

LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA.

UNA VISIÓN A LARGO PLAZO: 1955-2000.

.....
ÓSCAR CARPINTERO

Departamento de Economía Aplicada
Universidad de Valladolid

DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL ENFOQUE ECONÓMICO CONVENCIONAL, LA CUESTIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS ECONOMÍAS INDUSTRIALES HA SUSCITADO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS UN DEBATE EN EL QUE —SALVO ESCASAS

27

excepciones— ha dominado más la retórica que la cuantificación rigurosa apoyada en un instrumental adecuado (1). Y no debería sorprender este panorama cuando, constantemente, se escatiman los esfuerzos por conectar los resultados de las ciencias naturales y de las disciplinas sociales para orientar, con conocimiento de causa, el comportamiento del sistema económico y encauzarlo por derroteros más «sostenibles».

Como consecuencia de ello no han faltado las posturas enfrentadas entre los que piensan que el desafío de la sostenibili-

dad es resoluble —tanto teórica como prácticamente— desde el enfoque económico ordinario, y aquellos que demandan la necesidad de tratamientos diferentes a los meramente convencionales. No en balde, el enfoque convencional viene abordando desde hace décadas la cuestión del crecimiento económico como la simple expansión de agregados monetarios —sea la Renta Nacional o el Producto Interior Bruto (PIB)— que por su propia naturaleza presentan carencias ambientales importantes, al registrar como creación de riqueza y renta lo que no es sino destrucción —en muchos casos

irreversible— de la misma. Por tanto, se comprende que también en nuestro país, al centrar la reflexión económica en el crecimiento del PIB y sus derivados, hayan permanecido en gran parte ocultas las servidumbres ambientales ligadas al proceso de «desarrollo».

Es verdad, no obstante, que desde hace tiempo, la Contabilidad Nacional ha intentado resolver las carencias ambientales que limitan su capacidad para registrar el proceso económico de producción y consumo, aunque, como hemos tratado de mostrar en otra ocasión, la compleja na-

turaleza de numerosos recursos naturales y ecosistemas, y los costes ambientales asociados a la actividad económica, hacen difícil su acomodo en el esquema contable ordinario que suele girar en torno al universo del valor monetario (Carpintero, 1999).

La alternativa pasaría, a nuestro juicio, por superar el simple retoque «ecológico» de la Contabilidad Nacional, emprendiendo un análisis que vaya más allá del seguimiento de las actividades económicas en términos crematísticos y profundice en las realidades físicas de los procesos como antesala a la explicación de la degradación ambiental que producen. Y es en este ir «más allá del valor económico», cuando se hace preciso considerar los impactos ambientales de la producción de bienes y servicios «desde la cuna hasta la tumba», es decir, recayendo sobre los recursos naturales antes de ser valorados, y sobre los residuos generados que, por definición, carecen de valor monetario. Se trataría, utilizando una acertada analogía, de hacer un seguimiento del «metabolismo económico» de las sociedades, habida cuenta que, en el fondo, su sostenibilidad dependerá del tamaño que ocupen dentro del conjunto de la biosfera y de la capacidad tanto para abastecerse de recursos renovables como para cerrar los ciclos de materiales, convirtiendo los residuos en nuevos recursos aprovechables.

Esta aproximación dará pie a analizar, además, la contribución de los recursos naturales a las fases de crecimiento y recesión de la economía española, describiendo los cambios más importantes acaecidos en el último medio siglo. Un intento que, de paso, tratará de salvar la reiterada ausencia de la Naturaleza en el análisis económico sobre las fuentes del crecimiento en las funciones de producción agregada, que se centran exclusivamente en el capital, el trabajo o la tecnología como origen de la expansión de la producción.

La información manejada sobre la utilización crecientemente insostenible de los flujos físicos facilitará también la discusión sobre la posición que la economía española ocupa en comparación con los principales países industrializados (Estados Unidos, Japón, Holanda, Alemania,

etc.). Lo que, también, nos permitirá terciar con conocimiento de causa en la polémica sobre la supuesta «desmaterialización» de las economías industrializadas y la situación de España en este contexto.

●●●●●●●●●●

LA RELEVANCIA DEL «METABOLISMO ECONÓMICO» Y SUS ANTECEDENTES EN ESPAÑA

El trabajo aquí presentado hunde sus raíces en una tradición, ya centenaria, sobre el análisis e investigación de los flujos físicos que atraviesan el sistema económico. La labor de los «pioneros» de finales del siglo XIX y principios del XX como P. Geddes, S. Podolinsky, J. Popper-Lynkeus o F. Soddy para que la economía cimentara mejor sus *bases naturales* de análisis, les llevó a proponer, entre otras cosas, la necesidad de estudiar los flujos de energía y materiales que recorren el sistema socioeconómico y que conformaban su particular «metabolismo».

No abundaremos aquí en la descripción de éstos y otros precedentes (2), que enlazarán décadas más tarde con las preocupaciones de científicos y economistas como Abel Wolman, Keneth Boulding, Georgescu-Roegen o R. U. Ayres. Será a finales de la década de los ochenta cuando algunos debates en el seno de Naciones Unidas y la UNESCO den como resultado que autores como R. U. Ayres y U. Simonis recojan la vieja metáfora, algo abandonada, y popularicen la noción de «metabolismo industrial»: un proceso donde —al igual que los organismos vivos que ingieren energía y alimentos para mantenerse y permitir su crecimiento y reproducción— la economía convierte materias primas, energía y trabajo en bienes finales de consumo —más o menos duradero—, infraestructuras y residuos (Ayres, 1989; Ayres y Simonis, 1994).

Una evaluación seria de los comportamientos económicos en términos de «sostenibilidad» requeriría, por tanto, hacer un seguimiento exhaustivo de los flujos de energía y materiales que recorren los sistemas económicos, con el fin de calibrar hasta qué punto los países están vi-

viendo más allá de sus posibilidades en términos de recursos, o han superado la capacidad de los ecosistemas para absorber los residuos.

No debe extrañar entonces que, con este caldo de cultivo, las mismas preocupaciones llevaran a que, desde comienzos de los noventa, dos importantes institutos se pusieran a la cabeza en la investigación sobre flujos materiales a nivel internacional: se trataba del Wuppertal Institut alemán y del Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF) austríaco.

En el primer caso, la aportación de Frederick Schmidt-Bleek resultó decisiva para la consolidación de conceptos como el de «mochila ecológica» (flujos *ocultos* de recursos necesarios para la obtención de un recurso o la fabricación de un producto que no forman parte del mismo ni son valorados) o el de Input Material por Unidad de Servicio (MIPS), en el que se intentaban recoger —«desde la cuna hasta la tumba»— todos los flujos de energía y materiales que incorporaba la extracción de un recurso o la fabricación de un producto (3).

Un papel similar al desempeñado por Schmidt-Bleek en Wuppertal lo ha venido realizando Marina Fischer-Kowalski en el IFF vienés. A ellos se debe, en colaboración también con otros institutos como el World Resources norteamericano, el especial nivel alcanzado en los análisis a escala nacional desarrollados durante la década de los noventa (Adriaanse *et al.*, 1997; Mathews *et al.*, 2000), ya reseñados por Martínez Alier en este mismo número (4).

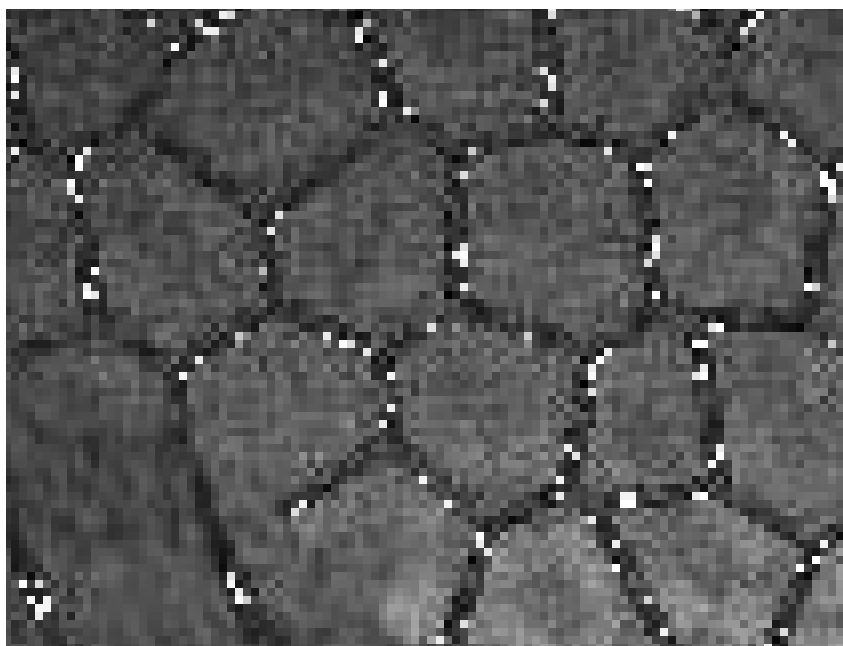
Paralelamente al breve recordatorio a escala internacional, merece la pena prestar atención a los pasos recorridos por la investigación en nuestro país más próximo, teniendo también aquí en cuenta las aportaciones de los pioneros a finales de los setenta, toda la década de los ochenta y su continuación y ampliación durante el decenio de los noventa (5). En ambos casos, los esfuerzos realizados para conocer el metabolismo económico han tratado de cubrir una serie de lagunas con estudios sectoriales de diverso alcance. En cuanto al seguimiento de los

flujos físicos (en especial de la energía) fue la agricultura la primera actividad hacia la que, durante la década de los ochenta, se dirigieron los esfuerzos de cuantificación a través de balances energéticos, tanto globales como de sistemas agrarios concretos.

Es preciso comentar, antes de ir más al detalle, que la realización de los diferentes balances energéticos durante el período 1978-1985 se llevó a cabo en el marco de dos importantes proyectos de investigación. Por un lado, el relacionado con «La gran explotación agraria en España», subvencionado por la Fundación Juan March, donde se presentaron las primeras estimaciones de balances energéticos para el caso de Extremadura (Campos y Naredo, 1979), Andalucía Occidental (Campos y Naredo, 1980) y la agricultura española en su conjunto (Naredo y Campos, 1980) (6), y, de otra parte, el proyecto realizado en el seno del CSIC titulado «Economía, agricultura y energía: análisis de dos sistemas productivos, el minifundio (occidente asturiano) y el latifundio (dehesa extremeña)», que dio lugar también a importantes contribuciones en esta área (Campos, 1981, 1984; López Linaje, 1985).

