
REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN EL PAÍS VASCO.^(*)

.....
IÑAKI ARTO OLAIZOLA

Unidad de Economía Ambiental. Instituto de Economía Pública
Universidad del País Vasco

LAS PERSISTENTES E INSOSTENIBLES MODALIDADES DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO, PARTICULARMENTE EN LOS PAÍSES DESARROLLADOS, REPRESENTAN UNA GRAVE AMENAZA PARA ALCANZAR EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL MUNDO.

115

Esta insostenibilidad se hace patente al observar la estrecha vinculación existente entre crecimiento económico y uso de la Naturaleza. Para avanzar hacia un modelo de producción sostenible se debería dar una desvinculación entre la actividad de los diferentes sectores de la sociedad y el medio ambiente. En última instancia, esta desvinculación se plasmaría en una menor utilización de la Naturaleza.

Se trataría, en definitiva, de desvincular el uso de recursos naturales (agua, materiales y energía) y de servicios ecológicos (capacidad de la Naturaleza de absorber

residuos y emisiones) del crecimiento económico (producción de bienes y servicios). Es decir, se deberían reducir, en términos absolutos, las presiones e impactos ambientales asociados al crecimiento económico (Arto, 2003).

La ecología industrial —entendiendo el término industrial en sentido amplio, es decir, abarcando toda actividad productiva (Bermejo, 2001)— ofrece la oportunidad de identificar y posteriormente implementar estrategias para reducir el impacto ambiental de productos y procesos asociados a los sistemas industriales, teniendo como

objetivo último el desarrollo sostenible. Existe un amplio abanico de estrategias específicas de sostenibilidad industrial: estrategia de conocimiento del metabolismo industrial, estrategia tecnológica, estrategia ecosistemática o estrategia integrada de producto (Bermejo, 2001).

Desde la perspectiva de la ecología industrial, la primera de estas estrategias se presenta como fundamental. Por esto, en los últimos años se han realizado importantes progresos en el conocimiento del metabolismo industrial, como base para el desarrollo de otros tipos de estrategias.

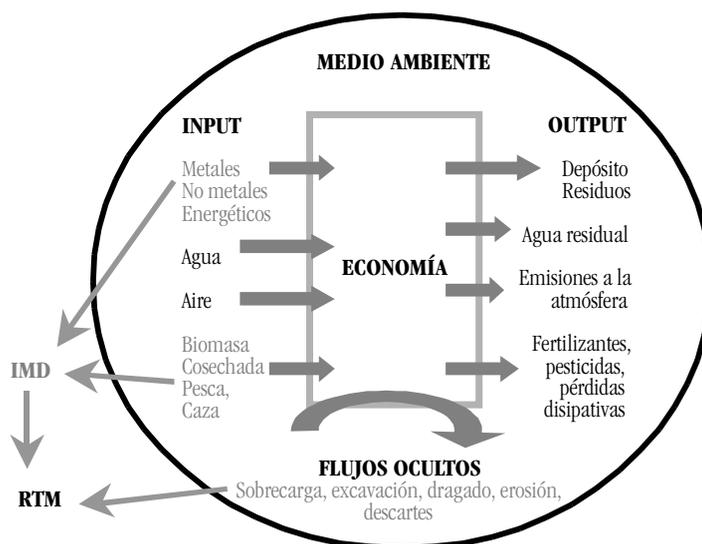
Los principales esfuerzos han estado encaminados a comprender cuál es el uso de materiales y energía por parte de la industria y en qué manera esos materiales fluyen por el sistema industrial y son transformados y posteriormente depositados como residuos (Ayres, 1989).

METABOLISMO INDUSTRIAL Y FLUJO DE MATERIALES

La ecología industrial muestra la economía, metafóricamente, como un organismo vivo. Las economías industriales «ingieren» materias primas, que son «metabolizadas» para producir bienes y servicios, y «excretan» residuos en forma de materiales desechados y contaminación (Matthews *et al.*, 2000). El Análisis de Flujos de Materiales (AFM) sirve para proporcionar una visión sistemática de este metabolismo social, analizando los flujos físicos de recursos naturales desde su extracción hasta su eliminación final, pasando por los procesos de producción, uso y reciclaje, y teniendo en cuenta las pérdidas a lo largo del camino. Esta técnica tiene su base en el deseo de relacionar el consumo de recursos naturales con la capacidad del medio ambiente para proporcionar materiales y absorber residuos (Adriaanse *et al.*, 1997). Se trata de ofrecer una visión global del fundamento físico de la economía y proporcionar una serie de indicadores de sostenibilidad que relacionen el grado de bienestar de una sociedad con la capacidad de la Naturaleza para generar recursos y absorber residuos y emisiones. Para ello se contabilizan tanto los recursos naturales extraídos del medio ambiente (materiales procesados y/o desplazados) para mantener las diversas actividades económicas, como los residuos, emisiones y vertidos al medio ambiente.

El metabolismo de las sociedades industriales se puede resumir como un flujo de materiales que comienza con la entrada en la economía de materias primas extraídas por la agricultura, la silvicultura, la pesca, la minería y los pozos de gas y petróleo. La industria procesa estas materias primas y las transforma para producir bienes y servicios. Mediante este proceso se trasladan los materiales hasta los consumidores

GRÁFICO 1
METABOLISMO SOCIAL



FUENTE: Elaboración propia.

y así llegan a su destino final: el reciclaje y la reutilización, la deposición como residuo en vertedero o la dispersión en el medio ambiente (gráfico 1). Este trabajo se centra en el primer estadio de estos flujos, es decir, en la contabilización de la demanda de materiales y energía por parte de la economía.

Desde esta óptica van a ser considerados, de forma separada, tanto los materiales que entran directamente en la economía o Inputs Materiales Directos (IMD) como aquellos que no lo hacen. Estos últimos se describen como Flujos Ocultos (FO) o mochilas ecológicas asociadas a los recursos naturales primarios extraídos. Pero, ¿qué son y por qué se contabilizan estos FO?

Para contestar a esta cuestión, hay que analizar las actividades extractivas de una economía. Extraer o cosechar recursos naturales primarios a menudo requiere desplazar o procesar cantidades considerables de materiales, lo cual puede modificar o dañar el medio ambiente. Por ejemplo, para acceder a yacimientos minerales muchas veces hay que desplazar enormes cantidades de materiales. Luego, una vez extraídos los minerales, hay que separar la mena de la ganga y concentrarlos para su procesamiento, obteniéndose grandes cantidades de residuos.

De la misma forma, ciertas actividades agrícolas favorecen la erosión debido a que aumentan la exposición del suelo cultivado a los fenómenos atmosféricos. La construcción de edificios e infraestructuras requiere la excavación de grandes cantidades de materiales. Todos estos flujos son parte de la actividad económica de un país, pero casi nunca entran en la economía como bienes propiamente dichos.

La presión sobre el medio ambiente ejercida por estos FO es normalmente diferente a la ejercida por los materiales que entran directamente en el sistema industrial y son transformados en bienes y servicios (una tonelada de tierra excavada en la extracción de uranio no es lo mismo que una tonelada de mineral de uranio), pero todos los flujos de recursos naturales causan potencialmente importantes alteraciones en el medio ambiente. Debido a que el mercado no establece un precio para los FO, la contabilidad económica no suele recogerlos. Las estadísticas resultantes subestiman la dependencia de los recursos naturales de una economía industrial, proporcionando a los planificadores una imagen distorsionada de la escala física y de las consecuencias de sus decisiones económicas (Adriaanse *et al.*, 1997).

Está claro que hay que contabilizar los FO asociados a los materiales extraídos en el propio territorio analizado. Sin embargo,

los materiales procedentes de otras economías requieren una mención aparte. En el actual contexto de economía global, los materiales pueden originarse en un país, ser procesados en otro, transformados en productos finales en un tercer país y finalmente consumidos en un cuarto.

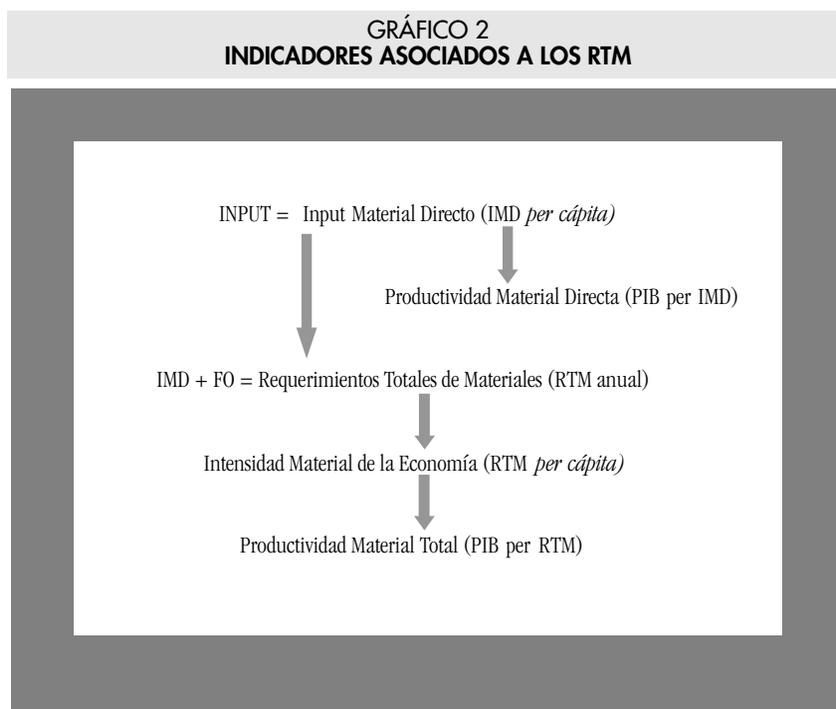
Este hecho cobra mayor relevancia cuando se analizan los flujos materiales de una economía muy abierta, como es el caso de la economía vasca. En principio, los FO asociados con los materiales exportados podrían ser asignados al país exportador alegando que cada país debería ser responsable de los daños ambientales que se derivan de sus exportaciones. En la práctica, sin embargo, este enfoque ignora las grandes asimetrías existentes entre las economías industriales (las cuales importan grandes cantidades de materias primas) y las economías en vías de desarrollo, muchas de las cuales dependen en gran medida de la exportación de estos recursos y, por tanto, sufren los costes ambientales de la extracción de los mismos.

