos. Si en el Anexo I atendemos a la emisión directa de este sector, veremos que sus emisiones directas son relativamente muy bajas, un 1,1 % del total. La importancia de la construcción viene dada por sus efectos de arrastre sobre sectores productivos altamente emisores que son sus proveedores de inputs productivos. En Alcántara (2007) se llama la atención sobre este hecho, así como de la necesidad de un estudio detallado de este sector, de cara al diseño de políticas ambientales tendentes a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Le sigue en importancia el sector energético (Energía y Agua), engloba las ramas 8,9 y 10 del Anexo I con un 15,8 % de la emisión productiva.

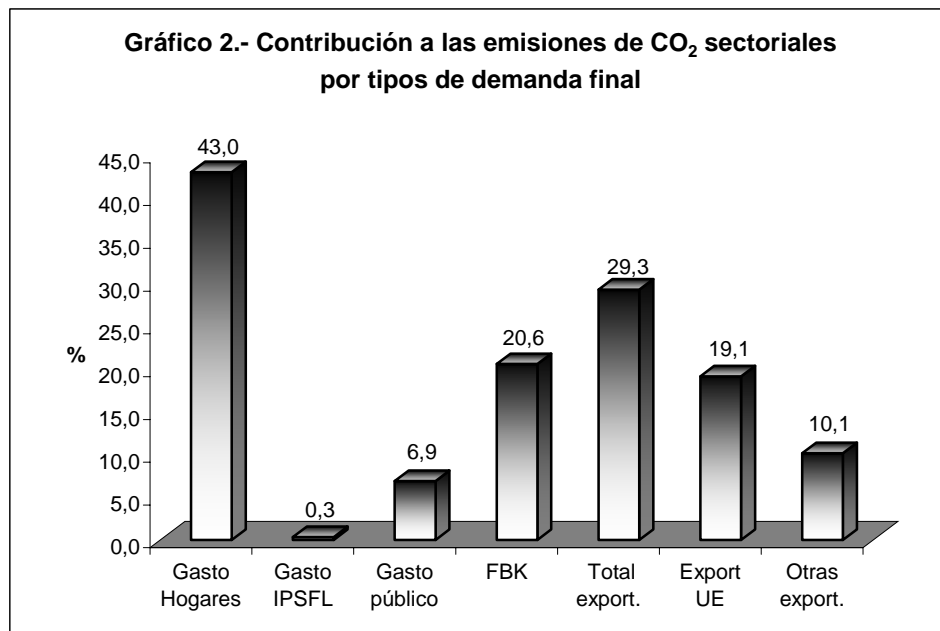
### 3. Emisiones totales por clase de demanda final

Podemos ahora descomponer el vector  $y$  en un conjunto de vectores que expresen la demanda final sectorial de diferentes clases. Estamos acostumbrados a razonar en términos de consumo privado, formación bruta de capital, etc..., como elementos que constituyen la demanda final de un territorio económico; adoptando esta clasificación, podemos ver el impacto que las distintas clases en que dividimos la demanda final tienen sobre la emisión contaminante. Si descomponemos la demanda final de cada sector en  $h$  componentes ( $k = 1, 2, \dots, k, \dots, h$ ), al vector de demanda final  $y$  puede asociarse una matriz  $H$ , cuyo elemento característico  $H_{ik}$  expresa la demanda final de clase  $k$  al sector  $i$ . Y podemos escribir:

$$(6) \quad \varepsilon^y = \hat{c}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{H} = \mathbf{u}' \mathbf{F} \mathbf{H}$$

un vector cuyo elemento genérico  $\varepsilon^y_k$  expresa la contaminación total, en nuestro caso  $\text{CO}_2$  generada en la obtención de la demanda final de clase  $k$ .

El impacto total, directo e indirecto, de cada clase de demanda final, expresado en porcentajes, que resulta de la computación de (6) aparece en el siguiente gráfico 2.