En todos los casos, los análisis energéticos de la agricultura realizados en nuestro país entre 1978 y 1985 mostraron una sintonía clara con las aportaciones procedentes de otros países a la hora de juzgar la mayor eficiencia energética y ambiental de la agricultura tradicional en contraposición con las modernas técnicas agrarias. Sobre todo porque, al mismo tiempo, se ponían en entredicho las ganancias de «productividad» económica ofrecidas por la moderna agricultura, que, sin realizar balances energéticos, presentaba «mejoras» de la eficiencia *monetaria* cuando en términos *físicos* el resultado del proceso incrementaba las pérdidas —las kilocalorías obtenidas en forma de alimentos eran muy inferiores a las kilocalorías aportadas en forma de *inputs* (fertilizantes, maquinaria, combustible, etc.)—.

Por las mismas fechas, ecólogos interesados por el funcionamiento de los sistemas humanos y algunos de los autores implicados en los anteriores trabajos tomaron la decisión de ampliar el ámbito sectorial y espacial más allá del análisis



del metabolismo energético agrario, incorporando la consideración de los flujos físicos asociados a los sistemas urbanos e industriales. Se optaba así por acometer, por ejemplo, con diferentes acentos y metodología, el estudio de los flujos físicos de agua, energía, materiales y residuos de la ciudad de Barcelona (Parés, Pou y Terradas, 1985) o de la Comunidad de Madrid (Frías *et al.*, 1986; Naredo y Frías, 1987a) (7). Mientras en el caso de Barcelona su carácter pionero hacía énfasis en el análisis de la ciudad como ecosistema urbano, derivando de ello un estudio razonable de los flujos físicos que constituían su peculiar metabolismo (energía, materiales, alimentos, residuos, etc.), en el caso concreto del estudio elaborado por Naredo y Frías para la Comunidad de Madrid se ofrecían, además, desde el punto de vista metodológico, algunas innovaciones pioneras en nuestro país: no sólo incorporaba un balance de materiales centrándose en los dos extremos del proceso económico (recursos-residuos), sino que iba más allá que su precedente inmediato de la ciudad de Barcelona, al tener en cuenta las contrapartidas monetarias y de información que permitían a dicha Comunidad Autónoma asentarse sobre un déficit físico de agua, energía y materiales considerable, que compaginaba con un excedente neto de residuos e información. Era, pues, la primera vez que se realizaba en nuestro te-

ritorio un estudio *integrado* de los flujos físicos y monetarios a escala regional, dando la oportunidad de desvelar aspectos generalmente ocultos al enfoque económico ordinario.

A menudo, estos trabajos pioneros tuvieron que hacer frente a una situación de penuria estadística considerable en la esfera ambiental, lo que fomentó que varios de sus autores protagonizaran, a mediados de los ochenta, un interesante y sólido trabajo para terminar *globalmente* con esa falta estructural de datos que dificultaban los esfuerzos propugnados desde hacía tiempo por estos pioneros de la economía ecológica en España.

En 1986, al amparo de una iniciativa que contaba con apoyo institucional, surgió la posibilidad de tender puentes entre las reflexiones económicas y ambientales, enlazando el «sistema económico» con los sistemas ecológicos en la elaboración de un Sistema de Cuentas del Patrimonio Natural solvente. Este intento trató de materializarse y promoverse a través de la Comisión Interministerial de Cuentas Nacionales del Patrimonio Natural (CICNPN), que durante algo más de un año (1986-1987) se dedicó a la tarea de poner a punto el instrumental analítico y de realizar propuestas con las que encauzar metodológicamente la elaboración de las estadísticas necesarias para tal fin (8).

Gracias al funcionamiento del Secretariado de la Comisión (donde desarrollaban su labor J. M. Naredo y J. Frías), se sugirió un esquema de funcionamiento que ponía el acento en la elaboración de tres tipos de cuentas fundamentales (de inventariación de recursos, de flujos de sistemas utilizadores y de flujos e inventariación de residuos), con la intención explícita de ir «más allá del valor económico», al considerar los flujos y *stocks* de elementos contabilizados en todo el proceso «desde la cuna hasta la tumba».

Lamentablemente, después de un año de funcionamiento de los diferentes grupos de trabajo (Rocas y Minerales, Agua, Recursos Marítimos, Territorio, Residuos y Flora y Fauna), y una vez presentado el informe final con la labor realizada y los proyectos a desarrollar, los desvelos del Secretariado por arrancar un compromiso del Gobierno central para dotar de los medios adecuados al futuro trabajo de la Comisión, se encontraron con un muro de silencio y despreocupación. El tiempo mostró que, desgraciadamente, el conocimiento de la realidad económico-ambiental del país, aunque necesitase de pocos recursos económicos para llevarse a cabo, no estaba entre las prioridades, no ya político-económicas, sino tan siquiera estadísticas, de aquella época.

Aun así, parece oportuno recordar este antecedente, habida cuenta de que en los quince últimos años apenas se ha avanzado en la sistematización de las estadísticas ambientales, a parte de una serie de intentos parciales por parte del sector público, y al tesón y perseverancia de una serie de investigadores que de manera particular, o apoyados por instituciones privadas, han intentado paliar esa laguna cada vez mayor.

En todo caso, volver ahora sobre este episodio de nuestra reciente historia estadística sirve para llamar la atención en dos cuestiones de cierto interés: por un lado, dejar en el lugar apropiado a muchas propuestas de elaboración de registros e indicadores ambientales que, presentándose como novedosas, no serían más que un corolario fácilmente obtenible a partir de una Contabilidad del Patrimonio Natural como la que en su día propuso la Comisión.

De otra parte, con el fracaso de la Comisión, España perdió una oportunidad para convertirse —con un coste económico pequeño en comparación con el gasto efectuado en la elaboración de otro tipo de estadísticas menos ventajosas— en país de referencia (junto con Francia, Noruega o Canadá) en la elaboración de este tipo de cuentas, teniendo así mucha mejor información para conocer el metabolismo económico de España y ayudar en la toma de decisiones públicas sobre la gestión de los recursos naturales. Resulta paradójico, a fin de cuentas, que una comisión creada para llevar a cabo el seguimiento de los *stocks* y flujos físicos de recursos naturales tuviera que suspender su actividad por la falta de los flujos monetarios y financieros adecuados.

Desde entonces, los tres campos de reflexión de la década de los ochenta (metabolismo energético agrario, metabolismo urbano-industrial y desarrollo de una posible contabilidad del patrimonio natural) encontraron desigual continuidad y horizonte durante el decenio de los noventa. El avance en este campo se produjo, en todo caso, a través de una doble vertiente teórica y aplicada que enlazaba bien con las preocupaciones manifestadas años atrás.

Por un lado, la puesta en marcha del «Programa Economía y Naturaleza», de la Fundación Argentaria, dirigido por J. M. Naredo, permitió conjugar ambas vertientes a la hora de enjuiciar económica y ambientalmente el metabolismo de sistemas agrarios particulares, con especial hincapié en la utilización del agua y los fertilizantes (López Gálvez y Naredo, 1996; Garrabou y Naredo (eds.), 1996, 1999) (9); o el análisis del metabolismo económico a escala planetaria tendiendo puentes entre la economía y la termodinámica a la hora de evaluar la sostenibilidad ambiental y el deterioro ecológico de las sociedades industrializadas (Naredo y Valero (dirs.), 1999) (10).

Paralelamente a esa actividad, por las mismas fechas, se elaboraron para nuestro país las primeras cuentas del agua (Naredo y Gascó, 1992), es decir, sobre un flujo que en tonelaje resulta ser el mayoritario, pero que en España era el gran

desconocido tanto en términos de cantidad como de calidad. Lamentablemente, la innovadora metodología aplicada en aquel momento, que recibió el aplauso de la OCDE, no tuvo continuidad posterior ni fue asumida por los entes estadísticos competentes.

Conjugando también la reflexión teórica y el desarrollo metodológico con el estudio de la realidad, cabe mencionar como ejemplo meritorio de aquellos años la contabilización —«desde la cuna hasta la tumba»— de los flujos de energía y materiales para el ciclo completo del transporte en nuestro país realizada por A. Estévan y A. Sanz (1994). Se trata de la primera y más completa aportación de la economía ecológica del transporte en España, en la que se realizan las cuentas tanto económicas como sociales y ambientales de una actividad que, considerada globalmente, supone la mitad de la energía final total consumida (11).

Lejos de forzar los cálculos para lograr homogenizar los diferentes aspectos en una unidad monetaria común, el propio planteamiento metodológico excluye esa tentación optando por medir, en términos físicos, las consecuencias ambientales o sociales —por utilización de recursos, emisiones de contaminantes, ruido, fragmentación del territorio— de lo que los autores denominan la «Triple A» (avión, AVE y automóvil). Pues —como sugieren Estévan y Sanz— de poca ayuda sirve asignar un valor monetario a las muertes causadas por los accidentes de tráfico, cuando éste, con más de 200.000 vidas segadas desde los años cincuenta, ha dejado a la guerra civil «en segundo lugar como causa de muertes violentas en España durante el siglo XX» (Estévan y Sanz, 1994, 89).

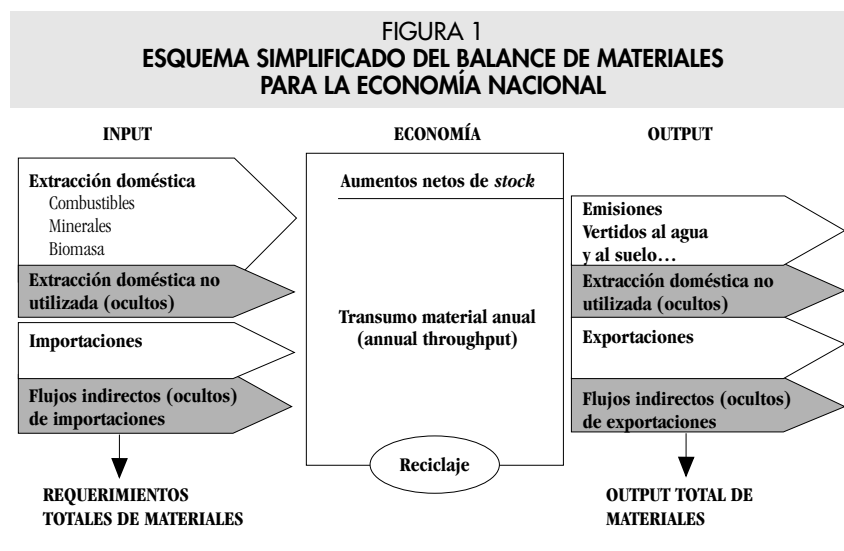
El mismo triple interés (económico, ambiental y social) —en este caso regional— tiene el trabajo presentado en 1998 para el ámbito valenciano (Almenar *et al.*, 1998). Se trata de una ambiciosa investigación colectiva en la que se recae sobre los tres niveles que afectan a la sostenibilidad (económico, ambiental y social), planteando los instrumentos oportunos para su medición y análisis. Para lo que aquí interesa, se toman en

consideración tanto los flujos físicos de agua, energía y materiales, como los residuos generados por la Comunidad Valenciana en 1990, realizándose una de las primeras Tablas Input-Output ambientales en nuestro país.