Además, también pasaría por alto la actual base física de la mayoría de las economías industriales y la importancia, desde una perspectiva medioambiental global, de una utilización de los recursos más eficiente en estas economías. Es por esto que, en la metodología del AFM, se incluye una estimación de los FO asociados a las importaciones.

De la misma forma, además de incluirse los FO de las importaciones, la metodología del AFM también contabiliza los flujos indirectos de materiales necesarios para producir las semimanufacturas y los productos finales importados (*ancillary mass*) junto con los FO de estas materias primas.

Para un producto o servicio dado, los Recursos Naturales Primarios (IMD) y los FO asociados necesarios para su producción constituyen los requerimientos totales de materiales asociados con el producto o servicio. Esta cantidad constituye también una medida de las presiones ambientales potenciales atribuibles a dicho producto o servicio.

De la misma forma, se pueden calcular los flujos materiales totales asociados a



FUENTE: Elaboración propia.

una economía. A las necesidades físicas totales de una economía —la suma de los materiales domésticos e importados (excepto agua y aire), junto con sus flujos ocultos asociados— se denomina Requerimientos Totales de Materiales (RTM). Este número comprende el volumen (medido en toneladas *per cápita* y año) acumulado de materiales primarios extraídos de la naturaleza por las actividades económicas (Bringezu y Schütz, 2001a).

Los RTM y los IMD complementan a otras medidas monetarias de la actividad económica de una nación, como el PIB. Juntas, las medidas físicas y monetarias proporcionan una visión más completa del tamaño y alcance de una economía industrial (gráfico 2). Los RTM también pueden ser considerados como una medida aproximada de la presión potencial ejercida por una economía sobre el medio ambiente global. Sin embargo, medidas más precisas dependerán del nivel de agregación de los componentes de los RTM y del impacto ambiental de éstos, que dependerá, a su vez, de múltiples factores (físico-químicos, geo-espaciales, ecológicos, etc.).

La metodología de los RTM ha sido utilizada para analizar la base física de diferentes

regiones del mundo —España (Carpintero, 2002 e INE, 2003); Reino Unido (Wuppertal Institute, 2002); Alemania, Japón, Estados Unidos, Austria y Países Bajos (Adriaanse *et al.*, 1997); Unión Europea (Bringezu y Schütz, 2001a), etc.—, obteniéndose muy variados resultados. A continuación se exponen los principales resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología al caso del País Vasco.

● ● ● ● ● ● ● ●

LA INDUSTRIA EN LA ECONOMÍA VASCA

Antes de pasar a analizar los RTM del País Vasco se hace necesario comprender qué elementos de la estructura económica vasca tienen relevancia a la hora de estudiar la escala física de la región. En este sentido, la economía vasca se caracteriza por un marcado carácter industrial y una gran apertura exterior, tanto en lo que se refiere al resto del estado como al resto del mundo.

La industria vasca contribuyó en el año 2001 a la generación del 32% del VAB total de la economía. A nivel de la Unión Europea, esta cifra tan sólo fue superada

por Irlanda (35%), mientras que la media de los 15 Estados miembros se situó en torno al 22%. Entre 1989 y 2001 en la mayor parte de los países de la Unión Europea, excepto en Finlandia e Irlanda, se observa un retroceso en la participación de la industria en el VAB.

En todo caso, este descenso en la participación del sector industrial ha sido consecuencia de un aumento en el peso del sector servicios en la economía, más que de una disminución en la actividad industrial: la producción industrial ha crecido en todos los países de la Unión Europea, registrándose las mayores tasas de crecimiento en Irlanda, Austria, Finlandia, País Vasco y Suecia (cuadro 1).

Una de las principales características del sector industrial vasco es la relevancia que en él tiene la industria pesada. Se trata de sectores que tratan grandes cantidades de productos brutos, pesados, para transformarlos en productos semielaborados o bienes de equipo. Son sectores altamente intensivos en materiales como las ramas metálica, mecánica, material de transporte o caucho y plástico, entre otros (gráfico 3).

El sector siderometalúrgico ha sido tradicionalmente el más representativo de la industria vasca. Si bien es cierto que este sector ha experimentado una importante metamorfosis en las últimas décadas, no lo es menos que su preponderancia dentro de la industria vasca apenas se ha visto afectada (en 2001 suponía casi el 34% del VAB industrial). En la actualidad, y a diferencia de décadas anteriores, el sector se caracteriza por la capacidad de producción de productos básicos de hierro y acero y la incorporación de nuevos subproductos en su tratamiento y presentación, principalmente, lo que supone un movimiento hacia productos de mayor valor añadido (Ikei, 2002).

Para comprender la verdadera dimensión del sector metálico baste mencionar que la producción de acero en bruto del País Vasco se sitúa en torno a las tres t/cap., mientras que la media de la Unión Europea se encuentra ligeramente por encima de las 0,5 t/cap. (cuadro 2).

La industria de la construcción de maquinaria y equipos mecánicos generó en 2001 el 13,3% del VAB de la industria vasca (grá-

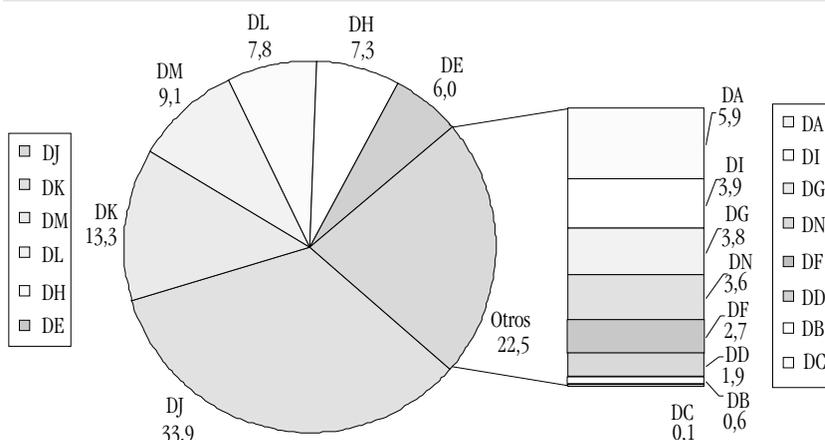
CUADRO 1
CONTRIBUCIÓN DE LA INDUSTRIA AL VAB Y CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN EL PAÍS VASCO
1989-2001

	VAB (%)			IPI
	1989	2001	Variación 1989-2001	Variación media anual 1989-2001 (%)
Irlanda	32	35	2,7	11,7
País Vasco	36	32	-4,3	3,7
Finlandia	27	27	0,5	4,2
Alemania	34	25	-8,8	1,8
Austria	27	24	-3,2	4,3
Italia	29	23	-5,9	2,0
Suecia	25	22	-2,7	3,7
UE-15	29	22	-6,2	2,0
Bélgica	26	21	-4,9	1,6
Reino Unido	30	21	-8,2	0,9
Portugal	30	21	-9,4	2,9
Dinamarca	21	21	-0,1	2,9
España	27	20	-6,4	2,0
Francia	25	20	-5,0	2,1
Países Bajos	25	20	-4,4	2,2
Grecia	21	13	-8,1	1,1
Luxemburgo	25	13	-12,2	2,9

Nota: VAB medido a precios corrientes. El Índice de Producción Industrial (IPI) no incluye el sector construcción. Los datos de Irlanda para el VAB de 2001 corresponden al año 2000. La tasa de variación media anual del IPI del País Vasco corresponde al período 1991-2001.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de Direction Générale des Affaires Économiques et Financières (2001), Eurostat (2000 y 2002a) y Eustat (2003a y b).

GRÁFICO 3
DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL VAB INDUSTRIAL, 2001
PORCENTAJES



Nota: La sectorización utilizada corresponde a la CNAE 93: DA, Industria de la alimentación; DB, Textil y confección; DC, Industria del cuero y calzado; DD, Industria de la madera; DE, Papel, edición y gráficas; DF, Refino de petróleo; DG, Industria química; DH, Caucho y plástico; DI, Industria no metálica; DJ, Metalurgia y artículos metálicos; DK, Maquinaria; DL, Material eléctrico; DM, Material de transporte; DN, Otras manufactureras.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de Eustat (2003).

REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN EL PAÍS VASCO

fico 3). A este sector le siguió, en orden de importancia, la industria de construcción de material de transporte (automoción, construcción naval, fabricación de material ferroviario y construcción aeronáutica). Al igual que sucede con el sector siderometalúrgico, estas ramas de actividad se caracterizan por una elevada intensidad material (aunque menor que la de aquél).