Fuente: Elaboración propia. Ver texto

Es evidente que la mayor contribución a la emisión de  $\text{CO}_2$  corresponde al consumo interior final que representa, considerando como tal el de los hogares, el de las instituciones privadas sin



finés de lucro (IPSFL) y el gasto público, prácticamente el 50 % de la emisión que los sectores productivos generan para satisfacer esta demanda. A la que habría que añadir la emisión directamente generada por el consumo que ascendió en 2000 a 55.292 kt. de CO<sub>2</sub>. Una conclusión relevante de este análisis es que las formas de vida y consumo de nuestra sociedad están en la base de las emisiones del más importante de los gases de efecto invernadero. Conviene notar que, de las 303.984 kt. de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera en 2000, 248.692 kt. se emitieron en los procesos de producción para la obtención de la demanda final de las distintas ramas de la producción, un 82 % aproximadamente de la emisión total, de las cuales ya hemos dicho que el 50 % corresponde a la obtención de los bienes para consumo interior. Si tenemos en cuenta que un 18 % de la emisión total corresponde a las emisiones generadas por este consumo, de forma directa, en el funcionamiento de los bienes consumidos<sup>3</sup>, no resulta exagerado concluir que en torno al 59 % de la emisión total es responsabilidad del consumo interior final.

#### **4. Sectores clave en las emisiones de CO<sub>2</sub>**

La técnica de la determinación de sectores clave permite una primera aproximación para el análisis del papel jugado por los distintos sectores productivos de la economía respecto del objetivo de estudio. Quizás la técnica de los indicadores de Rasmussen haya sido una de las más ampliamente utilizada. La técnica citada contribuye a la determinación de “industrias clave” en algún sentido<sup>4</sup>. Este enfoque no está exento de críticas, y ya el mismo Rasmussen (1956, 132-144) señalaba algunas de ellas. Una de las críticas más duras quizás sea la de Skolka (1986), citada por Pulido A. y Fontela, E. (1993; 133). Estas críticas se hacen extensivas a los trabajos de Chenery y Watanabe (1958) y Hirschman (1958). En todo caso, creemos que la crítica sólo sería pertinente con respecto al tipo de indicadores utilizados en la medida de los eslabonamientos hacia adelante y hacia atrás y nunca a estos que son consustanciales a todo el análisis input - output y, más particularmente, en el estudio de los efectos verticalmente integrados<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> Hay que recordar que en el sistema NAMEA, las emisiones correspondientes al transporte privado están incluidas en este 18 %.

<sup>4</sup> El mismo Rasmussen advierte que no es posible definir la “industria clave” de manera única, sino que depende del problema a tratar. Después de plantear el criterio de determinación de la industria clave respecto del empleo y de las importaciones concluye: “ Pueden considerarse otras definiciones de industria clave apropiadas a otros problemas, pero estas observaciones bastan para llamar la atención sobre la importancia del modelo *input-output*”.

<sup>5</sup> Con respecto al análisis desde una perspectiva de la integración vertical, véase Alcántara (1995) y (1999), así como Sánchez Chóliz y Duarte (2003).

En las páginas que siguen desarrollaremos el análisis de sectores clave en la emisión de CO<sub>2</sub> en España. La metodología alternativa propuesta se basa en el planteamiento crítico de Jones (1976), que se extiende en este trabajo al análisis de impactos ambientales.

Al comentar la expresión (4), decíamos que el vector  $\mathbf{f}^*$  expresaba el efecto multiplicador de las emisiones impulsado por la expansión de las distintas demandas. Este vector expresa lo que en la literatura se conoce como *backward linkages*. Los efectos de arrastre, en nuestro caso en la emisión, debidos a la expansión de las demandas finales. Los efectos de arrastre así definidos se corresponden con aquellos de Rasmussen y Hirschman. Estos coeficientes expresan el potencial contaminante total desde la perspectiva de la demanda.

Como medida del impulso en la emisión, que un sector cualquiera recibe del conjunto de la economía, se propondría desde una perspectiva, digamos, convencional:

$$(7) \quad \mathbf{f}^* = \mathbf{F} \mathbf{u}$$

en la que  $\mathbf{f}^*$  es un vector ( $n \times 1$ ) resultado de la suma por filas de la matriz  $\mathbf{F}$ . Y se corresponde con lo que en la literatura se conoce como *forward linkages*. Suele tomarse como la importancia de los distintos sectores productivos desde una perspectiva de oferta. Sin embargo, este planteamiento presenta una asimetría con respecto al cálculo de los mencionados *backward linkages* como señala Jones (1976), que propone utilizar la inversa de Ghosh (1958) en la determinación de los multiplicadores de oferta<sup>6</sup>.