Las conclusiones que arroja el estudio se muestran ecológicamente significativas respecto al carácter dependiente del modelo de desarrollo valenciano en lo que atañe al origen importado de la mayoría de sus flujos de recursos naturales en tonelaje y en relación con el carácter no renovable de los mismos. Se comprende entonces que la sostenibilidad de esta región dependa, al igual que en los casos de Madrid y Barcelona, de la degradación del entorno más allá de sus fronteras, recortando de paso las posibilidades de aprovechamiento de los recursos naturales por parte de las generaciones futuras.

Mayor relación con nuestro trabajo tienen también los resultados presentados en 2002 sobre los Requerimientos Totales de Materiales (RTM) del País Vasco para el período 1989-1998 (IHOBE, 2002) (12). En efecto, con una metodología similar a la desarrollada por nosotros en sucesivos epígrafes, se estimó que en 1998 cada habitante de esa región demandaba 80,3 toneladas (incluida erosión) para satisfacer sus necesidades: esto es, como veremos, más del doble que las requeridas por el habitante medio español, y casi un 50 % superiores a la media de la UE. La discrepancia se explica fundamentalmente por el peso extraordinario alcanzado por la utilización de los minerales metálicos en el caso vasco, pues mientras en la UE apenas suponen 10 tm/hab., allí alcanzan una cifra casi tres veces superior, esto es, 28 tm/hab.

Estas últimas aportaciones coincidieron, a finales de los noventa y comienzos de la siguiente década, con las actualizaciones de los trabajos dedicados al estudio del metabolismo de las conurbaciones barcelonesa (Barracó *et al.*, 1999) y madrileña (13). Y en fechas similares fueron presentados también los primeros resultados de un estudio de largo alcance sobre los requerimientos totales de materiales de la economía española en el último medio siglo (Carpintero, 2002)



FUENTE: Adaptado de Eurostat (2001). Aunque para simplificar hemos supuesto la identificación entre flujos indirectos, ocultos y no utilizados, la guía metodológica establece matizaciones y pequeñas diferencias que es necesario tener en cuenta.

Desde el mismo punto de vista sectorial, las antiguas preocupaciones de Naredo y Frías por el seguimiento de los flujos físicos a nivel industrial se extendieron también al ámbito territorial de las manufacturas gallegas (Doldán, 1999). X. Doldán presentó para el año 1992 un detallado seguimiento de los flujos de agua, energía y materiales de los 89 sectores de la Encuesta Industrial, arrojando resultados coherentes con análisis similares para otros territorios y países. El agua sigue apareciendo como el principal flujo en varios órdenes de magnitud, superior al resto. Desde el punto de vista energético, el sector industrial gallego se ha convertido en un «devorador de energía», importando más del doble de la producción propia para fabricar unos productos que se venden mayoritariamente más allá de nuestras fronteras, contribuyendo así a acentuar una dependencia exterior cuando años atrás se podía hablar a éste respecto en términos de autoabastecimiento (14).

En definitiva, en las páginas que siguen nos aproximaremos al metabolismo de la economía española en el último medio siglo, aplicando para ello la metodología de la Contabilidad de Flujos Materiales, inicialmente desarrollada por Adriaanse *et al.* (1997) y más tarde consensuada a escala internacional por medio de la guía elaborada a tal efecto por Eurostat (2001).

Como se puede observar en la figura 1, la nueva metodología amplía la vieja noción de balance de materiales añadiendo ahora a los recursos (directos) utilizados en el proceso económico aquellos flujos de energía y materiales «no usados», indirectos, o también llamados «ocultos», que no forman parte de la mercancía finalmente vendida pero que es necesario remover para su obtención (estériles mineros que recubren el metal, movimiento de tierras para la construcción de infraestructuras, biomasa no aprovechada, etc.). La suma de ambas fracciones por el lado de los *inputs* es lo que se denomina Requerimiento Total de Materiales (RTM) (15).

Como consecuencia de ello, nuestra aproximación al metabolismo económico de España en este artículo se realizará, sobre todo, *por el lado de los recursos (inputs)*, prestando menor atención al lado del *output* (residuos). Aunque para los últimos años comienzan a existir datos razonables con los que seguir las principales partidas involucradas en los residuos, existen algunas dificultades para rellenar las cifras para toda la serie (16). Por esta razón preferimos en esta ocasión no avanzar resultados desde esta última perspectiva, aunque se trata de una laguna sobre la que actualmente estamos trabajando y esperamos paliar en breve.

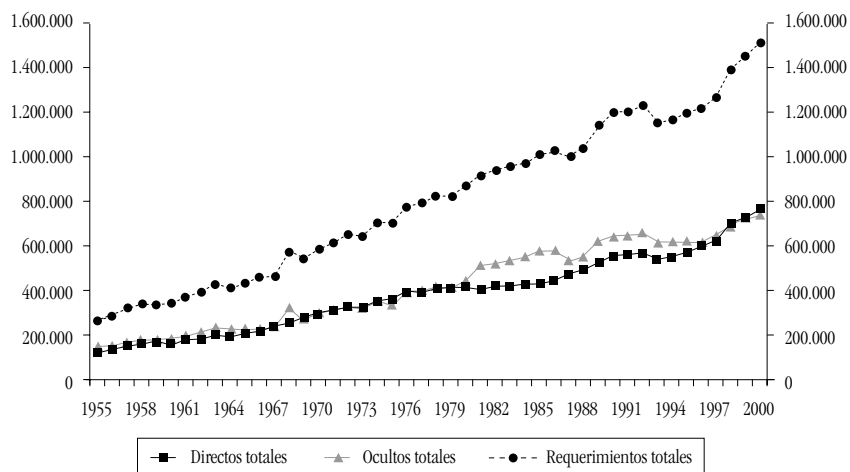
**PRINCIPALES CAMBIOS
EN EL METABOLISMO
DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA
DESDE EL PUNTO
DE VISTA DE LOS INPUTS**

Es ya un hecho conocido que, desde mediados de la década de los cincuenta, la economía española ha experimentado un crecimiento importante de su producción medida en términos del PIB real, al multiplicarse por seis su valor entre los años 1955 y 2000. La simple expansión cuantitativa de los bienes y servicios puestos a disposición de la población en este período ha ido acompañada de una serie de transformaciones cualitativas (estructurales) bien estudiadas desde hace tiempo por buena parte de los economistas.

No se trata aquí, sin embargo, de hacer un prolijo repaso de las diferentes interpretaciones que sobre este proceso de crecimiento económico se han vertido sobre el papel, sino de dejar constancia del vacío reflexivo en torno a los recursos naturales como *inputs* y a los costes ambientales como «efectos externos» no deseados de todo este tipo de transformaciones. Es cierto que, ante la evidencia de que no es posible soslayar por más tiempo dichas cuestiones, los textos encargados del estudio de la economía española han incorporado desde hace tiempo capítulos dedicados al «Territorio y los recursos naturales», pero en muchos casos —y a pesar de la buena voluntad de los autores— en franca contradicción con los postulados defendidos en otros capítulos de esos mismos libros en materia de política industrial, agrícola, transporte, etc.

Pero tal vez lo que más llame la atención es la reiterada ausencia de los recursos naturales en los estudios dedicados a analizar las «fuentes del crecimiento» económico español durante ese período, y que han recurrido usualmente a la utilización de la función agregada de producción (tipo Cobb-Douglas o similares). Sin entrar en consideraciones sobre las graves deficiencias teóricas que presenta dicha función, la errónea práctica de identificar el «residuo de Solow» con el progreso técnico, o la vía de reducir el tamaño de

**GRÁFICO 1
EVOLUCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES
SEGÚN MODALIDAD, 1955-2000
MILES DE TONELADAS**



FUENTE: Véase Anexo metodológico.

ese residuo incorporando variables no consideradas anteriormente (educación, I+D, economías de escala, cualificación de la mano de obra) caracterizaron tanto los primeros trabajos de Pulido (1968) o Segura (1969), a finales de los sesenta, como las últimas aportaciones de Pérez *et al.* (1996) y Mas *et al.* (2000) en la década de los noventa; pero dejando en todos ellos de lado el papel central que los recursos naturales habían desempeñado en todo el proceso (17).

Para intentar paliar esta laguna veamos, con un poco de perspectiva, los principales recursos naturales que han sustentado la estrategia de crecimiento del PIB en España desde los años sesenta hasta la actualidad, atendiendo así a los cambios más importantes que se han producido en el metabolismo económico de nuestro territorio. Modificaciones que, por otro lado, van a explicar una buena parte de los problemas ambientales que sufrimos ahora, apuntando, a su vez, la inviabilidad de seguir apostando por un modelo que los reproduce y amplifica.

Merece la pena comenzar señalando que, en términos globales, los RTM (directos más ocultos) (18) de la economía española han experimentado un crecimiento notable en el último medio siglo, pasando de 267 millones de toneladas en 1955 a

1.508 millones en 2000, sin incluir la erosión (19) (gráfico 1).

Este incremento en más de cinco veces ha corrido parejo al del PIB al coste de los factores, superando con creces al propio crecimiento de la población. En efecto, los habitantes de nuestro país hemos pasado de utilizar en forma de *inputs* 10 tm/hab. a mediados de la década de los cincuenta, a requerir 37 tm/hab. en 2000 —de computar la erosión nos iríamos a casi 47 tm/hab.—. De esta última cifra, en torno al 50%, esto es, 19 tm/hab., se corresponde con los flujos directos (abióticos, bióticos y demás importaciones), mientras que el resto, 18 tm/hab., tiene que ver con los flujos ocultos subordinados a la extracción e importación de aquellos mismos flujos directos.

En lo que concierne al origen de dichos recursos, mientras en 1955 el 95% se localizaba en el interior de las fronteras, cuarenta años más tarde ese porcentaje se había reducido en treinta puntos, situándose en el 61%; circunstancia que pone de relieve el creciente peso de los flujos de recursos naturales procedentes de otros territorios para alimentar nuestro modo de producción y consumo, con el consiguiente deterioro ambiental tanto interno como externo.

LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA...

Ahora bien, esta panorámica general puede completarse añadiendo que, tanto en el plano de los flujos directos como en el de los ocultos, la fracción hegemónica a finales de la década de los noventa ha sido la de los *inputs* *abióticos* (energéticos, minerales metálicos, no metálicos y productos de cantera), con casi el 70% del total (20). Dada la clasificación de los flujos seguida, cabría la posibilidad de incrementar ese porcentaje (hasta el 87%) si añadimos los *inputs* procedentes de las semimanufacturas, que, aunque conlleven un proceso de manipulación industrial, mantienen un rescoldo *abiótico* importante. En el cuadro 1 se ofrece, para una serie de años seleccionados en función del ciclo económico, la importancia de cada grupo de sustancias en los requerimientos totales.