La industria de producción de material eléctrico supuso en 2001 casi el 8% del VAB industrial vasco (gráfico 3). Si se consideran los *inputs* necesarios por unidad de producción, estas industrias no son tan intensivas en materiales como las citadas anteriormente. Pero si además de considerar los *inputs* directos se tienen en cuenta los indirectos (FO), los resultados varían sustancialmente: estas industrias utilizan ciertos tipos de materiales, como pueden ser cobre o estaño, que llevan asociados altos FO.

En términos de escala material, también cabe destacar la rama de refino de petróleo, pues, si bien tan sólo representa el 2,7% del VAB de la industria vasca (gráfico 3), su producción en términos *per cápita* (cuadro 2) ronda las 4,5 toneladas equivalentes de petróleo (2,1 tep/cap. en la Unión Europea).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que todos estos sectores son altamente intensivos en energía, con lo cual la escala material de la economía se ve doblemente afectada.

Otra de las características de la economía vasca es su alto grado de apertura al exterior. Comparando los datos de comercio exterior del País Vasco con los de los 15 Estados miembros de la Unión Europea, se puede observar cómo tanto las importaciones como las exportaciones vascas, medidas en t/cap., se encuentran muy por encima de las de la mayor parte de los Estados de la Unión Europea, y tan sólo son superadas por Países Bajos y Bélgica y Luxemburgo (cuadro 3).

Entre los factores que justifican esta elevada integración de la economía vasca, y desde la perspectiva que nos ocupa, cabe destacar: el tamaño de la región en relación con su situación socioeconómica, la tipología de recursos disponibles en rela-

**CUADRO 2
ACERO EN BRUTO Y DERIVADOS
DEL PETRÓLEO EN LA UE Y P. VASCO**

	Producción de acero (t/cap.)	Producción de derivados del petróleo (tep/cap.)
Luxemburgo	5,94	—
País Vasco	2,97	4,46
Bélgica	1,14	3,39
Finlandia	0,79	2,57
Austria	0,71	1,15
Suecia	0,59	2,39
Alemania	0,56	1,42
UE-15	0,54	2,12
Italia	0,46	1,65
España	0,40	1,53
Países Bajos	0,36	4,87
Francia	0,35	1,39
Reino Unido	0,26	1,50
Dinamarca	0,15	1,56
Portugal	0,11	1,34
Grecia	0,10	1,80
Irlanda	0,10	0,76

Nota: Los datos de producción de acero corresponden al año 2000, mientras que los de transformación del petróleo corresponden a 1999.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (2002b y c), EVE (2000) y Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco (comunicación personal).

ción con los demandados, el fuerte componente industrial de la economía vasca, el elevado grado de especialización del sector industrial y la propia articulación interna de la economía.

El País Vasco es una región con una densidad de población, en el año 1999, cercana a los 284 habitantes por km², frente a los 118 habitantes por km² de la Unión Europea o a los 78 de España (Eurostat, 2002c), y un PIB *per cápita* (en el año 2001 y medido en Paridades de Poder de Compra) un punto por encima del de la Unión Europea y 17 puntos por encima del de España (Eurostat, 2003 y Eustat, comunicación personal).

Si a esta circunstancia le añadimos su limitada disponibilidad de recursos en relación con el tamaño y composición de su sistema productivo, el resultado que obtenemos es el de una región con una importante dependencia de recursos pro-

**CUADRO 3
COMERCIO EXTERIOR EN LA UNIÓN
EUROPEA Y EN EL PAÍS VASCO
1999**

	Importaciones (t/cap.)	Exportaciones (t/cap.)
Bélgica y Luxemburgo	22,9	16,7
Países Bajos	17,5	14,5
País Vasco	14,9	8,9
Finlandia	10,2	6,9
Dinamarca	8,6	7,0
Irlanda	7,9	3,1
Austria	7,0	4,5
Suecia	6,3	6,6
Alemania	6,0	3,2
Francia	5,6	3,3
Italia	5,3	2,0
Portugal	5,2	1,5
España	4,9	2,2
UE-15	3,5	1,0
Grecia	3,4	2,1
Reino Unido	3,2	3,1

Nota: Los datos del País Vasco incluyen una estimación de los flujos comerciales con España.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de Eurostat (2002d) y Eustat (2003c y d).

cedentes del exterior. Así, en 1999, el 65% de los productos de los sectores agrícola e industrial destinados al consumo provenían del exterior (Eustat, 2003c).

Por otra parte, en las últimas décadas la economía vasca ha aumentado su grado de articulación (del Castillo y García, 1990; Prado, 1993; Domínguez y Prado, 1999; Ikei, S.A., 2002): está pasando de ser una economía eminentemente industrial, a ser una economía cada vez más terciarizada, que gira fundamentalmente en torno a un núcleo cada vez más cohesionado de sectores metálicos, construcción y de servicios relacionados con la industria, los cuales van ganando cada vez una mayor representatividad en la economía (Ikei, S.A.2 2002).

De esta forma, en los últimos 20 años, la economía vasca refleja una mejora desde el punto de vista estructural, registrándose un incremento notable en las relaciones intersectoriales y una sustitución de

inputs intermedios exteriores por recursos interiores; en 1980, el 52% de los *inputs* intermedios (en unidades monetarias) procedían del exterior, frente al 37% en 1999 (Eustat, 1990 y 2003c).

Sin embargo, desde el punto de vista del flujo de materiales, lo realmente interesante es el grado de articulación de los sectores agropecuario e industrial. Estos sectores, al igual que la economía en general, también han incrementado su articulación, pero en 1999 todavía el 59% de los *inputs* intermedios (en unidades monetarias) del conjunto de estos sectores provenían directamente del exterior (Eustat, 2003c).

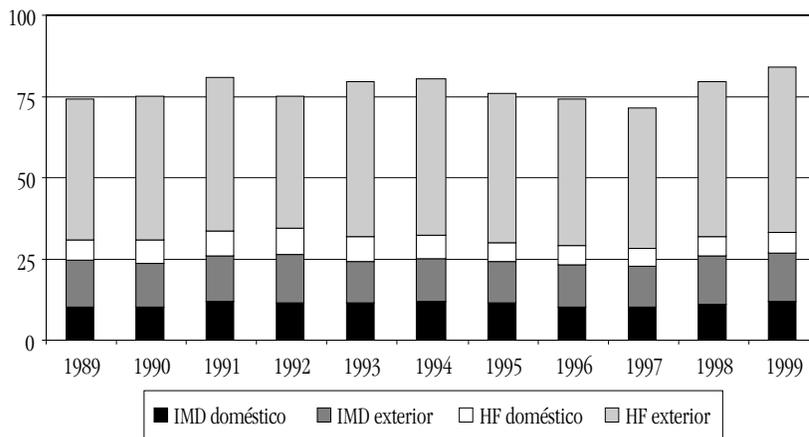
PRINCIPALES RESULTADOS DE LOS RTM DEL PAÍS VASCO

Los RTM del País Vasco han aumentado entre 1989 y 1999 de 156,1 a 176,2 millones de toneladas (mt). Esto supone que se ha pasado de necesitar 73,8 toneladas *per cápita* (t/cap.) en 1989 a 83,8 t/cap. en 1999 (gráfico 4). En este mismo año, el 79% de los RTM del País Vasco procedían del exterior (78% en 1989).

En este mismo período, el IMD ha aumentado en 2 t/cap., situándose en 1999 en torno a las 26,4 t/cap. El 56% de estos materiales procedían del exterior (59% en 1989). El incremento experimentado en el IMD se ha debido principalmente al aumento en la extracción doméstica de productos de cantera y al incremento en las importaciones de minerales no metálicos.

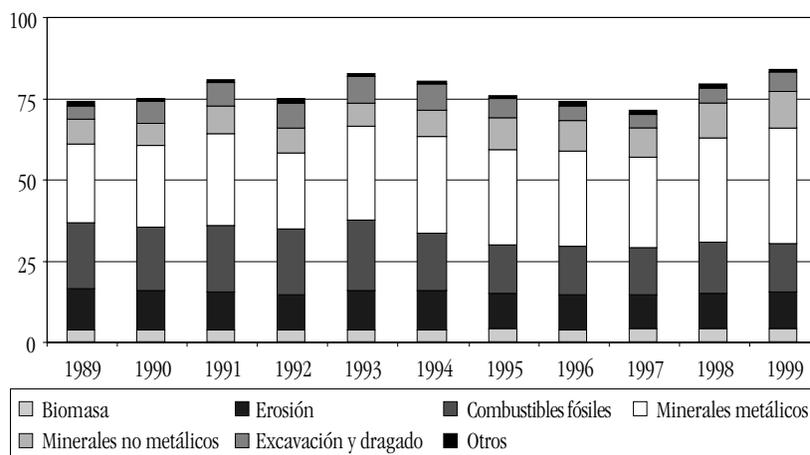
La mayor parte de la variación experimentada en los RTM se ha debido al crecimiento en los FO exteriores, que han pasado de 43,1 t/cap. en 1989 a 51,1 en 1999. El origen de esta variación se encuentra en los FO asociados a las importaciones de minerales metálicos. Tres son los factores que han contribuido a esta situación. En primer lugar, el aumento en la actividad del sector del metal ha conducido a un incremento en la importación de minerales metálicos (+0,6 t/cap.). En segundo lugar, este aumento en las importaciones de metales ha estado acompañado de una transformación en los procesos de producción

GRÁFICO 4
REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN EL PAÍS VASCO
TONELADAS PER CÁPITA



FUENTE: Elaboración propia a partir de varias fuentes.