Siguiendo la alternativa planteada para la determinación de los *forward linkages*, tendríamos:

A partir de la inversa de Leontief, la determinación de la inversa de Ghosh es inmediata (Miller, R.A. y Blair, P.D., 1985):

$$(8) \quad (\mathbf{I} - \mathbf{D})^{-1} = \hat{\mathbf{x}}^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \hat{\mathbf{x}}$$

---

<sup>6</sup> En torno a la propuesta de Leroy P. Jones, giró una notable discusión teórica que se añadió a la ya importante discusión sobre el modelo de A. Ghosh. Una buena síntesis se encuentra en M. Lenzen (2003). Este último autor muestra cómo la inversa de Ghosh puede ser utilizada en la determinación “ex-post” de sectores clave. Nos remitimos al citado trabajo para justificar nuestro planteamiento.

en la que  $\mathbf{D}$  es la matriz de coeficientes de distribución. El elemento característico de esta matriz  $D_{ij} = X_{ij}/x_i$  expresa la proporción que la parte de la producción del sector  $i$  utilizada por el sector  $j$  representa en la producción de  $i$ . Y el modelo de Ghosh sería:

$$(9) \quad \mathbf{x}' = \mathbf{v}'(\mathbf{I} - \mathbf{D})^{-1}$$

en la que el vector  $\mathbf{v}'$  ( $1 \times n$ ), expresa el valor monetario agregado de los inputs primarios utilizados en la producción de los  $n$  sectores productivos. Igual que en el modelo de demanda, ahora podemos conectar el vector de emisiones, y escribiríamos:

$$(10) \quad \mathbf{e}' = \mathbf{v}'(\mathbf{I} - \mathbf{D})^{-1} \hat{\mathbf{c}}$$

y la matriz,

$$(11) \quad \mathbf{G} = (\mathbf{I} - \mathbf{D})^{-1} \hat{\mathbf{c}}$$

como antes en el modelo de demanda es, ahora, un operador lineal que transforma valores añadidos, o sus incrementos, en emisiones.

Es evidente que si post-multiplicamos la matriz  $\mathbf{G}$  por un vector unitario de la dimensión adecuada:

$$(12) \quad \boldsymbol{\eta} = \mathbf{G} \mathbf{u}$$

obtenemos un vector, cuyo elemento característico  $\eta_i$  expresa la emisión total, directa e indirecta, generada por la expansión de los inputs primarios necesarios para incrementar la oferta del sector  $i$ . Se trata, pues, de un conjunto de multiplicadores de la emisión desde una perspectiva de oferta<sup>7</sup>. (Ver en Anexo II)

Ya hemos señalado con anterioridad, en el caso de los multiplicadores de demanda, los sesgos que se pueden introducir en las conclusiones de la investigación cuando no contamos con el peso de la demanda de los distintos sectores. Lo mismo es pertinente a la hora de considerar los multiplicadores de oferta. Teniendo en cuenta esta cuestión, hemos replanteado los multiplicadores dados por las expresiones (7) y (12) del modo siguiente.

---

<sup>7</sup> El lector interesado en las diferencias entre  $\boldsymbol{\eta}$  y el multiplicador convencional  $\mathbf{f}^*$ , puede consultar en el artículo citado de Lenzen la bibliografía relacionada con el tema.

A partir de los vectores de demanda final e inputs primarios hemos definido dos vectores de distribución de ambas variables  $\tilde{\mathbf{y}}$ ,  $\tilde{\mathbf{v}}$ , tales que:  $\sum_i \tilde{\mathbf{y}} = 1$  y  $\sum_i \tilde{\mathbf{v}} = 1$ . De tal manera que los multiplicadores de demanda y oferta pueden ser redefinidos como mostramos a continuación:

$$(13) \quad \mu'_y = \mathbf{c}'(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \tilde{\mathbf{y}}$$

en la que  $\mu'_y$  es un vector (1 x n) de multiplicadores de emisión, ponderados, desde una perspectiva de demanda.

Y, procediendo de forma semejante,

$$(14) \quad \mu'_v = \tilde{\mathbf{v}}(\mathbf{I} - \mathbf{D})^{-1} \mathbf{c}$$

en la que  $\mu'_v$  es un vector (1 x n) de multiplicadores de emisión, ponderados, desde una perspectiva de oferta.

Una vez determinados los multiplicadores ponderados de emisión, se establece el multiplicador medio, esto es:

$$(15) \quad \mu = \frac{\mu'_y \mathbf{u}}{n} = \frac{\mu'_v \mathbf{u}}{n}$$

Los resultados obtenidos al aplicar las expresiones anteriores a la información sobre España que venimos manejando se exponen en el Anexo II.