A continuación pasaremos revista a los recursos directos (domésticos e importados) que han recorrido la frontera entre la biosfera y el sistema económico incorporándose a las mercancías fabricadas por la economía española para después recaer sobre aquellos otros (ocultos) que habiendo sido necesaria su extracción no fueron posteriormente utilizados.

DE LA ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA DE LA ADQUISICIÓN. LA EXIGENCIA CRECIENTE DE FLUJOS DIRECTOS

En general, las tendencias manifestadas para los RTM se cumplen cuando descendemos a los dos grandes grupos de flujos involucrados. Aunque a veces se olvide mencionarlo, el crecimiento económico experimentado por la economía española en los últimos decenios aparece estrechamente vinculado con la utilización de recursos naturales de todo tipo. Una buena muestra de ello la ofrece el incremento, *en más de seis veces*, de los *inputs* directos en el período 1955-2000, superando incluso la expansión del PIB al coste de los factores (c.f.). Tal y como se desprende del cuadro 2, se trata, en todo caso, de una tendencia que también se puede aplicar no sólo a los *inputs*, sino a casi todas las modalidades de éstos, participando también el consumo aparente de esa tendencia general.

CUADRO 1
ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA, 1955-2000
PORCENTAJES Y AÑOS SELECCIONADOS

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos (a)	39,4	32,1	25,2	39,0	32,8	33,0	30,7	26,7
M. metálicos (b)	14,4	14,3	18,1	16,7	16,8	17,3	18,2	18,5
M. no metálicos (c)	2,0	2,3	2,4	2,9	2,4	2,1	2,6	3,1
P. cantera	7,4	12,8	25,9	18,7	25,2	25,5	27,8	31,8
Biomasa	31,4	30,8	20,6	16,1	14,1	14,0	13,2	12,9
Excavación	5,3	7,2	7,3	5,5	6,5	5,6	4,7	3,8
Otras importaciones	0,4	0,5	0,6	1,1	2,2	2,5	2,7	3,3
RTM	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Domésticos	93,9	91,4	74,7	77,0	70,5	68,6	64,7	61,0
Importados	6,1	8,6	25,3	23,00	29,5	31,4	35,3	39,0
Promemoria								
Abióticos (en sentido amplio) (d)	68,6	69,2	79,4	83,9	85,9	86,0	86,8	87,1
Bióticos	31,4	30,8	20,6	16,1	14,1	14,0	13,2	12,9

Nota: No incluye erosión.

(a) Incluidas semimanufacturas energéticas. (b) Incluidas las semimanufacturas metálicas. (c) Incluidas semimanufacturas minerales. (d) Incluyen, a parte de las materias primas, las semimanufacturas, los flujos excavados y las otras importaciones de bienes finales.

FUENTE: Véase Anexo metodológico.

Algo que contrasta, sin embargo, con el hecho, bien documentado, del «cambio estructural» asociado al declive de la actividad agraria y al ascenso de la industria, y sobre todo los servicios en el PIB. Y contrasta porque a menudo se tiende a pensar que esta modificación en las pautas productivas de la economía española ha conllevado también una menor intensidad relativa y absoluta en la utilización de recursos naturales. Pero el equívoco tiende a desaparecer cuando observamos que, frente al peso ganado por el sector servicios en nuestro país, el recurso a los flujos de energía y materiales *abióticos*, o no renovables, lejos de menguar, ha crecido globalmente en términos absolutos en las últimas décadas.

No sólo se trata de que globalmente los *inputs* directos se hayan multiplicado por más de seis veces entre 1955 y 2000 (por encima del PIB y de la población), sino que al echar un vistazo a cada grupo de sustancias, estas diferencias se agrandan aún más. Por ejemplo, y ciñéndonos a la fracción mayoritaria, la extracción y utilización total de recursos *abióticos* supera los parámetros mencionados para el conjunto de flujos direc-

tos, en una escalada incesante desde mediados del siglo pasado.

En términos globales, esta extracción se multiplicó *por más de 12 veces* entre 1955 y 2000 —pasando de los 42 millones de toneladas a mediados de siglo a los casi 522 millones a finales—, doblando ampliamente al crecimiento del PIB c.f. para ese mismo período, y superando también al crecimiento absoluto de la población, que apenas varió en un factor de 1,4.

Además, desde un punto de vista más desagregado, los flujos *energéticos* totales (domésticos e importados) con cargo a las reservas de la corteza terrestre se multiplicaron entre 1955-2000 por casi siete veces —de los 17 millones de mediados de siglo a los 119 a finales del mismo—, los minerales no metálicos lo hicieron por siete, y los productos de cantera por 24. Sólo la extracción de minerales metálicos, con un factor de 1,7, aumentó menos que el PIB, aunque superó al crecimiento de la población. Estas cifras dan una idea del intenso esfuerzo realizado por la economía española, tanto dentro de nuestras fronteras como más allá de ellas.

CUADRO 2
EVOLUCIÓN DE LOS *INPUTS* DIRECTOS DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA, 1955-2000
AÑOS SELECCIONADOS Y MILES DE TONELADAS

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Abióticos	42.557	73.016	231.916	271.929	369.063	353.858	390.341	522.010
Domésticos	38.364	63.870	174.854	207.675	287.310	274.135	302.253	408.004
Importados	4.193	9.146	57.063	64.253	81.753	79.723	88.088	114.006
Bióticos	75.170	101.566	119.200	134.482	137.539	131.801	121.815	157.804
Domésticos	74.539	99.436	110.908	126.040	125.594	120.173	103.993	138.158
Importados	631	2.130	8.283	8.442	11.945	11.629	17.822	18.926
Otras importaciones								
Semimanufacturas totales	1.715	1.640	6.109	14.375	23.571	24.274	25.747	39.786
Otros bienes	977	1.920	4.167	10.833	26.507	28.57	32.999	49.248
Inputs directos totales	120.420	178.141	361.394	431.618	556.681	538.510	570.202	768.129
Domésticos	112.904	163.306	285.771	333.715	412.904	394.308	406.243	546.612
Importados	7.516	14.835	75.622	97.902	143.777	144.203	163.956	221.967
Consumo aparente	111.836	168.010	340.804	375.929	502.049	477.305	498.669	673.379
I. Directos – export.								
Promemoria								
I. Directos <i>per cápita</i> (tm/hab.)	4,2	5,8	10,2	11,2	14,3	13,8	14,5	19,0
Consumo <i>per cápita</i> (tm/hab.)	3,9	5,5	9,6	9,7	12,9	12,2	12,7	16,6

FUENTE: Véase anexo metodológico.

Cabe recordar que se trata de unos *inputs* de recursos naturales relacionados estrechamente con las actividades extractivas y mineras en las que nuestro territorio ha acumulado una importante tradición. Aunque hay que subrayar que fue a partir de mediados del siglo XX cuando este tipo de actividades sufrieron una importante modificación en la ventajosa posición que ocupaban dentro de la economía española desde cien años antes. La peculiar disposición de los yacimientos minerales en nuestro suelo (21), así como la riqueza especial de algunos de ellos tuvo mucho que ver en que apareciéramos como uno de los principales productores mundiales de minerales como el hierro, el plomo, la plata o el cinc (22). No en vano, en algunos casos destacaba la presencia de minas que figuraban entre las más antiguas del mundo (Ríotinto, en Huelva, y Almadén, en Ciudad Real), y que han permanecido activas hasta prácticamente nuestros días.

Ahora bien, la relevancia económica manifestada por la minería desde mediados del XIX, y su progresiva relación con los procesos de industrialización internos, y de otros territorios más allá de nuestras fronteras, no estuvo exenta de varios

problemas que, al decir de algunos regeneracionistas como Lucas Mallada, entorpecían «su perfecto desarrollo» (Mallada, 1890, 141-154). No es éste, sin embargo, el momento ni el lugar para ahondar en unas circunstancias por otro lado bien documentadas en los trabajos de los historiadores económicos.

Sí interesa, en cambio, destacar que al calor de esa actividad extractiva se ha encaramado a los primeros puestos un especial grupo de sustancias. El cuadro 3 muestra cómo los *productos de cantera* no han sido sólo la fracción de mayor crecimiento absoluto, sino la que ocupa el primer lugar en cuanto a tonelaje movilizado, acaparando en 2000 casi dos tercios del total de los recursos abióticos directos utilizados por la economía española como *inputs*.

A bastante distancia aparecen los recursos energéticos que al final del período considerado representaban casi el 25% de los flujos, dejando para los minerales y metales —en sus dos formas— apenas el 10% restante. Lo que refleja un cambio considerable en la jerarquía de recursos naturales, al pasar de una situación, en 1955, de ligera superioridad relativa de

los flujos energéticos, a un escenario en el cual los productos de cantera han superado ampliamente en tonelaje a aquéllos. Modificación que, sin embargo, no se ve confirmada en términos de valoración monetaria.

Subrayemos también que, frente a la variedad de sustancias que componen los diferentes grupos de recursos —que sumadas conjuntamente ascienden a casi un centenar—, el grueso del tonelaje se concentra en un grupo de materiales que, a su vez, son los que sirven de sustento a la estrategia de crecimiento económico. Destaca, por ejemplo, el caso del hierro, dentro de los minerales metálicos, cuya relevancia no ha descendido de las dos terceras partes de este tipo de *inputs*, o la piedra caliza, dentro de los productos de cantera, que acapara más de la mitad de esos flujos. De igual modo, dentro de los minerales no metálicos, las sales (gemas, marinas y potásicas) dominan el panorama y, finalmente, como es bien sabido, en el caso de los productos energéticos, la evolución del petróleo lo ha llevado desde una posición minoritaria a mediados de la década de los cincuenta hasta su papel hegemónico a finales de los noventa, representando más de la mitad de

LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA...

los flujos de combustibles fósiles en forma de *inputs*.