GRÁFICO 5
REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN EL PAÍS VASCO
TONELADAS PER CÁPITA



FUENTE: Elaboración propia a partir de varias fuentes.

de la industria siderúrgica vasca. Esto ha provocado la sustitución del mineral de hierro, como materia prima en la producción de acero, por hierro en bruto y chatarra, lo cual, a su vez, ha desembocado en un importante aumento en los FO (una tonelada de mineral de hierro tiene unos FO de 2,11 t, mientras que los FO de una t de hierro en bruto o de chatarra son de 3,66 t). Finalmente, han crecido las importaciones de metales con grandes *ratios* de FO (sobre todo estaño en bruto y cobre refinado).

La composición de los RTM en el País Vasco apenas se ha visto modificada entre 1989 y 1999 (gráfico 5). Los minerales metálicos (IMD, junto con sus FO asociados) han seguido constituyendo el principal componente de los RTM. Estos materiales suponían en 1989 un total de 24,3 t/cap., mientras que en 1999 alcanzaron las 35,3 t/cap. Por otra parte, a pesar de la disminución en 5,1 t/cap. de los requerimientos de combustibles fósiles (por el descenso en las importaciones de aceites crudos de petróleo y hulla) este tipo de

REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN EL PAÍS VASCO

materiales continúa ocupando el segundo lugar en la composición de los RTM. Los minerales no metálicos han pasado a suponer el 14% de los RTM (10% en 1989), como resultado del aumento en la extracción doméstica de caliza.

Esta circunstancia, junto con una disminución en 1,3 t/cap. de los materiales erosionados, ha relegado a la erosión al cuarto lugar en el *ranking* de materiales requeridos. Finalmente, los materiales desplazados en labores de excavación y dragado, y la biomasa —junto con sus FO asociados— suponen el 7% y 5% del los RTM, respectivamente.

En la evolución de los RTM en el País Vasco se pueden distinguir varios períodos. Entre 1989 y 1991, los RTM experimentaron un aumento de casi 7 t/cap., fruto del incremento en las operaciones de excavación y en las importaciones de minerales metálicos con altos coeficientes de FO (plata, estaño, cobre refinado y cobre sin refinar). Seguidamente, entre 1991 y 1992 los RTM se redujeron en 6,1 t/cap. En este año las importaciones de minerales metálicos invirtieron la tendencia mostrada en el período anterior, al mismo tiempo que disminuyeron las importaciones de electricidad.

Tras esa breve etapa de desmaterialización, entre 1992 y 1993 el aumento en las necesidades de minerales metálicos, combustibles fósiles, erosión y biomasa provocó un crecimiento en los RTM del orden de las 7,6 t/cap. Posteriormente, el cuatrienio comprendido entre 1993 y 1997 coincide con un descenso en los RTM en el País Vasco cercano a las 11,5 t/cap.

En esta situación ejerció especial influencia la disminución en los requerimientos de combustibles fósiles y en el desplazamiento de materiales en las labores de dragado y excavación. También se redujo, aunque en menor medida, el componente de erosión de los RTM. Finalmente, entre 1997 y 1999 los RTM experimentaron un incremento próximo a las 13 t/cap. Los flujos de materiales que contribuyeron en mayor grado a esta expansión en la escala física de la economía vasca son los asociados a minerales metálicos y no metálicos, excavación y dragado, erosión y biomasa.

CUADRO 4
PARTICIPACIÓN DE LOS DISTINTOS MATERIALES EN LA COMPOSICIÓN DE LOS RTM EN EL PAÍS VASCO
1989-1999

Materiales	Participación en los RTM				
	t/cap.		%		% variación
	1989	1999	1989	1999	
IMD					
Biomasa	3,7	4,1	5	5	8
Combustibles fósiles	7,0	4,7	9	6	-32
Minerales metálicos	4,5	4,6	6	5	2
Minerales no metálicos	6,6	9,8	9	12	48
Excavación	1,5	2,2	2	3	43
Otros	1,1	1,1	1	1	-1
FO					
Erosión	12,5	11,3	17	13	-10
Biomasa	0,0	0,0	0	0	40
Combustibles fósiles	13,0	10,2	18	12	-22
Minerales metálicos	19,8	30,8	27	37	55
Minerales no metálicos	1,0	1,7	1	2	74
Excavación y dragado	3,0	3,5	4	4	18
IMD	24,4	26,4	33	31	8
FO	49,4	57,4	67	69	16
RTM	73,8	83,8			14

FUENTE: Elaboración propia a partir de varias fuentes.

PRINCIPALES FLUJOS DE MATERIALES

A continuación se presentan los principales resultados de los RTM en el País Vasco analizados por principales tipos de materiales (cuadro 4).

MINERALES METÁLICOS

El principal componente de los RTM en el País Vasco lo constituyen los materiales de origen metálico (materias primas, semimanufacturas y productos metálicos, junto con sus flujos ocultos). Estos materiales suponían, en 1999, casi el 42% de los RTM del País Vasco. En términos *per cápita*, los RTM metálicos ascendían a 35,3 t, de las cuales el 87% correspondían a FO y el 13% restante a IMD. En 1999, el total de estos materiales tenían su origen fuera de las fronteras del País Vasco (en el año 1993 cesó la actividad de la mina de hierro de Bodovalle, en Gallarta, y con ella se puso fin a la extracción de metales en el País Vasco).

La composición de estos materiales ha variado sustancialmente desde 1989. Se ha

modificado el grado de procesamiento de los materiales, aumentando las entradas de semimanufacturas y productos finales, en detrimento de las materias primas. Este fenómeno está estrechamente vinculado a la reconversión del sector siderúrgico vasco. Por otra parte, pese a haber aumentado los RTM de metales no ferreos (cobre y estaño), el hierro y el acero siguen siendo los materiales más demandados.

Las fluctuaciones en las importaciones de cobre y estaño influyen en gran medida en el comportamiento de los RTM totales. Esto es así no tanto por la masa total de materiales importados como por los flujos ocultos que llevan asociados (6,791 t de FO por t de material importado en el caso del estaño y 311 t/t para el cobre).

COMBUSTIBLES FÓSILES

Los flujos de combustibles fósiles ocupan el segundo lugar en orden de importancia en el País Vasco. En 1999 este tipo de materiales sumaron un total de 14,9 t/cap., cifra notablemente inferior a la contabilizada en el año 1989 (20 t/cap.). Esta disminución en los requerimientos de combusti-

bles fósiles se ha debido al cambio estructural en la industria siderúrgica (disminución en los RTM de hulla) y a la disminución en la actividad de refinado de petróleo.

En 1999, los FO suponían el 68% del los RTM de combustibles fósiles. La mayor parte de estos flujos corresponden a las importaciones de hulla, electricidad y petróleo. En lo referente al IMD, estaba compuesto en su mayoría por importaciones de crudos de petróleo. En cuanto a la procedencia de estos materiales, desde el agotamiento del yacimiento de Gaviota (frente al cabo de Matxitxako, en Bizkaia) en 1994, la totalidad de los combustibles fósiles demandados por el País Vasco procede del exterior.

MINERALES NO METÁLICOS, EXCAVACIÓN Y DRAGADO

Los RTM de minerales no metálicos han pasado de 7,6 t/cap. en 1989 a 11,5 t/cap. en 1999. La evolución de los requerimientos de minerales no metálicos ha venido marcada por la extracción de productos de cantera en el País Vasco, y más en concreto por la extracción de caliza. Estos materiales presentan unas características muy singulares en relación con el resto de categorías: elevada participación del IMD (85%) y relevancia del componente doméstico (72%).

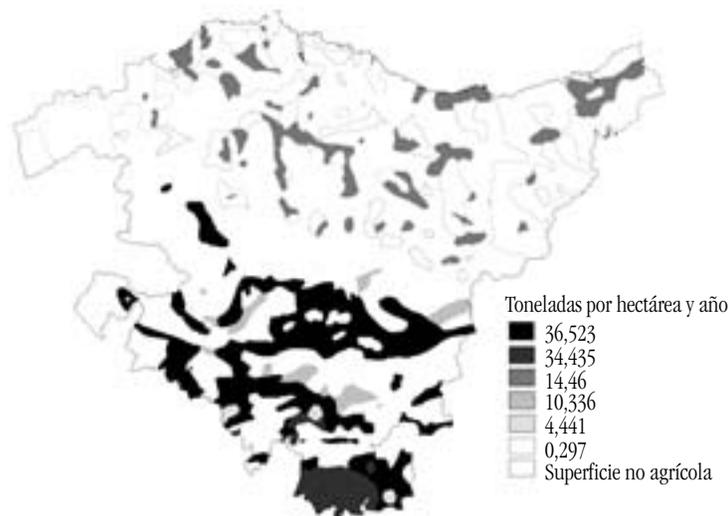
Finalmente, los flujos de materiales provenientes de las operaciones de excavación y dragado ascendieron en 1999 a 5,6 t/cap. (4,5 t/cap. en 1989), de los cuales un 38% fueron IMD (materiales procedentes de la excavación utilizados como rellenos). Como es lógico, la totalidad de estos materiales tiene su origen en el País Vasco.