La comparación de cada uno de los multiplicadores de emisión sectoriales, tanto de demanda como de oferta con el multiplicador medio, nos permite establecer la siguiente clasificación sectorial:

	$\mu_{v,i}/\mu > 1$	$\mu_{v,i}/\mu < 1$
$\mu_{y,i}/\mu > 1$	A: Sectores clave en la emisión	B: Sectores impulsores por la demanda
$\mu_{y,i}/\mu < 1$	C: Sectores impulsores por la oferta	D: Resto de sectores

La aplicación de los criterios comentados a los datos del Anexo II dan los resultados que refleja la Tabla 1. Como vemos, las ramas productivas clave, representaban en 2000 el 81,2 % de la emisión directa total de las ramas productivas, un 66,4 % de la emisión total de la economía española, si incluimos la emisión directa de los hogares. Por otro lado, alcanzaron una emisión directa e indirecta, desde la perspectiva de su demanda final, del 41,4 % de la emisión productiva. Y un 72,1 % desde la perspectiva de oferta. Esta amplia diferencia porcentual no debería sorprendernos. Lo que nos está indicando es que aunque son realmente significativos sus efectos de arrastre a otras ramas productivas para satisfacer su demanda final, se caracterizan más por ser sectores proveedores de otras ramas. En este sentido, son inducidos por otros sectores a generar contaminación a partir de su producción. De ahí también la importancia de sus emisiones directas.

La rama productiva clave por excelencia es la producción y distribución de electricidad y gas con los mayores índices de impacto, tanto desde una perspectiva de oferta como de demanda. Es evidente la relevancia que, desde una perspectiva de oferta, tiene esta rama productiva. Algo perfectamente explicable si consideramos que su producción se distribuye en un 85,2 % en demanda de otros sectores y, el resto, va a parar a su demanda final. Si atendemos al importante papel de este sector energético en la economía, y a su relevancia en las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, debería ser un firme candidato para ser analizado con sustancial nivel de detalle.

No obstante, hay que tener en cuenta que el transporte terrestre, que incluye el transporte por carretera, en el sistema NAMEA, no engloba el transporte privado, ni el transporte propio de las empresas por sus propios medios. De ahí que aparezca en un quinto puesto en el ranking de sectores clave en la emisión. De haber dispuesto de una información más detallada, casi sin ninguna duda, la rama de transporte terrestre se habría constituido en la más relevante desde la perspectiva del problema que nos ocupa. En un trabajo reciente (Alcántara, 2007), así lo manifestábamos.

**Tabla 2.- Clasificación sectorial atendiendo a los coeficientes de emisión de CO<sub>2</sub> ponderados**

Código	Sector productivo	Demanda		Oferta		
		Emisión directa	Emisión total (directa + indirecta)	Índice de impacto demanda $\mu_{y,i} / \mu$	Emisión total (directa + indirecta)	Índice de impacto oferta $\mu_{v,i} / \mu$
<b>Grupo A: Sectores clave</b>						
9	Prod. y distr. electric., gas y vapor	91048	25998	4,809	69075	12,777
33	Comercio, venta de vehículos y reparación	5236	18317	3,388	25610	4,737
8	Coquerías, refinación y combustibles nucleares	20300	12637	2,338	21892	4,049
20	Otros productos minerales no metálicos	45041	11217	2,075	18267	3,379
35	Transporte terrestre	19477	10587	1,958	16557	3,063
41	Inmobiliarias y servicios empresariales	567	9871	1,826	11364	2,102
18	Industria química	6890	8049	1,489	8231	1,523
21	Metalurgia	13353	6402	1,184	8214	1,519
	Total	201912	103077		179210	
	%	81,2	41,4		72,1	
<b>Grupo B: Sectores clave demanda</b>						
32	Construcción	2654	42873	7,930	3841,3	0,711
11	Alimentos y bebidas	5018	15167	2,805	2916,0	0,539
34	Hostelería	2780	14264	2,638	2735,8	0,506
28	Fab. de vehículos de motor y remolques	222	8239	1,524	1065,8	0,197
45	Administración pública	1004	7142	1,321	810,0	0,150
37	Transporte aéreo y espacial	7404	6332	1,171	5239,3	0,969
	Total	19082	94017		16608	
	%	7,7	37,8		6,7	
<b>Grupo C: Sectores clave oferta</b>						
1	Agricultura, ganadería y caza	8296	5035	0,931	7708	1,426
38	Actividades anexas a los transportes	1553	2529	0,468	6366	1,177
	Total	9849	7565		36737	
	%	4,0	3,0		14,8	
<b>Grupo D: Resto de sectores</b>						
	Otros sectores	17849	44033		16137	
	%	7,2	17,7		6,5	
		248692	248692		248692	

Fuente: Elaboración propia con la información del anexo II

Sigue en orden de importancia, después de la producción y distribución de electricidad y gas, el Comercio, venta de vehículos y reparación. En esta rama sus índices de impacto de demanda y oferta son mucho más cercanos, lo que es atribuible a sus características propias. Lo relevante de este resultado es que una rama de actividad aparentemente inocua, desde una perspectiva contaminante, se revela como sector clave en la emisión. Lo mismo podríamos decir de las Inmobiliarias y servicios empresariales.