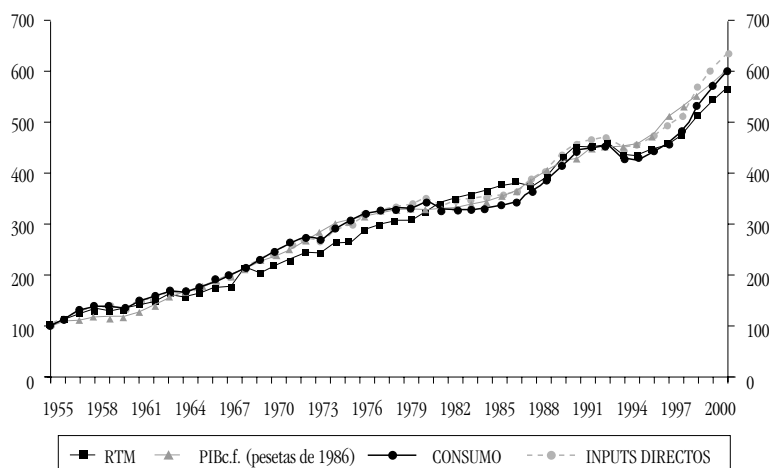
Una primera característica, que salta a la vista cuando analizamos la procedencia territorial de esos *inputs*, es la siguiente: las *variaciones absolutas* en el crecimiento han sido mayores en aquellos casos en los cuales la extracción de *inputs* abióticos se hacía con cargo al resto del mundo en vez de fronteras para adentro. Bien es verdad, sin embargo, que en términos globales, si incluimos los productos de cantera, la economía española a finales del siglo pasado seguía extrayendo de su propio territorio el grueso de sus recursos abióticos en tonelaje (el 72% en 2000).

Ahora bien, dejando al margen la fracción más voluminosa como son los productos de cantera, y concentrándonos en el resto de sustancias que además poseen una relevancia estratégica, nuestro país adolece de una dependencia importante del resto del mundo: a finales del siglo XX más de las tres cuartas partes de las sustancias energéticas y de minerales metálicos, consideradas en su conjunto, que abastecían en forma de *inputs* a la economía nacional, procedían del resto del mundo (23).

Dicha relevancia del componente exterior puede verse también para los flujos *energéticos* importados, cuya variación absoluta ha cuadruplicado (28,7 veces) el incremento del total de flujos de esa especie (6,8), circunstancia explicable por el masivo recurso al petróleo foráneo desde los años sesenta y el conocido y progresivo declive de la minería tradicional del carbón en nuestro país desde finales de los cincuenta y acentuado a mediados los años ochenta. Por lo tanto, mientras en la década de los cincuenta la economía española abastecía su producción en términos energéticos —haciendo de la necesidad virtud— en más del 80% con recursos procedentes del propio territorio, en 2000 la situación era precisamente la contraria.

Igual de espectacular, en lo referente a la variación absoluta, es el crecimiento experimentado por las *importaciones de minerales metálicos* que, de resultar una parte minoritaria incluso en los años sesenta, han multiplicado su presencia ab-

GRÁFICO 2
EVOLUCIÓN PARALELA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA UTILIZACIÓN DE RECURSOS NATURALES, 1955-2000
1955 = 100



FUENTE: Véase Anexo metodológico.

CUADRO 3
ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LOS *INPUTS* ABIÓTICOS DIRECTOS
EN SENTIDO AMPLIO, 1955-2000
AÑOS SELECCIONADOS E INCLUIDAS SEMIMANUFACTURAS IMPORTADAS

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos	39,1	3,11	26,44	32,54	24,77	24,97	22,81	19,57
Domésticos	31,63	21,01	6,61	14,27	8,49	8,21	6,58	3,90
Importados	7,38	10,10	19,83	18,27	16,28	16,77	16,23	15,67
Minerales metálicos	17,41	12,37	7,87	5,67	3,78	3,24	3,19	1,99
Domésticos	17,24	11,85	4,89	3,43	1,38	0,89	0,77	0,15
Importados	0,17	0,52	2,98	2,24	2,40	2,35	2,42	1,84
Minerales no metálicos	4,19	4,85	3,32	4,04	2,89	2,62	2,98	2,61
Domésticos	2,44	3,50	2,68	2,97	2,23	2,07	2,36	1,86
Importados	1,75	1,35	0,64	1,08	0,67	0,55	0,62	0,76
Productos de cantera	33,82	48,22	58,01	49,36	56,52	56,83	57,89	61,26
Domésticos	33,82	48,11	57,94	49,30	56,39	56,75	57,77	60,87
Importados	0,00	0,11	0,07	0,06	0,13	0,09	0,12	0,39
Semimanufacturas energéticas	2,74	0,19	0,78	2,02	2,89	2,72	2,70	2,76
Semimanufacturas metales	0,54	0,62	1,78	2,71	2,01	1,90	2,47	2,84
Semimanufacturas minerales	0,12	0,10	0,08	0,01	0,81	0,63	0,76	0,92
Otras bienes importados	2,17	2,54	1,72	3,65	6,32	7,08	7,21	8,06
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Domésticos	85,13	84,47	72,12	69,97	68,49	67,92	67,47	66,77
Importados	14,87	15,53	27,88	30,03	31,51	32,08	32,53	33,23

FUENTE: Véase anexo metodológico.

soluta por más de 17 veces desde 1965, representando en 2000 el 92% de los *inputs* por este concepto. Esta tendencia recoge en parte el efecto sustitución de mi-

neral doméstico por el procedente del resto del mundo, muy patente en el caso del hierro, que suponía casi el 65% del total de importaciones en tonelaje, y en el

del aluminio a través de la bauxita, que casi en su totalidad se origina en el resto del mundo.

En el caso de las sustancias metálicas, los destinos fundamentales han sido, bien la siderurgia (caso del hierro), o la metalurgia no férrea, la química básica y la exportación para el resto de los minerales (24). Merece también la pena destacar que este cambio en la composición de los recursos minerales metálicos entre la parte correspondiente a extracción nacional y la procedente del resto del mundo fue especialmente dramática desde 1985, en que la apertura al exterior derivada de la integración de España a la CEE y el proceso de expansión subsiguiente se realizaron con cargo a unos minerales más baratos procedentes de otros territorios.

Con todo, la anterior presencia de flujos importados se ve atemperada cuando nos enfrentamos a los datos procedentes de los *minerales no metálicos* y los *productos de cantera* (25). En el primero de los casos se observa el fenómeno contrario al mencionado más arriba, y son las sustancias no metálicas importadas las que pierden protagonismo en el total, aunque —y esto es relevante— no dejan por ello de incrementar su cantidad en términos absolutos. El grueso de estas sustancias se engloban en torno a unos pocos materiales como las sales (gema, marina y potásicas) o el cuarzo —siendo su destino fundamental la industria de los fertilizantes y del vidrio—, quedando así en un segundo plano, desde el punto de vista del tonelaje, el resto de los minerales.

En los *productos de cantera*, el escaso volumen de los flujos importados es algo más particular, pues su estructura, fundamentalmente nacional, responde a que su gran tonelaje y escaso valor unitario dificultan el comercio exterior y el transporte a largas distancias, de modo que la abundancia, el fácil acceso y la extracción *in situ* de los mismos hacen que su principal destino sea abastecer la construcción residencial y las infraestructuras públicas domésticas.

En este somero repaso por los *inputs* directos que han recorrido la economía española en las últimas décadas, es necesario hacer también mención a aque-

llos flujos *bióticos* que, sobre todo, son consecuencia de la acción fotosintética de la naturaleza. Excluyendo por motivos metodológicos el agua y el aire, hemos centrado la preocupación contable en la biomasa agrícola, forestal, pesquera y con destino ganadero (vía pastos y pajas).

Tal y como se desprende del cuadro 4, los flujos bióticos directos (producción agrícola, pastos, productos forestales y pescado) se han multiplicado por dos en el período de referencia, pasando de los más de 75 millones de toneladas a mediados de la década de los cincuenta, para llegar a los casi 157 millones de 2000. Un crecimiento que se encuentra claramente por debajo del incremento del PIB, pero que, en cambio, supera el aumento de la población para las mismas fechas.

Como cabría esperar, el grueso del tonelaje directo corresponde a la biomasa vegetal agraria (cultivos), que pasa de representar casi dos tercios de los flujos bióticos a mediados de la década de los cincuenta, a las tres cuartas partes (75%) al finalizar el siglo. Le siguen en orden de importancia los recursos forestales (madera, leña, etc.), que, a pesar de casi doblar su extracción en términos absolutos, se han mantenido, con oscilaciones, en torno al 15%. En la misma línea general, los flujos bióticos marinos experimentan un notable incremento, triplicando su tonelaje y doblando su participación en el total.

La pérdida de importancia de los pastos naturales en los flujos bióticos extraídos y las pajas, se ha venido compensando, precisamente, con la expansión de los cultivos forrajeros y de cereales grano, así como por los piensos compuestos destinados a la alimentación ganadera. Por estas razones, y para no incurrir en dobles contabilizaciones, se deja aquí al margen la biomasa animal doméstica (aunque sí se contabiliza la importada), puesto que el grueso de la alimentación procede de los cultivos mencionados, ya incluidos dentro de los propios flujos agrícolas. En cambio, sí se incorpora el heno cosechado en las praderas naturales y una estimación de los pastos aprovechados a diete por el ganado en los pastizales y dehesas.

Al recabar la información llama también aquí la atención la creciente significación de los flujos importados en el total. Ya se trate de productos agrarios, forestales o pesqueros, la progresión ha sido realmente espectacular, denotando la creciente absorción de recursos bióticos por parte de la economía española, que ha multiplicado sus importaciones globales por más de siete en el período considerado. La particular relevancia de las importaciones de cereales grano y leguminosas con destino a la alimentación de ganado, así como los flujos forestales de madera y leña, o las importaciones de pescado que ya representan casi el 57% del total de *inputs* marinos, han sido los principales responsables.

Pero aquí surge la primera mutación importante. Habida cuenta de que la utilización de combustibles fósiles y minerales en modo alguno cabe calificarla de *producción* sino de mera extracción y adquisición de recursos preexistentes, y de que, en sentido *estricto*, sólo cabe hablar de producción tal y como se hace en ecología, es decir, como generación de productos vegetales por la fotosíntesis, esta transformación ha favorecido que nuestro territorio —al igual que en todos los países ricos— haya pasado de apoyarse mayoritariamente en flujos de recursos renovables (biomasa agrícola, forestal, pesquera, etc.) para satisfacer su modo de producción y consumo, a potenciar la *extracción* masiva de materias primas procedentes de la corteza terrestre y que por ello tienen un carácter agotable.

Como refleja el gráfico 3, haciendo tal vez de la necesidad virtud, el 60% de las casi cuatro toneladas por habitante de energía y materiales que de forma *directa* pasaban por nuestra economía en 1955 procedían de la biomasa vegetal, mientras que el 40% restante tenía su origen en los combustibles fósiles y los minerales. Quince años más tarde, en 1970, la cifra se había duplicado, alcanzando ya las ocho toneladas por habitante, pero los porcentajes se habían trastocado de forma simétrica, acaparando los flujos no renovables el 60% y la biomasa vegetal el 40% restante. En 2000, las 19 toneladas por habitante de requerimientos directos se distribuían ya entre el 70% para com-

LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA...