EROSIÓN

La erosión provocada por la exposición de la superficie agrícola cultivada a los fenómenos atmosféricos supone el 13% de los RTM en el País Vasco o lo que es lo mismo, 11,3 t/cap.). Tan sólo el 19% de esta erosión se localiza en el País Vasco, repartiéndose entre los tres territorios históricos de la siguiente forma: 88% en Álava, 7% en Bizkaia y 5% en Gipuzkoa.

La gran diferencia en la erosión entre los tres territorios se debe a dos motivos. Por una

MAPA 1
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EROSIÓN PROVOCADA POR LA AGRICULTURA EN EL PAÍS VASCO. 1996



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de ICONA (1987 y 1990) y Nekazal Ikerketa eta Teknologia, S.A. (comunicación personal).

parte las *ratios* de erosión por tipo de cultivo en Álava son superiores a los de Bizkaia y Gipuzkoa. Adicionalmente, la superficie dedicada a cultivos que favorecen los procesos erosivos (herbáceos de secano y viñedos) es mucho mayor en Álava (mapa 1).

BIOMASA

La biomasa, junto con sus FO, constituye el 5% de materiales demandados por el País Vasco. En 1999, los RTM asociados a la biomasa alcanzaron las 4,1 t/cap., cifra sensiblemente superior a la registrada en 1989 (3,8 t/cap.). Tan sólo el 44% (1,8 t/cap.) de los RTM bióticos tienen su origen en el interior de las fronteras del País Vasco. Las principales categorías de biomasa extraída en el País Vasco incluyen cereales, cultivos forrajeros, biomasa pastada y selvicultura (madera y leña).

PRODUCTIVIDAD MATERIAL

Una de las estrategias para desmaterializar la economía consiste en aumentar la productividad material de los recursos. Es decir, desvincular el uso de los recursos del crecimiento económico de tal forma

que sea posible aumentar la renta con un menor consumo de recursos.

Analizando el período 1989-1999 en su conjunto, se puede observar una cierta tendencia al desacoplamiento o desvinculación relativa entre el crecimiento económico y el uso de materiales (gráfico 6). En efecto, en este lapso de tiempo el PIB vasco ha aumentado (36%) por encima de lo que lo han hecho los RTM (13%) y el IMD (7%). Esto ha conducido a un importante aumento tanto en la Productividad Material Total (PMT) como en la Productividad Material Directa (PMD). De esta forma, mientras que en 1989 la PMT (PIB/RTM) era del orden de los 153 €/t, en 1999 esta cifra se situó en torno a los 184 €/t. En términos de PMD (PIB/IMD), ésta ha pasado de 461 €/t a 584 €/t.

Considerando la evolución de estas tres variables (RTM, IMD y PIB), entre 1989 y 1999, se observa que no se puede establecer la existencia de una relación causal entre flujos físicos y monetarios (gráfico 7). Una de las principales conclusiones que se pueden extraer de este ejercicio es que la elasticidad de la demanda de materiales respecto del PIB es extremadamente volátil a lo largo del tiempo. De esta forma podemos encontrar períodos en los que la

REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN EL PAÍS VASCO

expansión económica ha estado acompañada de altas tasas de crecimiento de los RTM tanto positivas (1997-1999) como negativas (1993-1997), o períodos de recesión económica y crecimiento de la demanda de materiales (1992-1993).

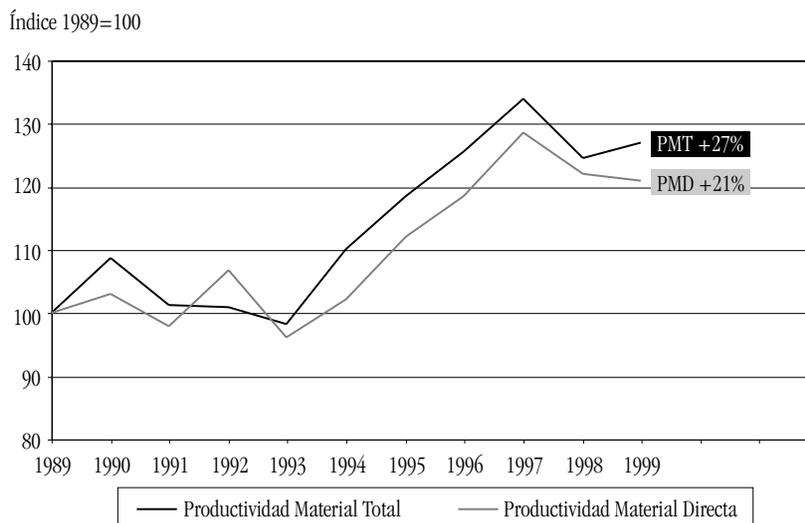
Esta circunstancia obedece, principalmente, al hecho de que en la economía vasca tienen un importante peso ciertas ramas de actividad altamente intensivas en materiales (industrias metálicas sobre todo), pero cuya productividad material es bastante baja; de esta forma, cualquier variación en la actividad de estas industrias conlleva grandes variaciones en los RTM, pero apenas se nota en el PIB: la disminución en los RTM entre 1993 y 1997 se debió principalmente a la caída en las importaciones de hulla como consecuencia de la reestructuración del sector siderúrgico vasco, mientras que el aumento entre 1997 y 1999 se debió al incremento en los RTM metálicos provocados por el aumento en la actividad de dicho sector.

Pero existe otra justificación para esta inelasticidad en la demanda de materiales respecto al PIB, relacionada con la variación de existencia en estas industrias. Una situación de este estilo se dio en el período 1992-1993. En este año se produjo un repunte en las importaciones de cobre, estaño y aceites de petróleo, que provocó un aumento del 10% en los RTM. Esta situación estuvo acompañada por un retroceso en el PIB del 0,76%, que también afectó a los sectores demandantes de estos tres productos (principalmente metalurgia y artículos metálicos, material eléctrico y refino de petróleo).

A primera vista esto puede parecer una contradicción de la primera explicación de la inelasticidad, pues cabría esperar que al mismo tiempo que aumentaron los *inputs* de estos sectores también hubiese aumentado su VAB. Sin embargo, las importaciones de estos productos se debieron a importantes descensos en sus precios —12% y 13% en los casos del cobre y estaño (U.S. Geological Survey, 2003), y 14% en el caso del petróleo (IMF, 2002)— y fueron destinadas a existencias.

Estos mismos resultados, pero con distintas causas, se obtienen al contrastar la evolución del IMD y del PIB de la

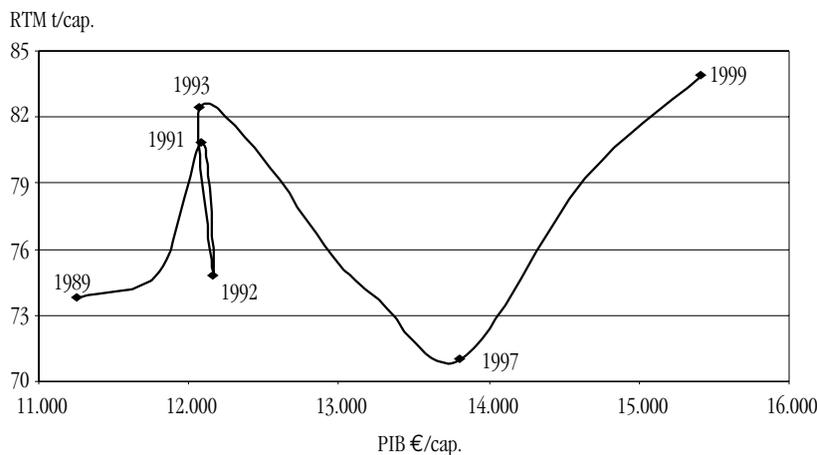
GRÁFICO 6
PRODUCTIVIDAD MATERIAL TOTAL Y PRODUCTIVIDAD MATERIAL DIRECTA



Nota: Productividad Material Total, medida como PIB, a precios constantes, entre RTM; Productividad Material Directa, medida como PIB, a precios constantes entre IMD (toneladas).

FUENTE: Elaboración propia a partir de varias fuentes y Eustat (2003b).

GRÁFICO 7
REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES Y PIB PER CÁPITA DEL PAÍS VASCO



Nota: PIB a precios constantes, año base 2000.

FUENTE: Elaboración propia a partir de varias fuentes y Eustat (2003b).

economía vasca (gráfico 8). En este caso, las fluctuaciones en la elasticidad de la demanda directa de materiales respecto al PIB también se deben a la baja productividad material de ciertos sectores. Pero si desde la perspectiva de los RTM las actividades más representativas de esta circunstancia eran las relacionadas con el sector metal, desde la óptica del IMD a este sector se sumarían las

actividades de refino de petróleo y de construcción.

Al igual que ocurría con la PMT, en el caso de la PMD también existe un «efecto existencias», muy relacionado con el sector refino de petróleo; el sector refino vasco tiene una capacidad de procesamiento de 11 mt/año de crudo y una capacidad de almacenamiento superior a 1 mt.