El tercer sector por orden de importancia en sus impactos es el de las coquerías y derivados del petróleo. Aquí también el índice de impacto desde una perspectiva de oferta (4,049), nos muestra como es más importante el impulso del resto sectores sobre esta rama que los efectos de arrastre (2,338) que la misma ejerce sobre el resto.

El lector puede sacar sus propias conclusiones sobre el resto de ramas productivas que conforman este grupo, sin necesidad de que nos dediquemos a repetir los datos que ya figuran en la tabla.

Por lo que se refiere al grupo B, las que hemos considerado ramas clave desde una perspectiva de demanda, su emisión directa representa un porcentaje relativamente bajo con respecto a las emisiones totales de los sectores productivos, un 7,7 %. Así como sus emisiones desde la perspectiva de la producción (oferta) que es un 6,7 %. Como es obvio estas ramas destacan por su efecto de arrastre en la emisión a otras ramas que las proveen de inputs para satisfacer su demanda fina. No es extraño que la emisión total (directa e indirecta) de estas ramas representen el 37,8 % de las emisiones productivas totales. Un porcentaje muy cercano a aquellas del grupo A, que hemos considerado claves.

Dos cuestiones a destacar en este grupo son, primero la importancia de la Construcción. Esta representa el 45,2 % de la emisión inducida por el grupo. Aunque con una baja emisión directa, su responsabilidad directa e indirecta en la emisión total de todas las ramas productivas es del 17,2 %, casi una quinta parte de las emisiones generadas en España en 2000. Nótese también que su índice de impacto (7,930), desde una perspectiva de demanda, es el más alto de todas las ramas productivas. Diríamos que desde este punto de vista juega un papel tan relevante como la producción y distribución de electricidad y gas desde una perspectiva de producción u oferta.

El otro punto a destacar es el de los sectores de servicios, como la hostelería, la misma administración pública y el transporte aéreo. En el caso de la hostelería, su índice de impacto desde la demanda (2,638), es superior a la industria química y la metalurgia.

Cerrando ya los comentarios a este grupo, no podemos dejar sin resaltar la importancia de la rama de Alimentación, bebidas y tabaco. Su índice de impacto de demanda (2,805) es superior al de derivados del petróleo y los productos minerales no metálicos. Ciertamente que estos últimos son más relevantes emisores desde una perspectiva de oferta, pero conviene hacer estas comparaciones con el fin de desmitificar a algunas ramas productivas que, aún no siendo ellas directamente emisoras, tienen una capacidad para impulsar la emisión de otras ramas altamente destacada. Algunos de estos resultados ya eran patentes en 1995 (Alcántara y Padilla, 2003)

Por último, el grupo C, sectores clave desde la perspectiva de la oferta, hay que destacar la importante emisión directa de los sectores agrarios. Nótese que el índice de impacto desde el punto de vista de la producción (1,426) está muy cercano al de la industria química y la metalurgia. Esta claro que esta situación no es ajena al proceso de capitalización de la agricultura española.

## **5. Conclusiones**

De la aplicación del aparato analítico desarrollado se desprenden algunos resultados que no son despreciables. En primer lugar queda patente que de las cuarenta y seis ramas productivas analizadas sólo ocho son claves en las emisiones de CO<sub>2</sub>, tanto desde el punto de vista del nivel de su demanda final como desde una perspectiva de oferta o si se quiere de producción. El diseño de políticas de control de las emisiones sobre estas ramas productivas, podría ayudar a reducir parte de un 80 % de las emisiones en España. Naturalmente hay que contar con que la producción de estas actividades es fundamental o clave para el funcionamiento y la producción de otras industrias. De ahí la importancia del análisis de demanda y sus efectos de arrastre. No es gratuito preguntarse que demandas podrían ser prescindibles como satisfactores de necesidades y, hasta que punto, no podrían ser sustituidas por otras.