CUADRO 4
FLUJOS BIÓTICOS DIRECTOS POR GRUPOS, 1955-2000
MILES DE TONELADAS

	1955	1961	1965	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Agrícolas	40.656	55.672	59.692	78.554	99.011	102.530	101.559	90.182	118.524
Domésticos	40.418	53.873	56.497	71.744	92.475	94.535	92.277	76.268	106.279
Importados	238	1.799	3.195	6.810	6.536	7.995	9.282	13.914	12.245
Biomasa pasto	24.753	24.620	23.939	17.239	20.591	17.496	14.955	12.503	19.225
Domésticos	24.749	24.607	23.825	17.142	20.471	17.133	14.619	12.139	18.776
Importados (animal)	4	13	114	97	120	363	336	364	449
Forestales	9.070	20.347	19.415	11.973	13.414	15.991	14.053	16.992	17.288
Domésticos	8.697	20.042	18.772	10.732	11.918	13.083	12.114	14.331	12.237
Importados	373	305	643	1.241	1.496	2.908	1.939	2.661	5.051
Pesqueros	680	928	1.158	1.434	1.466	1.521	1.918	2.138	2.048
Domésticos	676	915	1.121	1.299	1.176	842	1.163	1.254	866
Importados	4	13	37	135	290	679	755	884	1.182
TOTAL	75.159	101.567	104.204	109.200	134.482	137.538	132.485	121.815	157.085
Domésticos	74.540	99.437	100.215	100.917	126.040	125.593	120.173	103.992	138.158
Importados	619	2.130	3.989	8.283	8.442	11.945	12.312	17.823	18.927

FUENTE: Véase anexo metodológico.

bustibles fósiles y minerales, dejando sólo el 20% para la biomasa, repartiéndose el restante 10% entre las semimanufacturas importadas y otros bienes. En esta expansión cabe resaltar la importancia de los *productos de cantera*, que, constituyendo el grueso de los flujos no renovables directos, han sido determinantes en las últimas fases de auge, alimentando los sucesivos *booms* inmobiliarios con una estrategia de aumento del patrimonio inmobiliario —previa destrucción del actualmente existente—, que se ha demostrado muy gravosa desde el punto de vista ambiental.

Cifras, en todo caso, que reflejan un cambio sustancial operado en el metabolismo económico español, al pasar de abastecer su modo de producción y consumo sobre la base de recursos bióticos renovables —que suponen una verdadera «creación» de materia vegetal en el sentido físico y ecológico de la palabra— a apoyarse en la extracción masiva de recursos abióticos procedentes de la corteza terrestre tanto dentro de las fronteras como en terceros países. Si la sostenibilidad ambiental del sistema económico debe articularse a través de fuentes de energía derivadas del sol y del reciclaje y reutilización de los materiales trasegados, el cambio operado en el metabolismo

económico de nuestro país y su acentuación en los últimos tiempos no parecen ir en la dirección adecuada.

Pero la expansión de los flujos *bióticos*, aunque en menor proporción que los no renovables, vino también de la mano de importantes cambios en la lógica ecológica de su aprovechamiento. De un lado, la estrategia *productivista* característica de la evolución de la agricultura, la ganadería y la gestión forestal, se ha asentado sobre la desconexión entre la vocación productiva de los territorios, según sus características ambientales, y los aprovechamientos a que han sido destinados.

Así, en la agricultura, con la introducción de cultivos muy exigentes en agua y nutrientes en zonas de la Península no muy bien dotadas para ello, que han provocando situaciones de sobreexplotación de los recursos propios y de captación masiva de recursos no renovables (petróleo) procedentes de otros territorios, convirtiendo una actividad que tradicionalmente se apoyaba sobre la energía renovable en algo subsidiario de los combustibles fósiles. O en la ganadería, donde la orientación *productivista* incentivó la estabulación y el abandono de los pastos, extendiéndose también la misma lógica a la gestión forestal con la

sustitución de especies autóctonas por otras de crecimiento rápido, y convirtiendo así las «sociedades de árboles» que son los bosques, en los «ejércitos de pinos» de las repoblaciones.

**CICLOS ECONÓMICOS
Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS
NATURALES DIRECTOS**

Pero si, en vez de poner la atención en todo el período, recordamos que la evolución de la economía española en los últimos cincuenta años se ha caracterizado por la presencia de importantes ciclos, no es casual que el análisis se enriquezca al incorporar el efecto de la utilización masiva de los *inputs* directos. Usando como criterio diferenciador la evolución del PIB a lo largo del tiempo podemos dividir la evolución de la economía española en varias etapas de auge y recesión, tal y como se suele hacer habitualmente, y comparar las tasas de crecimiento de los diferentes flujos, tanto monetarios como físicos (26).

Conviene resaltar que, a diferencia de la evolución del resto de los factores productivos como el trabajo o el *stock* de capital, los *inputs* directos (y en especial los abióticos o no renovables) han manteni-

do casi siempre una tasa de crecimiento superior para cada período considerado —ya fuera éste de auge o de declive— (gráfico 4). Es ésta una manifestación que se suele omitir al hablar de la evolución de los factores productivos creyendo que la simple mención a la evolución del capital, el trabajo y la tecnología (el residuo) conjura todas las lagunas explicativas. He aquí, al menos, una parte importante de ese factor residual que la explicación convencional del crecimiento económico no es capaz de desentrañar y que suele identificar generalmente con el «progreso tecnológico».

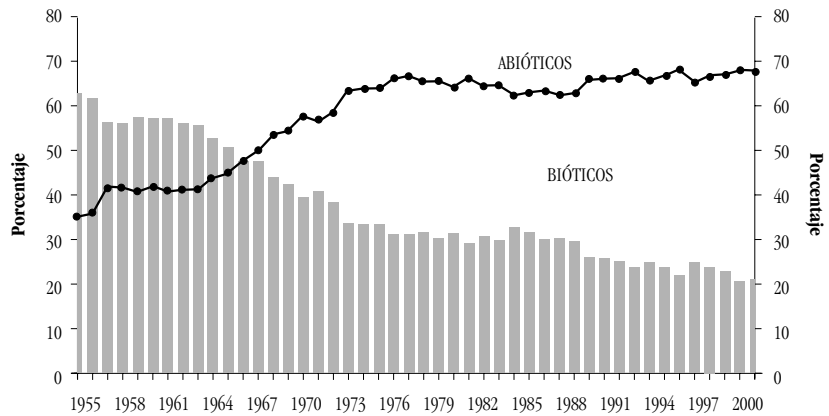
A la luz de la información contenida en el gráfico 4 y el cuadro 5, dejando al margen el año 1957 —por su carácter excepcional—, donde se produce un incremento importante en la extracción de los productos de cantera con fines de obra pública, las tasas de crecimiento de los *inputs* *abióticos duplicaron* y hasta *triplicaron* para algunos años concretos el crecimiento de la producción de bienes y servicios. La fase de mayor expansión de los años sesenta y comienzos de los setenta —dada la crisis que desde 1959 inició la minería del carbón en nuestro país y que duraría hasta 1973— fue posible, por ejemplo, gracias al incremento en las importaciones de recursos energéticos (básicamente petróleo), que con una tasa del 14% más que duplicó la propia tasa de variación del PIB (27).

38

Se alimentó así el crecimiento de un sector industrial —a tasas medias desconocidas del 9%, coincidentes con la tasa de crecimiento de los *inputs* *abióticos*—, que permitió actividades transformadoras como la petroquímica o la industria automovilística, altamente tributarias tanto del consumo de crudo como de minerales metálicos y no metálicos. De igual modo, fue factible el espectacular crecimiento en el consumo de electricidad, que, *con cargo al mismo petróleo*, se multiplicó por seis: de 12.000 a 76.000 Gwh entre 1950 y 1973 (Sudriá, 1997, 179; y 1987), permitiendo la mayor utilización, no sólo de los hogares, sino también del propio tejido industrial —caso, por ejemplo, de las cementeras—.

Para lograr este incremento, «...hubo que recurrir a la construcción de centrales tér-

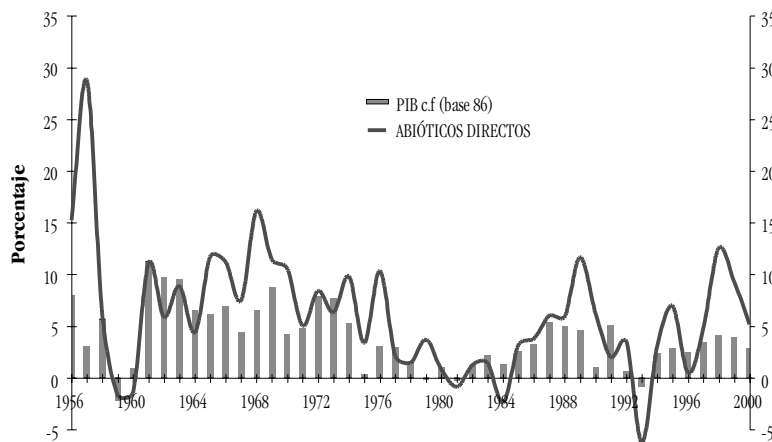
GRÁFICO 3
DE LA «ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN» A LA «ECONOMÍA DE LA ADQUISICIÓN»: IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS DISTINTOS RECURSOS EN LOS FLUJOS DIRECTOS TOTALES DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA, 1955-2000



Nota: El porcentaje que resta, en cada año, hasta 100 (que en 2000 apenas llega al 10%), se debe a las importaciones de semimanufacturas energéticas, metálicas, minerales y al resto de bienes importados.

FUENTE: Véase Anexo metodológico.

GRÁFICO 4
TASAS DE VARIACIÓN DE LOS *INPUTS* ABIÓTICOS DIRECTOS Y EL PIB c.f., 1956-2000



FUENTE: Véase Anexo metodológico.

micas de gran capacidad. Algunas fueron situadas en las cuencas mineras, pero la mayoría se ubicaron en la costa y fueron diseñadas para consumir derivados del petróleo». De hecho, a mediados de los setenta, el petróleo y el carbón generaban a través de centrales térmicas más de la mitad de la electricidad (33% y 19% respectivamente), dejando el 39% para la hidroeléctricas y un 9% para las nucleares. Lo que explica también que el grueso de los carbones nacionales (hulla, antracita y lig-

nito) acabase teniendo como principal destino el abastecimiento de aquellas centrales, al haber perdido ya su posición hegemónica tanto en la industria (salvo la siderurgia) como en el transporte ferroviario y marítimo; o en el consumo de los hogares, que sustituyeron progresivamente el consumo de hulla por la electricidad y los gases licuados del petróleo.

Cambios todos ellos influidos por motivos tecnológicos en el caso industrial o,

LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA...

caso de los hogares, acompañados de procesos de migración interior, crecimiento de las ciudades y cambios en las pautas de consumo de la población favorecidos desde instancias políticas. Pero la conjunción entre el crecimiento económico general de la década de los sesenta y la crisis carbonera fue acompañada también de dificultades profundas en el caso de la minería metálica.