COMPARACIÓN DE LOS RTM DEL PAÍS VASCO CON LOS DE OTROS PAÍSES

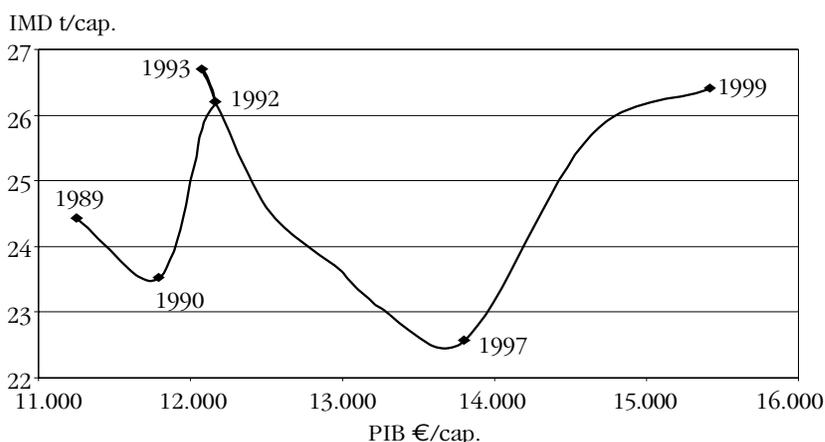
Comparando los resultados de los RTM del País Vasco con los obtenidos para otros países (gráfico 9), se observa que el País Vasco presenta unas necesidades materiales similares a las exhibidas por Alemania (86 t/cap.), Estados Unidos (84 t/cap.) y Países Bajos (85 t/cap.) en 1994. Estos valores contrastan con los de España, Japón y la Unión Europea, que se sitúan en torno a las 50 t/cap.

Analizando la composición de los RTM, el principal elemento diferenciador de los RTM del País Vasco respecto a los del resto de países es el componente metálico. La importancia que la industria metálica tiene en el País Vasco provoca que este componente de los RTM de la economía vasca sea desproporcionado en relación con el del resto de países analizados. De esta forma, mientras que la participación de este tipo de materiales en los RTM de estos países oscila entre las 2,5 t/cap. de Alemania y las 10,2 t/cap. de la Unión Europea, en el País Vasco alcanza las 35,3 t/cap.

La contribución de los combustibles fósiles a los RTM en el País Vasco también presenta diferencias significativas en contraste con otros países. Si bien el alto consumo energético de todos estos países provoca que los combustibles fósiles tengan gran relevancia en los RTM, Alemania, Países Bajos y Estados Unidos poseían, en 1994, requerimientos de combustibles fósiles superiores a los del resto de países examinados, por diferentes motivos: los requerimientos de materiales asociados a la utilización de combustibles sólidos (Alemania y Estados Unidos) y la importancia del sector refino (Países Bajos).

En el País Vasco, los requerimientos de combustibles fósiles alcanzan las 14,9 t/cap., cifra notablemente inferior a la de este grupo de países (por el escaso peso de los combustibles sólidos), pero superior a la de países como España, mientras que el sector refino vasco procesó 4,5 tep/cap. en 1999, el español tan sólo refinó 1,5 (Eurostat, 2002b y c, EVE, 2000).

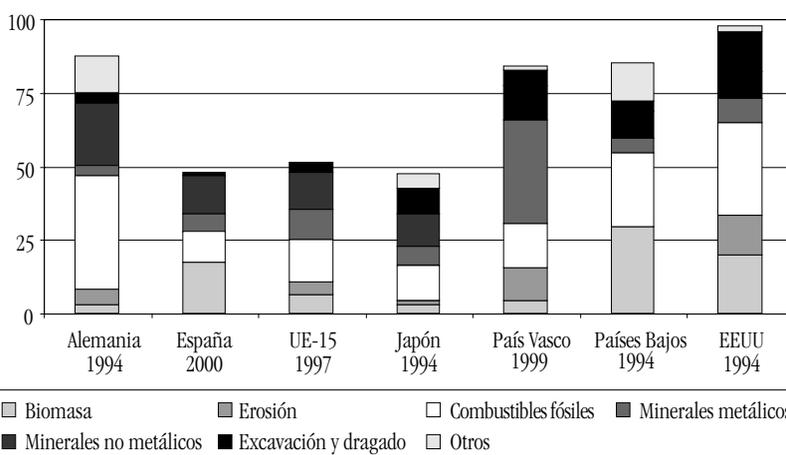
GRÁFICO 8
INPUT MATERIAL DIRECTO Y PIB PER CÁPITA DEL PAÍS VASCO



Nota: PIB a precios constantes, año base 2000.

FUENTE: Elaboración propia a partir de varias fuentes y Eustat (2003b).

GRÁFICO 9
COMPOSICIÓN DE LOS RTM DE ALEMANIA, ESPAÑA, ESTADOS UNIDOS, JAPÓN, PAÍS VASCO, PAÍSES BAJOS Y UNIÓN EUROPEA TONELADAS PER CÁPITA



FUENTES: INE (2003), Adriaanse, A. et al. (1997), Eurostat y elaboración propia.

También se aprecian diferencias notables en la categoría de erosión. Estas diferencias se deben a varios motivos. Para el País Vasco se ha modificado el método de cálculo de la erosión doméstica, resultando unos valores superiores a los del resto de países. En el caso de España no se ha contabilizado la erosión, mientras que en los Países Bajos y Estados Unidos la erosión asociada a las importaciones se ha incluido junto con la biomasa.

Otra característica singular del País Vasco es su elevada dependencia de materiales procedentes del exterior. Como ya se ha comentado anteriormente, el 79% de los RTM del País Vasco proceden del exterior. Esta cifra es similar a la de los Países Bajos (74%), pero muy superior a la del resto de regiones: Japón 55%, Alemania 36% y Estados Unidos 5% (Adriaanse et al., 1997), España 46% (INE, 2003) y Unión Europea 39% (Bringezu y Schütz, 2001a).

REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN EL PAÍS VASCO

Los factores que influyen en la dependencia exterior incluyen, entre otros, el tamaño de la región en relación con su población, la disponibilidad de recursos energéticos, el grado de industrialización de la economía, la disponibilidad de recursos en relación con la estructuración de los sectores productivos, etc.

La productividad material directa de la Unión Europea, en 1999, oscilaba entre los 1.203 €/t de Francia y los 535 €/t de Finlandia. El País Vasco, por su parte, muestra una de las PMD más bajas (584 €/t). Las diferencias entre las productividades de los diferentes países de la Unión Europea tienen orígenes muy diversos. Así, la composición del «mix» energético afecta en gran medida al grado de materialización de la economía: para una intensidad energética dada, una mayor participación de las energías renovables o de la nuclear (en detrimento de los combustibles fósiles) en el «mix» energético favorecerá un menor IMD. Un elevado nivel de actividad de la industria extractiva y del sector agropecuario favorece una baja PMD, pues tanto la minería como la agricultura son actividades altamente intensivas en materiales en relación con el valor añadido que generan. Del mismo modo, una industria pesada fuerte contribuye a disminuir la PMD de la economía.

Por otra parte, el grado de interrelación entre los sectores de la economía también puede afectar a la productividad material directa: una vez que los materiales entran en la economía, si ésta se encuentra articulada de tal forma que los flujos inter e intrasectoriales son elevados (los *outputs* de una empresa son *inputs* de otras, y así sucesivamente), las necesidades de materiales pueden verse reducidas de tal forma que la productividad material se vea favorecida. Así mismo, el grado de terciarización de la economía es un elemento clave en términos de productividad material.

CONCLUSIONES

A continuación se resumen los principales resultados y recomendaciones que se extraen del análisis de los RTM en el País Vasco.

CUADRO 5
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MATERIAL DIRECTA
EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN EL PAÍS VASCO
1989-1999

País	PMD (10 ³ €/t)		
	1989	1999	Variación (%) 1989-1999
Francia	1,01	1,20	19
Unión Europea	0,93	1,15	24
Alemania	0,90	1,13	26
Austria	0,95	1,10	16
Reino Unido	0,85	1,08	27
Italia	0,93	1,08	16
Dinamarca	0,78	0,96	23
Suecia	0,73	0,90	23
Países bajos	0,62	0,89	43
Media Unión Europea	0,69	0,81	18
Irlanda	0,47	0,72	55
España	0,68	0,71	4
Bélgica y Luxemburgo	0,70	0,69	-2
País Vasco	0,46	0,58	27
Grecia	0,58	0,58	0
Portugal	0,66	0,58	-11
Finlandia	0,45	0,54	18

Nota: Productividad Material Directa, medida como PIB (miles de € a precios constantes de 1995), entre IMD (toneladas).

FUENTES: Eurostat (2002d) y elaboración propia.

ELEVADA INTENSIDAD MATERIAL DE LA ECONOMÍA VASCA

La economía vasca se caracteriza por un marcado carácter industrial, contribuyendo este sector a la generación del 32% del VAB de la economía. Una de las principales características del sector industrial vasco es la relevancia que en él tiene la industria pesada. Se trata de sectores altamente intensivos en materiales como las ramas metálica, mecánica o material de transporte. Estos sectores demandan grandes cantidades de materiales de origen metálico, que llevan asociados elevados flujos ocultos. Todo esto resulta en una alta intensidad material de la economía vasca, de tal forma que en 1999 los RTM del País Vasco ascendían a 83,8 t/cap.

El País Vasco presenta unas necesidades materiales similares a las exhibidas por Alemania (86 t/cap.), Estados Unidos (84 t/cap.) y Países Bajos (85 t/cap.) en 1994. Estos valores contrastan con los de España, Japón y la Unión Europea, que se sitúan en torno a las 50 t/cap.