En el sentido último apuntado, habría que considerar con un mayor detenimiento el papel que el sector servicios juega en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Existe la falsa percepción de que el sector



servicios es un sector poco agresivo con el medio ambiente. Pero dentro del sector servicios se circunscriben múltiples actividades, algunas con graves impactos sobre el medio ambiente, como acabamos de ver. Y no sólo el sector transporte del que, por las lagunas informativas apuntadas en estas páginas, no hemos podido mostrar en toda su crudeza la importancia de su impacto en las emisiones analizadas, sino otros como es el caso destacable de las actividades de Comercio, venta de vehículos y reparación, Hostelería e Inmobiliarias y servicios empresariales para las que hemos visto existe una destacable responsabilidad. Quizás debería abandonarse la idea de que una economía de servicios es una economía desmaterializada.

Lo mismo cabe decir de otras actividades, en este caso industriales, como la construcción, la producción y distribución de electricidad y gas, y la misma agricultura.

En cualquier caso, los resultados obtenidos refuerzan la idea de que debe abandonarse la concepción de que el crecimiento económico, que suele llevar aparejada una expansión de los servicios y un incremento de la eficiencia energética, es una economía desmaterializada. Si bien los determinados procesos productivos industriales están más directamente vinculados al consumo energético, la responsabilidad última es de los sectores demandantes que arrastran las emisiones producidas en esos sectores.

## Referencias bibliográficas

Alcántara, V. (2003): *Propuesta de cuentas ambientales para Catalunya*, Institut d'estadística de Catalunya (IDESCAT) [www.idescat.es](http://www.idescat.es)

Alcántara, V. y Padilla, E. (2003)  
“"Key" sectors in final energy consumption: an input-output application to the Spanish case”, *Energy Policy* (31) 1673-1678

Alcántara, V. (1999): “Análisis de impactos ambientales desde una perspectiva input - output” en Ricaldi, T. (1999)

Alcántara, V. (1995): *Economía y contaminación atmosférica: hacia un nuevo enfoque desde el análisis input-output*. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona

Eurostat (2001) *Nameas for Air Emissions – Results of Pilot Studies*. Eurostat, European Commission. European Communities, Luxemburg.

Haan, M.de y Keuning, S.J. (1996) “Taking the environment into account. The NAMEA approach”, *Review of Income and Wealth* 42 (2), pp. 131-148.

Ricaldi, T. (1999): *La economía ecológica: una nueva mirada a la ecología humana*. Ed. CESU (UMSS)- UNESCO

Miller, R.A., Blair, P.D., (1985): *Input–Output: foundations and extensions*. Prentice- Hall, New Jersey.

Pulido, A., Fontela, E., (1993): *Análisis input–output (Modelos, datos y aplicaciones)*. Pirámide, Madrid.

Rasmusen, P., (1956): *Studies in Intersectoral relations*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

Sánchez Chóliz, J. y Duarte, R.(2003): “Analysing pollution by vertically integrated coefficients, with an application to the water sector in Aragon”, *Cambridge Journal of Economics*, 27, pp. 433-448.

Skolka, J., 1986: “Input–Output multipliers and linkages”. Eighth International Conference on Input–Output Techniques. Sapporo, Japan