La demostración más evidente del mal trago fue la progresiva desaparición de explotaciones que, tal y como muestra el cuadro 6, supuso una auténtica sangría, con reducciones de más del 50% en los grupos mineros en funcionamiento. De entre los minerales metálicos más afectados se encuentra el hierro, que, de comenzar la década de los sesenta con 300 explotaciones, terminó la misma con apenas 90; o el cobre, que con 22 minas en funcionamiento en 1961, sólo mantenía dos en 1970 (28), acabando casi el siglo con apenas tres explotaciones.

Ahora bien, lejos de variar las extracciones, la economía española no redujo sus demandas de *inputs* abióticos, creciendo las sustancias metálicas y no metálicas a un ritmo superior al 5%. Situación que conviene analizar, resaltando que las cifras de abandono de yacimientos informan tanto de la desaparición de las pequeñas explotaciones de minería interior simultáneas al auge de las grandes y reducidas explotaciones a cielo abierto (29) como del esfuerzo que, en términos de importaciones, fue preciso realizar para alimentar una maquinaria económica que no se detenía en sus exigencias de minerales y metales. Lo que casa bien con el auge de importaciones de semimanufacturas metálicas donde el grueso recae precisamente en el hierro y aceros fundidos como sustancias mayoritarias.

En este repaso de los años «expansivos» no conviene olvidar tampoco la contribución realizada por la importante extracción de productos de cantera, necesarios para el incremento y renovación del incipiente *stock* de capital tanto público como privado. No en vano fueron precisamente en esos años cuando se acometió la construcción de infraestructuras y la ampliación de numerosas urbes, con la edificación de viviendas para acoger a

CUADRO 5
TASAS DE VARIACIÓN MEDIA ANUAL ACUMULATIVA
DE LOS INPUTS ABIÓTICOS DIRECTOS EN SENTIDO AMPLIO
EN TONELADAS, 1955-2000 (%)

	1955- -1961	1961- -1975	1975- -1985	1985- -1991	1991- -1993	1993- -1995	1995- -2000
Energéticos	5,0	7,4	4,2	1,2	-1,5	0,7	3,2
Domésticos	1,8	0,1	10,2	-2,8	-3,6	-5,7	-4,1
Importados	14,8	14,0	1,2	3,9	-0,5	3,7	5,7
Metálicos	3,0	5,2	-1,2	-1,0	-9,2	4,4	-3,2
Domésticos	2,4	2,0	-1,5	-8,9	-21,3	-2,1	-23,5
Importados	31,2	23,1	-0,8	7,1	-2,9	6,8	0,8
No metálicos	11,7	5,8	4,1	0,2	-6,7	12,3	3,7
Domésticos	15,7	6,6	3,1	1,0	-5,4	12,4	1,4
Importados	4,4	3,0	7,5	-2,2	-11,2	12,0	10,9
P. Cantera	15,6	10,1	0,4	8,4	-1,6	6,3	7,6
Domésticos	15,6	10,1	0,4	8,3	-1,6	6,3	7,5
Importados	108,4	5,5	-0,1	21,3	-20,4	24,2	34,4
Semimanufacturas energéticas	-30,3	20,3	12,3	12,5	-4,9	5,1	6,8
Semimanufacturas metálicas	11,6	17,2	6,4	0,8	-4,5	20,2	9,4
Semimanufacturas minerales	6,2	7,2	-22,3	144,1	-13,0	15,3	10,5
Otros bienes importados	11,9	5,7	10,0	16,1	3,8	6,3	8,8
TOTAL ABIÓTICOS (amplio)	9,0	8,7	2,0	5,9	-1,9	5,4	6,4
Domésticos	8,9	7,5	1,7	5,6	-2,3	5,0	6,2
Importados	9,8	13,3	2,8	6,8	-1,0	6,1	6,9
PROMEMORIA (ptas. de 1986)							
PIB coste de los factores	4,3	6,3	1,5	4,0	-0,1	2,5	3,3
VAB agricultura	4,1	2,1	1,6	0,0	-0,8	-10,0	2,9
VAB industria	6,4	9,0	0,8	3,6	-1,5	4,0	4,1
VAB construcción	1,2	7,9	-1,8	8,4	-5,4	4,1	4,4
VAB servicios	3,8	5,8	1,9	4,4	0,0	2,2	3,4
PIB per cápita	3,4	5,2	0,7	3,7	-0,3	2,4	2,6
Trabajo (empleados)	0,3	0,7	-1,4	2,6	-3,3	1,7	3,7
Stock de capital	—	4,7	2,9	3,6	2,8	2,4	2,6
Directos/PIB	4,8	2,1	0,1	1,1	-1,9	2,2	2,6
Directos/habitante	8,4	7,4	0,7	4,9	-2,2	4,7	5,4

FUENTE: Véase Anexo metodológico.

una población creciente procedente de la migración interior y que fomentó —como mano de obra— la expansión industrial, dando lugar a un fenómeno, por lo demás, bien documentado. Tampoco es casual que este grupo de sustancias fueran las únicas que vieran incrementar el número de explotaciones, pasando de las 3.309 de 1965 a las 3.666 de 1975.

Pero la carrera comenzada en la década de los sesenta tuvo una prolongación no deseada años más tarde. Desde el punto de vista de los recursos naturales abióticos,

la crisis económica que se instaló en España entre 1975 y 1985 hizo decaer sensiblemente la utilización de *inputs* materiales —simultáneamente con la caída de la actividad—, lo que deparó un crecimiento casi idéntico muy reducido de ambas variables (flujos directos y PIB). En este escenario, sin embargo, la evolución de los yacimientos energéticos domésticos siguió una senda diferente a la de etapas anteriores. Habida cuenta de la coyuntura internacional de elevados precios del petróleo, que duró hasta la mitad de los ochenta, se alentaron tanto la aper-

CUADRO 6
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE MINAS O GRUPOS MINEROS POR TIPOS DE SUSTANCIAS, 1955-2000

	1955	1965	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Energéticos	560	416 (a)	162	268	171	162	135	84
M. metálicos	645	355 (b)	148	71	21	13	15	10
M. no metálicos	252	544	460	301	210	193	190	185
P. cantera	1.964	3.309	3.666	2.981	3.044	3.147	3.158	3.485
TOTAL	3.421	4.624	4.436	3.621	3.446	3.515	3.498	3.764

(a) Incluye las explotaciones de uranio. (b) Incluye las explotaciones de bauxita.

FUENTE: MINER (varios años): *Estadística Minera de España*.

tura de minas de carbón abandonadas años antes como una mayor extracción de las que ya estaban en funcionamiento, que, en el caso de los combustibles fósiles, derivó en el aumento en el número de explotaciones.

A partir del Plan Energético Nacional 1978-1987 se propusieron una serie de medidas encaminadas a la reducción en la dependencia del crudo exterior, como fueron el Plan de Construcción de Centrales Térmicas de Carbón, o los incentivos para la sustitución de fuel-oil por carbón por parte de los grandes consumidores industriales. Aunque se lograron sustituciones no despreciables, la vuelta de los precios del petróleo a una senda de «normalidad» a partir de mediados de los ochenta quebró esa tendencia respecto al crudo y sus derivados importados, que tampoco pudo compensarse con la apertura de yacimientos domésticos relacionados con nuevas fuentes —muy marginales— de gas natural en Vizcaya o de petróleo en Casablanca y Ayoluengo.

Ahora bien, el auge experimentado por la economía española en el segundo quinquenio de la década de los ochenta puso de manifiesto tanto la aportación que a dicho crecimiento realizaron la energía importada (petróleo y gas natural) y los productos de cantera como el repliegue del resto de recursos abióticos. Para explicar esta circunstancia cabe apelar a factores internos y externos de diversa índole.

Entre los primeros se pueden subrayar las consecuencias del proceso de reconversión industrial llevado a cabo en nuestro país, que, como también atestigua el cuadro 6, supuso el cierre o la suspensión

temporal de actividad de muchas explotaciones mineras con fuertes dificultades de rentabilidad arrastradas desde la época de la crisis económica anterior. Es precisamente ahora cuando los minerales metálicos acompañan una importante reducción en la extracción doméstica en tonelaje (−8,9%) con el cierre masivo de explotaciones —pasando de las ya menguadas 71 en 1985 a las 21 de 1991—, que afectó a las principales sustancias, como el hierro, las piritas, el cobre y el plomo. Esta caída en la extracción doméstica fue, en parte, compensada con cargo a importaciones del resto del mundo que, aunque crecieron a una tasa importante (7,1%) no lograron enderezar del todo el declive del grupo.

Por lo que hace a los condicionantes internacionales, el cambio en el marco institucional, consecuencia de la entrada en la CEE y la volatilidad y tendencia a la baja, en cuanto a precio y calidad, de los mercados de materias primas minerales, hizo que la debilidad interna se reforzara por las dificultades de competir en los mercados mundiales, donde algunos países pobres como Brasil o Venezuela iban ganando posiciones (30).

Parecidas consideraciones, aunque sin llegar a tasas negativas de crecimiento, pueden realizarse también para el caso de los minerales no metálicos, aunque con una caída en el número de explotaciones menos pronunciada y que afectó sobre todo a las sales en general y a las potásicas en particular.

Con todo, la masiva utilización de productos de cantera y el crecimiento en la utilización de energía importada (3,9%) proporcionaron los suficientes recursos

con que alimentar el boom inmobiliario y económico de finales de los ochenta (1985-1991) (Naredo, 1996, 1-70), que paró tasas de crecimiento que, como en el caso de los productos de cantera, doblaron al incremento del producto interior bruto al coste de los factores. Tal fue la estrecha relación entre crecimiento económico y las rocas de cantera que, en apenas siete años, la extracción de éstas aumentó un 62% pasando de los 146 millones de toneladas en 1985 a los 236 millones de 1991, con unas consecuencias ambientales en las que profundizaremos algo más adelante.

Así las cosas, después de una expansión que presenta unos rasgos en exigencia de recursos naturales tan marcados, en 1992-1993 apareció una breve aunque intensa crisis, que desembocó en una caída sin paliativos del PIB, fruto tanto de los fastos de 1992 como de las consecuencias de una política económica que exacerbó los comportamientos especulativos y fomentó las consabidas «burbujas» inmobiliario-financieras.