DEPENDENCIA DE MATERIALES PROCEDENTES DEL EXTERIOR

La mayor parte de los RTM del País Vasco (79%) proceden del exterior. Esta cifra es similar a la de los Países Bajos (74%), pero muy superior a la de otras regiones como Japón (55%), España (46%), Unión Europea (39%), Alemania (6%) o Estados Unidos (5%). Entre los factores que justifican esta elevada dependencia, cabe destacar: el tamaño de la región en relación con su situación socioeconómica, la tipología de recursos disponibles en relación con los demandados, el fuerte componente industrial de la economía vasca, el elevado grado de especialización del sector industrial y la propia articulación interna de la economía.

DESMATERIALIZACIÓN RELATIVA E INELASTICIDAD DE LA DEMANDA DE MATERIALES RESPECTO DEL PIB

Analizando el período 1989-1999 en su conjunto, se puede observar una cierta

tendencia a la desvinculación relativa entre el crecimiento económico y el uso de materiales: el PIB generado por la economía vasca ha aumentado (36%) por encima de lo que lo han hecho los RTM (13%) y el IMD (7%).

Considerando la evolución de estas tres variables (RTM, IMD y PIB), entre 1989 y 1999, se observa que no se puede establecer la existencia de una relación causal entre flujos físicos y monetarios: la elasticidad de la demanda de materiales respecto del PIB es extremadamente volátil a lo largo del tiempo. Esta circunstancia obedece, principalmente, al hecho de que en la economía vasca tienen un importante peso ciertas ramas de actividad altamente intensivas en materiales, pero cuya productividad material es bastante baja; de esta forma, cualquier variación en la actividad de estas industrias conlleva grandes variaciones en la demanda de materiales, pero apenas se nota en el PIB. También tienen cierta influencia en este fenómeno las políticas de gestión de existencias de estas industrias.

BAJA PRODUCTIVIDAD MATERIAL EN EL USO DE LOS RECURSOS

La productividad material directa de la Unión Europea, en 1999, oscilaba entre los 1.203 €/t de Francia y los 535 €/t de Finlandia. El País Vasco, por su parte, muestra una productividad material relativamente baja (584 €/t) en relación con la exhibida por la mayor parte los Estados miembros de la Unión Europea. Las diferencias entre las productividades de estas regiones tienen orígenes muy diversos. Así, la composición del «mix» energético, el nivel de actividad de la industria extractiva y del sector agropecuario, el grado de implantación de la industria pesada, la articulación interna de la economía o el nivel de terciarización, son elementos que afectan en gran medida a la productividad material de una economía.

NECESIDAD DE AVANZAR EN EL CONOCIMIENTO DEL METABOLISMO DE LA SOCIEDAD

La metodología de los RTM se muestra como una herramienta válida para anali-

zar la escala física de la economía vasca. Permite establecer ciertas relaciones entre la evolución de la estructura económica y la demanda de recursos naturales. Sin embargo, se hace necesario profundizar en el análisis intra e intersectorial, y completar el flujo de materiales para avanzar en la estrategia del conocimiento del metabolismo de la sociedad vasca, para posteriormente implementar otro tipo de estrategias que contribuyan a la sostenibilidad global.

ANEXO. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LOS RTM AL PAÍS VASCO

Para el cálculo de los RTM en el País Vasco se ha seguido la metodología establecida por la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) en los informes técnicos nº 55: «Total Material Requirement of the European Union» y nº 56: «Total Material Requirement of the European Union: Technical Part» (Bringezu y Schütz, 2001a y b). En estos documentos se establecen las líneas básicas para el cálculo de los RTM.

Siguiendo la metodología de la AEMA se han establecido dos principales categorías de flujos de materiales: domésticos y exteriores (gráfico 10). De esta forma, se han obtenido los componentes doméstico, y exterior de los RTM, que representan una medida de la localización geográfica de las presiones ejercidas sobre el medio ambiente por la actividad económica vasca. También indican el grado de dependencia, en materia de recursos, de la economía.

Los RTM domésticos, a su vez, se han dividido en IMD domésticos y FO domésticos (gráfico 10). Los IMD domésticos recogen la extracción doméstica de materias primas de origen biótico (agricultura, silvicultura, otros productos forestales, apicultura, caza, pesca fluvial, pesca marítima) y abiótico (minería y materiales procedentes de la excavación utilizados en la construcción). La metodología de la AEMA contabiliza todo el material excavado como FO; sin embargo, en el País Vasco se ha comprobado cómo, en el caso de la construcción de infraestructuras, gran parte del material excavado se utiliza para rellenos (sustituyendo a materiales de cantera), y por tanto esa parte se ha contabilizado como IMD.

Dentro de los IMD domésticos no se tiene en cuenta la ganadería, puesto que si lo hiciésemos estaríamos ante un caso de doble conta-

bilización de los recursos (en las categorías agricultura y otros productos forestales se contabilizan la producción primaria de alimentos para ganado y la biomasa pastada; además, en los IMD exteriores se recogen, entre otras, las importaciones de alimentos para ganado; por tanto, no hay que tener en cuenta la biomasa pecuaria, pues ya se han contabilizado los *inputs* necesarios para el mantenimiento de ésta). Los FO domésticos son los materiales desplazados en el País Vasco como consecuencia de la extracción de los IMD doméstico y que no entran en la economía.

Los principales FO contabilizados incluyen la erosión debida a la agricultura, los descartes en la pesca marítima (devolución al mar de capturas que no alcanzan las tallas comerciales o permitidas, y/o de capturas de especies no deseadas, por su escaso o nulo valor económico), los desplazamientos de la sobrecarga (material excavado para acceder a los yacimientos) en minería, los residuos de perforación y la cantidad de gas quemada y/o reinyectada en la extracción de gas natural, los materiales sobrantes en la excavación para la construcción de infraestructuras y edificios, y los materiales provenientes de las operaciones de dragado.

Dentro de los RTM exteriores también se ha establecido la distinción entre IMD exteriores y FO exteriores (gráfico 10). Los IMD exteriores está compuesto por las importaciones del País Vasco con origen en el resto del mundo y en el resto del Estado. Estas importaciones son materias primas, semimanufacturas y productos de origen tanto biótico (materiales de origen animal y vegetal) como abiótico (minerales metálicos y no metálicos, combustibles fósiles y electricidad). Los materiales que no encajan en una de estas dos categorías se engloban bajo el epígrafe «Otros».

En cuanto a los FO asociados a las importaciones, se definen como el conjunto de materiales desplazados en otras regiones para obtener la materia importada. Para el cálculo de la mayor parte de los FO se han utilizado coeficientes provenientes de las bases de datos del Wuppertal Institute. Estos coeficientes varían en función del tipo de materiales a que se refieran, del grado de procesamiento de estos materiales, de su procedencia y del año en que se importaron.

A pesar de haberse seguido la metodología de la AEMA, ésta ha tenido que ser adaptada a las características singulares del País Vasco. Las principales modificaciones introducidas se refieren a la utilización de coeficientes específicos para el cálculo de la erosión debida a la agricultura, la introducción de un nuevo método para el cálculo de la excavación debida a

REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN EL PAÍS VASCO

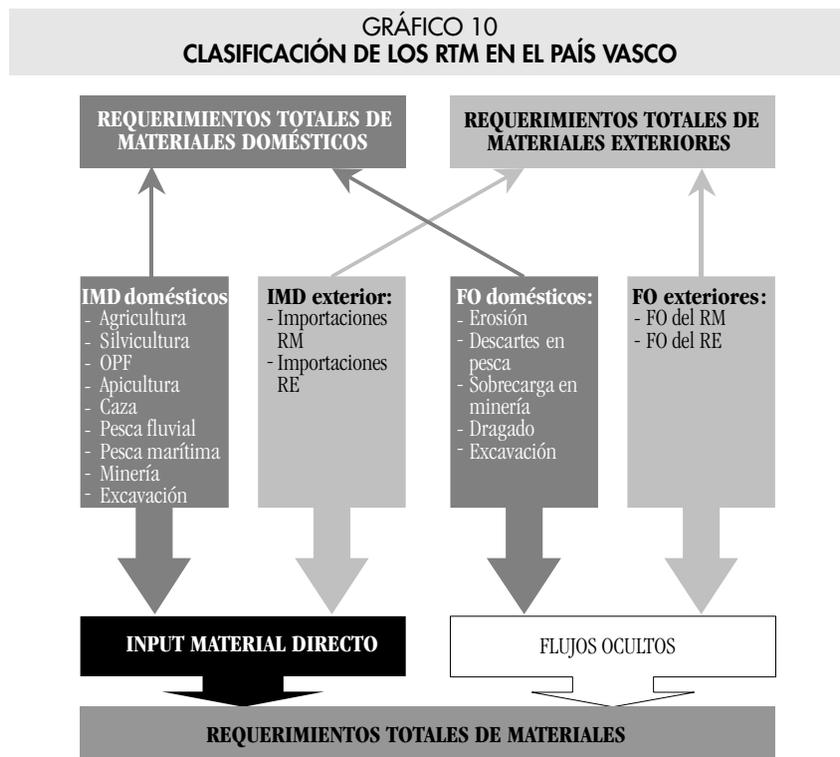
la construcción de infraestructuras y edificios, la recopilación de datos sobre actividades de dragado y la estimación de las importaciones (y de los FO asociados a éstas) procedentes del resto del estado.