---

<b>Ramas productivas</b>	<b>Anexo I Emisión directa CO2 (kt)</b>	<b>%</b>	<b>Emisión total (kt)</b>	<b>%</b>	<b>Coef. emisión (t/Meuros)</b>
1 Agricultura, ganadería y caza	8296	3,34	5035	2,02	235,5
2 Silvicultura y explotación forestal	101	0,04	63	0,03	64,8
3 Pesca	3143	1,26	2606	1,05	1416,9
4 Antracita, hulla, lignito y turba	1078	0,43	8	0,00	934,1
5 Crudos de petróleo, gas natural, uranio y torio	361	0,15	24	0,01	1925,3
6 Extracción de minerales metálicos	176	0,07	37	0,01	932,7
7 Extracción de minerales no metálicos	495	0,20	380	0,15	198,4
8 Coquerías, refinó y combustibles nucleares	20300	8,16	12637	5,08	956,0
9 Producc. y distrib. electric., gas y vapor	91048	36,61	25998	10,45	3882,8
10 Captación, depuración y distribución de agua	546	0,22	641	0,26	161,1
11 Alimentos y bebidas	5018	2,02	15167	6,10	75,8
12 Industria textil	1423	0,57	1286	0,52	149,1
13 Industria de la confección y la peletería	133	0,05	1643	0,66	15,9
14 19 Industria del cuero y del calzado	121	0,05	1063	0,43	18,9
15 Industria de la madera y el corcho	445	0,18	350	0,14	51,0
16 Industria del papel	2685	1,08	1608	0,65	266,0
17 Edición y artes gráficas	198	0,08	909	0,37	14,3
18 Industria química	6890	2,77	8049	3,24	222,3
19 Industria del caucho y materias plásticas	128	0,05	1160	0,47	9,7
20 Otros productos minerales no metálicos	45041	18,11	11217	4,51	2203,5
21 Metalurgia	13353	5,37	6402	2,57	630,5
22 Fabricación de productos metálicos	396	0,16	2913	1,17	14,7
23 Maquinaria y equipo mecánico	312	0,13	3450	1,39	15,5
24 Máquinas de oficina y equipos informáticos	7	0,00	663	0,27	1,9
25 Fabricación de maquinaria y material eléctrico	98	0,04	2021	0,81	8,3
26 Fabricación de material electrónico	9	0,00	837	0,34	1,6
27 Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	7	0,00	465	0,19	2,1
28 Fabricación de vehículos de motor y remolques	222	0,09	8239	3,31	4,8
29 Fabricación de otro material de transporte	68	0,03	891	0,36	9,4
30 Muebles y otras industrias manufactureras	223	0,09	2455	0,99	16,8
31 Reciclaje	317	0,13	0	0,00	112,1
32 Construcción	2654	1,07	42873	17,24	21,1
33 Vehículos y reparación	5236	2,11	18317	7,37	47,3
34 Hostelería	2780	1,12	14264	5,74	38,3
35 Transporte terrestre	19477	7,83	10587	4,26	632,8
36 Transporte marítimo	2739	1,10	2230	0,90	1495,9
37 Transporte aéreo y espacial	7404	2,98	6332	2,55	1275,6
38 Actividades anexas a los transportes	1553	0,62	2529	1,02	60,3
39 Correos y telecomunicaciones	232	0,09	1719	0,69	9,2
40 Intermediación financiera	208	0,08	1523	0,61	5,1
41 Inmobiliarias y servicios empresariales	567	0,23	9871	3,97	3,8
42 Educación	743	0,30	3331	1,34	22,9
43 Sanidad y servicios sociales	542	0,22	4482	1,80	12,5
44 Otras actividades sociales y servicios	915	0,37	5273	2,12	23,7
45 Administración pública	1004	0,40	7142	2,87	23,4
46 Hogares que emplean personal doméstico	0	0,00	0	0,00	0,0
Total sectores productivos	248692	100	248692	100	

Anexo II

Ramas productivas	Multiplicadores de emisión total			
	No ponderados		Ponderados	
	Demanda	Oferta	Demanda	Oferta
1 Agricultura, ganadería y caza	417,5	343,8	7,1	6,5
2 Silvicultura y explotación forestal	88,8	284,8	0,1	0,3
3 Pesca	1586,3	1434,5	3,7	1,6
4 Antracita, hulla, lignito y turba	1393,1	5297,9	0,0	3,3
5 Crudos de petróleo, gas natural, uranio y torio	2442,5	3617,0	0,0	0,3
6 Extracción de minerales metálicos	1265,0	1523,9	0,1	0,1
7 Extracción de minerales no metálicos	721,8	1044,7	0,5	1,0
8 Coquerías, refino y combustibles nucleares	1165,1	1510,1	17,8	21,4
9 Producc. y distrib. electric., gas y vapor	4854,3	5005,4	36,5	57,8
10 Captación, depuración y distribución de agua	403,1	349,8	0,9	0,5
11 Alimentos y bebidas	418,5	142,9	21,3	2,4
12 Industria textil	406,5	234,7	1,8	1,1
13 Industria de la confección y la peletería	244,2	53,0	2,3	0,2
14 19 Industria del cuero y del calzado	226,4	36,7	1,5	0,1
15 Industria de la madera y el corcho	322,3	270,9	0,5	1,0
16 Industria del papel	631,7	527,1	2,3	2,5
17 Edición y artes gráficas	294,5	162,9	1,3	1,0
18 Industria química	523,2	427,5	11,3	6,9
19 Industria del caucho y materias plásticas	285,7	177,6	1,6	1,1
20 Otros productos minerales no metálicos	2880,1	2480,8	15,8	18,3
21 Metalurgia	1037,2	809,0	9,0	6,9
22 Fabricación de productos metálicos	427,5	307,3	4,1	3,6
23 Maquinaria y equipo mecánico	265,4	198,5	4,8	1,9
24 Máquinas de oficina y equipos informáticos	216,6	47,1	0,9	0,1
25 Fabricación de maquinaria y material eléctrico	371,7	127,6	2,8	0,6
26 Fabricación de material electrónico	201,4	23,0	1,2	0,1
27 Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	160,6	12,4	0,7	0,0
28 Fabricación de vehículos de motor y remolques	226,3	36,5	11,6	0,9
29 Fabricación de otro material de transporte	174,8	153,5	1,3	0,5
30 Muebles y otras industrias manufactureras	242,4	56,5	3,5	0,3
31 Reciclaje	604,4	912,0	0,0	0,2
32 Construcción	523,0	69,9	60,3	3,2
33 Vehículos y reparacion	240,0	162,4	25,7	9,5
34 Hostelería	211,1	61,0	20,0	2,3
35 Transporte terrestre	870,2	994,5	14,9	15,3
36 Transporte marítimo	1749,1	1656,5	3,1	1,4
37 Transporte aéreo y espacial	1498,8	1390,6	8,9	4,4
38 Actividades anexas a los transportes	361,5	526,1	3,6	5,3
39 Correos y telecomunicaciones	206,3	196,6	2,4	2,6
40 Intermediación financiera	81,5	173,1	2,1	4,2
41 Inmobiliarias y servicios empresariales	126,7	163,1	13,9	13,9
42 Educación	107,8	44,7	4,7	1,1
43 Sanidad y servicios sociales	112,7	26,0	6,3	0,7
44 Otras actividades sociales y servicios	177,0	60,9	7,4	1,2
45 Administración pública	166,2	23,4	10,0	0,7
46 Hogares que emplean personal doméstico	0,0	0,0	0,0	0,0
Multiplicadores medios ponderados			7,6	4,5

*Pro memoria:*

Emisión de los hogares: 55.292 kt.

Emisiones totales de la economía 303.984 kt.

*Fuente de los anexos: Elaboración propia a partir de la información del INE. Ver texto.*

## Últims documents de treball publicats

NUM	TÍTOL	AUTOR	DATA
07.02	ANÁLISIS INPUT-OUTPUT Y EMISIONES DE CO2 EN ESPAÑA: UN PRIMER ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE SECTORES CLAVE EN LA	Vicent Alcántara	Juliol 2007
07.01	Commuters' valuation of travel time variability in Barcelona	Javier Asensio, Anna Matas	Gener 2007
06.06	The short and long-run determinants of the real exchange rate in Mexico	Antonia Lopez Villavicencio, Josep Lluís Raymond	Octubre 2006
06.05	Real equilibrium exchange rates. A panel data approach for advanced and emerging economies	Antonia Lopez Villavicencio	Octubre 2006
06.04	El nuevo mapa de los distritos industriales de España y su comparación con Italia y el Reino Unido	Rafael Boix, Vittorio Galletto	Setembre 2006
06.03	SPRAWL. Definición, causas y efectos	Ivan Muñiz, Miquel Angel García, Daniel Calatayud	Juny 2006
06.02	Análisis de los factores determinantes de las desigualdades internacionales en las emisiones de CO2 per cápita aplicando el enfoque distributivo: una	Juan Antonio Duro Moreno, Emilio Padilla Rosa	Febrer 2006
06.01	An input-output analysis of the "key" sectors in CO2 emissions from a production perspective: an application to the Spanish economy	Vicent Alcántara, Emilio Padilla	Febrer 2006
05.15	The relevance of Post-Match LTC: Why has the Spanish labor market become as volatile as the US one?	Hector Sala, Jose I. Silva	Octubre 2005
05.14	Sistemas Locales de Trabajo y Distritos Industriales Marshallianos en España	Rafel Boix Domenech, Vittorio Galletto	Setembre 2005
05.13	The spatial effect of intra-metropolitan agglomeration economies	Miguel Ángel García López, Ivan Muñiz	Juny 2005
05.12	Decentralisation, integration and polycentrism in Barcelona	Ivan Muñiz, Anna Galindo, Miguel Ángel García	Juny 2005
05.11	Employment decentralisation: polycentric compaction or sprawl? The case of the Barcelona Metropolitan Region 1986-1996	Miguel Ángel García López, Ivan Muñiz	Juny 2005
05.10	Nuevos instrumentos de política ambiental	Joan Pasqual Rocabert	Maig 2005
05.09	El impacto espacial de las economías de aglomeración y su efecto sobre la estructura urbana.El caso de la industria en Barcelona, 1986-1996	Miguel Ángel García, Ivan Muñiz	Maig 2005