En la guía metodológica de la AEMA se establecen unos coeficientes de erosión para 12 países de la Unión Europea. Estos coeficientes recogen las toneladas de materia erosionada por unidad de superficie cultivada y según el tipo de cultivo de que se trate (tubérculos, remolacha azucarera, remolacha forrajera, maíz forrajero y otros cultivos). Sin embargo, al contrastar las *ratios* establecidos para España con los coeficientes de los mapas de estados erosivos de las diferentes cuencas hidrográficas se observaron importantes diferencias. Es por esto que se optó por utilizar los coeficientes de erosión procedentes de los mapas de estados erosivos de las cuencas hidrográficas del Ebro (ICONA, 1987), para el cálculo de la erosión en Álava, y del Norte de España (ICONA, 1990), para el resto del territorio.

Para el cálculo del material excavado, la AEMA propone la utilización de una serie de *ratios* que relacionan material excavado con el VAB del sector construcción. Estos datos se encuentran disponibles para un número reducido de países, utilizándose el valor medio de estos coeficientes para el cálculo de la excavación en el resto de países. Dadas las peculiaridades topográficas del País Vasco, se concluyó que era necesario establecer unos coeficientes de excavación específicos para la región. Para ello se consultaron los balances de movimientos de tierras y el presupuesto de ejecución de 45 proyectos de construcción de infraestructuras en el País Vasco.

De esta forma se obtuvieron unos coeficientes de excavación que relacionaban para cada una de las provincias vascas el gasto en infraestructuras con el material excavado. Finalmente, el volumen final de material excavado en la construcción de infraestructuras se obtuvo multiplicando estos coeficientes por el gasto en infraestructuras de cada año. De estas mismas fuentes se tomaron los datos para contabilizar qué proporción de estos materiales son IMD, y son utilizados como rellenos, y qué proporción son FO, y van a parar a escombreras.

En el caso de la excavación para la construcción de edificios, en primer lugar, se procedió a estimar el precio medio de la excavación de una tonelada de materiales. Para ello se utilizaron los datos de los balances de movimientos de tierras anteriormente mencionados y se asumió que el movimiento de tierras supone un 30% (F. Ballester y A. Capote, 2001) del to-



FUENTE: Elaboración propia.

tal del presupuesto ejecutado. Para el cálculo del total de materiales excavados en este tipo de construcciones se cruzaron estos datos con los de gasto en construcción de viviendas y edificios, y se supuso que el 1,8% (F. Ballester y A. Capote, 2001) de estos gastos corresponden a movimientos de tierras. Para este tipo de excavación no se hizo distinción entre IMD y FO.

Para la estimación del material desplazado en las actividades de dragado, la AEMA utiliza la *ratio* de material dragado por unidad de VAB del sector construcción alemán en 1990. En el caso del País Vasco, se tuvo acceso a los datos de material dragado de los dos principales puertos vascos (Bilbao y Pasajes).

Uno de los principales problemas a la hora de calcular los RTM a escala regional es la ausencia de estadísticas de comercio interregional en unidades físicas. Para solucionarlo se barajaron dos posibles soluciones. La primera consistía en utilizar estadísticas de transporte de mercancías; posibilidad que se desechó al comprobar que tales estadísticas sólo están disponibles para el transporte de mercancías por carretera. La segunda posibilidad, que a la postre sería la elegida, trataba de ofrecer una aproximación a este tipo de comercio a través de los datos de importaciones (por ramas de ori-

gen) del resto del Estado recogidos en las tablas input-output.

Para transformar las unidades monetarias en unidades físicas, se utilizaron las relaciones valor-cantidad de las exportaciones, de cada una de las citadas ramas, del resto del estado (excluido el País Vasco) al resto del mundo. De esta forma se obtuvo el IMD procedente del resto del Estado por ramas de actividad. Finalmente, para el cálculo de los FO del resto del Estado, a este IMD se le aplicaron las *ratios* de FO/IMD del resto del mundo según ramas de actividad.

Este conjunto de modificaciones metodológicas, a pesar de complicar en cierta manera el cálculo de los RTM, aportan mejoras significativas en la verosimilitud de los resultados. Mejoras que se traducen, en última instancia, en un mayor acercamiento de los indicadores a la realidad de la economía vasca.

(*) El presente artículo actualiza el trabajo de I. Arto (2001), *Necesidad total de materiales de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, elaborado para el Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

BIBLIOGRAFÍA

- ADRIAANSE, A. *et al.* (1997): *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies*, World Resources Institute, Washington, D.C.
- ARTO, I. (2001): *Necesidad total de materiales de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, IHOBE - Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Bilbao.
- ARTO, I. (2003): *Medio ambiente en la Comunidad Autónoma del País Vasco: Ecoeficiencia 2003*, Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, IHOBE - Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Bilbao.
- AYRES, R. U. (1989): «Industrial Metabolism», *Technology and Environment*, National Academy Press, Washington.
- BALLESTER, F. y CAPOTE, A. (2001): *Movimiento de tierras. Su tecnología*, Universidad de Cantabria, Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos, <http://departamentos.unican.es/tpp/>.
- BERMEJO, R. (2001): «Fundamentos de ecología industrial», *Cuadernos Bakeaz*, nº 44, Bakeaz, Bilbao.
- BRINGEZU, S. y SCHÜTZ, H. (2001a): *Total Material Requirement of the European Union*, European Environment Agency, Copenhagen.
- BRINGEZU, S. y SCHÜTZ, H. (2001b): *Total Material Requirement of the European Union: Technical Part*, European Environment Agency, Copenhagen.
- CARPINTERO, Ó. (2002): *La sostenibilidad ambiental de la economía española: Flujos de energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995*. Texto presentado al IX Simposio de Historia Económica celebrado en Barcelona el 6 y 7 de junio de 2002.
- DEL CASTILLO, F. y GARCÍA, M. V. (1990): «Cambios en la articulación económica interna en la C.A. de Euskadi en el período 1980 y 1985», *Tablas Input-Output de la C.A. de Euskadi: 1985. Análisis de resultados: Evolución de la economía vasca en el período 1980-85*, Instituto Vasco de Estadística, Vitoria.
- DIRECTION GÉNÉRALE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES ET FINANCIÈRES (2001): «Les Grandes orientations des politiques économiques de 2001» *Économie Européenne*, nº 72, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.
- DOMÍNGUEZ, J. M. y PRADO, C. (1999): «Articulación interna de la economía vasca en el período 1990-1995», *Tablas Input-Output de la Comunidad Autónoma de Euskadi 95. Análisis de resultados*, Instituto Vasco de Estadística, Vitoria.
- EUROSTAT (2000): *Eurostat Annuaire. Vue Statistique sur l'Europe. Données 1988-1998*, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.
- EUROSTAT (2002a): *Portrait économique de l'Union européenne 2002. Données jusq'en 2001*, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.
- EUROSTAT (2002b): *Enterprises européennes. Faits et chiffres. Données 1990-2000*, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.
- EUROSTAT (2002c): *Regions: Statistical Yearbook 2002*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EUROSTAT (2002d): *Material use in the European Union 1980-2000: indicators and analysis*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EUROSTAT (2003): *Structural Indicators*, <http://europa.eu.int/comm/eurostat/structuralindicators>.
- EUSTAT (1990): *Tablas Input-Output de la C.A. de Euskadi: 1985, Análisis de resultados: Evolución de la economía vasca en el período 1980-85*, Instituto Vasco de Estadística, Vitoria.
- EUSTAT (2003a): *Índice de Producción Industrial (IPI)*, <http://www.eustat.es/estad/ربول.asp?idioma=c>.
- EUSTAT (2003b): *Producto Interior Bruto*, <http://www.eustat.es/bancopx/spanish/indice.asp>.
- EUSTAT (2003c): *Tablas Input-Output 84 sectores*, <http://www.eustat.es/bancopx/spanish/indice.asp>.
- EUSTAT (2003d): *Comercio exterior*, <http://www.eustat.es/bancopx/spanish/indice.asp>.
- EVE (2002): *Datos energéticos del País Vasco 1999*, Ente Vasco de la Energía, Bilbao.
- ICONA (1987): *Mapas de estados erosivos: cuenca hidrográfica del Ebro*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- ICONA (1990): *Mapas de estados erosivos: cuenca hidrográfica del Norte de España*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- IKEI, S.A. (2002): *Economía Vasca: Evolución Sectorial (1976-2001)*, Caja Laboral Popular, S. Coop. Ltda., San Sebastián.
- IMF (2002): *World Economic Outlook, April 2002*, International Monetary Fund, Washington, D.C.
- INE (2003): *Estadísticas de medio ambiente. Balance y cuentas de flujos materiales*, documento de trabajo, http://www.ine.es/docutrab/flujos_mat/balanceycuentasflujosmateriales.pdf.
- MATTHEWS, E. *et al.* (2000): *The Weight of Nations: Material Outflows From Industrial Economies*, World Resources Institute, Washington, D.C.
- PRADO, C. (1993): «Articulación interna de la economía vasca en el período 1985-1990», *Tablas Input-Output de la Comunidad Autónoma de Euskadi 1990. Análisis de resultados*, Instituto Vasco de Estadística, Vitoria.
- U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2003): <http://minerals.usgs.gov/>.
- WUPPERTAL INSTITUTE FOR CLIMATE, ENVIRONMENT AND ENERGY (2002): *Resource Use and Efficiency of the UK Economy*, Department of Environment, Food and Rural Affairs, Londres.