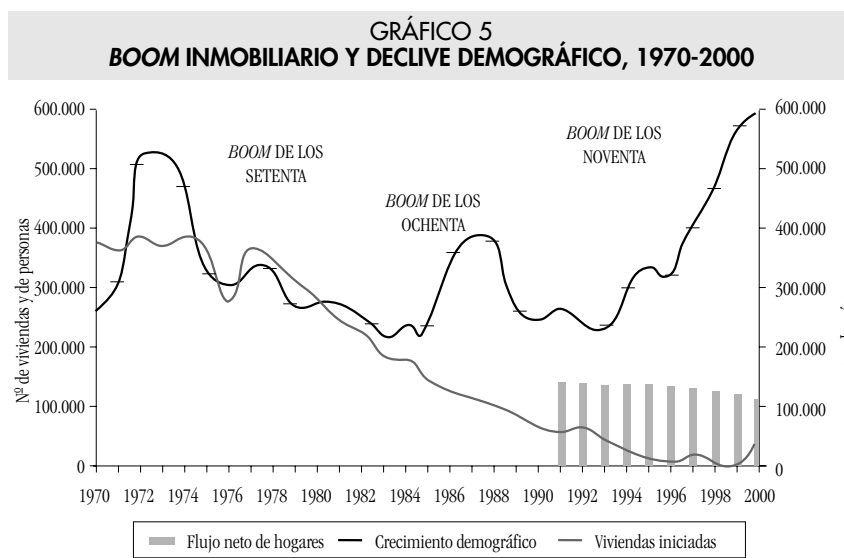
Precisamente, desde la *segunda mitad de los ochenta*, el avance de esta estrategia económica llevó consigo un importante divorcio. Por un lado, las dos últimas escaladas de precios inmobiliarios y construcción de viviendas evolucionaron de espaldas al declive demográfico iniciado a partir de mediados de los setenta y que aparece reflejado en el gráfico 5. Pero a diferencia del boom de comienzos de los setenta —prolongación de la fase de los «años de desarrollo» anteriores—, cuando se iniciaban 555 mil viviendas como media entre 1971-1974, con crecimientos poblacionales de casi 400 mil personas/año; desde mediados de los ochenta se produ-

ce una divergencia importante entre viviendas nuevas y aumento de la población, alcanzando cotas desproporcionadas a finales de los noventa. Así, con un crecimiento demográfico prácticamente nulo, se han iniciado casi 600 mil viviendas, un número incluso superior al de comienzos de los setenta, pero con 400 mil nacimientos menos cada año. Un panorama que tampoco mejora cuando se tiene en cuenta la evolución del número de hogares que anualmente se incorporan al mercado como demandantes potenciales de vivienda.

Lo que avala el hecho de que, desde hace tiempo, nuestro país ostente el récord europeo de viviendas desocupadas y secundarias en una muestra más del sesgo especulativo —que no atiende a razones de uso— alcanzado por el mercado en nuestro territorio. No en vano, el Padrón Municipal de Madrid en 1996 registraba que el 85% del aumento de las viviendas ocurrido entre 1991 y 1996 engrosaba el colectivo de viviendas secundarias y desocupadas (Naredo y Carpintero, 2002, 73).

Pero, dado que el agente principal de la recuperación en las dos últimas décadas ha venido siendo el sector de la construcción conviene adelantar algunas cuestiones, pues los datos permiten analizar ciertas consecuencias de un *boom* que, por otro lado, dio lugar a importantes transformaciones patrimoniales, fruto de la generación de plusvalías inmobiliarias y bursátiles (31). *Cabe apuntar que el uso generalizado de productos de cantera en ese período fue la respuesta a una ya vieja estrategia de inversión en inmuebles que ha venido favoreciendo, desde hace décadas, la demolición y la nueva construcción frente a la rehabilitación y el acondicionamiento de viviendas antiguas* (32).

Los datos que avalan esa hipótesis son bastante concluyentes. Tal y como se subraya en un reciente estudio: «...en el Censo de 1950 aparecen cerca de tres millones y medio de edificios destinados a vivienda construidos antes de 1900, que fueron desapareciendo hasta quedar menos de un millón en 1990, como registra el censo de ese año. Si a esta «muerte» de edificios anteriores se añade la más moderada de los edificios de menor antigüe-



FUENTE: Naredo y Carpintero (2002), a partir de las fuentes allí indicadas.

dad, se observa que en ese período de cuarenta años desaparecieron cerca de dos millones y medio de edificios destinados a vivienda, mientras que el total de *stock* de edificios destinados a este fin apenas aumentó en algo más de dos millones, por lo que se puede concluir que, aproximadamente, se registró una «muerte» por cada dos «nacimientos» (Ministerio de Fomento, 2000, 17).

Una tendencia que llama aún más la atención cuando consideramos los antecedentes históricos de nuestro país en relación con otros territorios de la Unión Europea. En efecto, España es el lugar cuyo parque inmobiliario conserva una menor proporción de viviendas anteriores a 1940-1945 sobre el total (20%), hecho éste que podría ser explicado por razones de la contienda civil de 1936-1939, pero que casa mal con el porcentaje de viviendas con esas características en países, como Alemania, mucho más castigados que el nuestro como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial y que mantienen porcentajes más elevados de viviendas antiguas (33%) (Ministerio de Fomento, 2000, 23). Así se explica que el desplazamiento del sector hacia la nueva construcción, tanto de viviendas como de infraestructuras, se tradujese en una mayor demanda de recursos naturales, pues cada edificio viene exigiendo por término medio 3,5 toneladas/m² de materiales, y cada metro cua-

drado de carretera demanda también 1,9 toneladas.

Lo que se agrava aún más al comprobar que, en el caso de las viviendas, el 97% del tonelaje de los materiales incorporados al edificio procede de recursos abióticos (principalmente piedra, arena y grava, pero también plásticos, pinturas, etc.), llegando al 100% cuando se trata de las infraestructuras de carretera (33). Una estrategia que, como veremos más adelante, no sólo implica una presión importante sobre los recursos del territorio, sino que también abona comportamientos poco preocupados por la reutilización y el reciclaje de aquellas sustancias ya extraídas y explotadas.

**LOS FLUJOS OCULTOS
O INDIRECTOS: UNA MOCHILA
ECOLÓGICA QUE SE MUESTRA
DEMASIADO PESADA**

Pero lo que el análisis económico convencional suele olvidar —incluso cuando se ocupa de los recursos naturales— es que poner en juego todo ese volumen de flujos directos exige un coste adicional en recursos que es necesario movilizar para obtener en forma útil lo que más tarde se incorporará a la cadena del valor económico. Hay que advertir que en el caso concreto de los flujos abióticos o no renovables, los datos razonablemente sol-

ventes de extracciones globales contrastan con la escasez de información a nivel microeconómico, y con la «carencia generalizada de datos precisos y fiables sobre el conocimiento de los tonelajes y leyes de nuestros yacimientos» (Ortiz 1993, 148) (34). No en vano, hace años se recordaba con un deje de amargura: «...ha hecho crisis la minería tradicional. Con ella se ha llevado mil datos y, también, mil problemas» (Velarde, 1986, 5).

Esta dificultad informativa se hace especialmente grave a la hora de calcular las «mochilas de deterioro ecológico» o flujos ocultos, lo que nos ha llevado a efectuar estimaciones que completan la información disponible con la ayuda de coeficientes que, para casos análogos, se han utilizado en la literatura correspondiente. Sin entrar en el detalle, cabe señalar que, siempre que se ha podido, se han tenido en cuenta las dos partes que componen los flujos ocultos (ganga, o flujos subordinados, y estériles o sobrecarga). Distinción que adquiere especial importancia en el caso de los minerales metálicos, pues es sabida la relación inversa entre el contenido en metal de las menas y la ganga, y los estériles asociados a su explotación. Dado que las cifras de producción vendible para la mayoría de estas sustancias se ofrecen en forma de concentrado, hemos tenido que estimar las leyes del mineral correspondiente para cada año y luego sumar la estimación de la sobrecarga (movimiento de tierras necesario para acceder a la mena que contiene el metal) por medio de los oportunos coeficientes para cada sustancia.

Asumiendo estas limitaciones, la metodología empleada se revela de especial importancia para captar, aunque sea en parte y sólo a nivel agregado, el aumento de la generación de estériles por la explotación progresiva de yacimientos con menor ley. No en vano, antes de acometer este cálculo existían indicios suficientes para pensar que, a expensas de refinamientos futuros que mejoren las cifras aquí presentadas, este fenómeno ha aquejado también a los yacimientos españoles de minerales.

Así, por ejemplo, en el caso de una de las actividades más agresivas como es la minería del cobre, y dentro de lo que se co-

noce como «faja pirítica ibérica» —que recorre 250 kilómetros desde el Valle del Guadalquivir hasta el Valle del Río Sado en Portugal— las leyes de este mineral en 1930 en Ríotinto estaban en un entorno del 1%-1,8% (Morera, 1986, 304), y ello tras una importante demanda de cobre a nivel mundial que culminó en 1912 como consecuencia del proceso de electrificación masiva. Sin embargo, a partir de ese momento, la extracción declinó «principalmente por el continuo descenso de la ley de los minerales» (Morera, 1986, 306), y por esta razón hubo que esperar hasta 1970 para que la puesta en funcionamiento de la nueva fundición de Huelva permitiera un aprovechamiento de los yacimientos con leyes muy bajas.

Los datos disponibles para finales del siglo XX muestran que, ya hace veinte años, en la década de 1980, las leyes de yacimientos diseminados se redujeron muy por debajo del 1%, (0,60% en Cerro Colorado, 0,47% en Santiago o 0,58% en Aznalcóllar) (35), a lo que habría que sumar que en las fases posteriores a la extracción, los minerales necesitasen de unas moliendas especialmente finas para liberar el metal, en comparación con las mismas necesidades de otros minerales procedentes de yacimientos extranjeros. Lo que hace que el resultado de la fase de la concentración del mineral tampoco arroje una situación mejor, pues la peculiar estructura de nuestras menas, abundantes en especies pobres en cobre como la calcopirita (que en estado puro tiene un contenido de metal en torno al 34%) frente a otras más ricas como la calcosina (79%) o la bornita (63%) lo ha dificultado (Morera, 1986, 320).

La conjunción de ambos factores ha determinado que actualmente, en promedio, *una tonelada de mineral extraído en nuestro territorio contenga sólo entre 4,7 y 6 kilogramos de cobre*, y que en ese proceso se generen entre *166 y 212 kilogramos de residuo por kilogramo de metal*, llegando a cerca de 450 kilogramos incluyendo la sobrecarga (36). Cifras todas importantes si consideramos que, en el caso de Estados Unidos, «el sector de la minería del cobre por sí solo es responsable de más de un tercio del total de residuos sólidos generados por el sector de la minería metálica» (U.S. Environmental

Protection Agency, 1985. Citado por Ruth, 1995, 204).

Así las cosas, las bajas leyes, unidas a la mala calidad de los yacimientos y la coyuntura de precios, muy oscilante y desfavorable, acabaron llevando durante largos años al progresivo abandono de la actividad, quedando en 1995 sólo tres establecimientos, uno de los cuales desapareció un año más tarde, debido al agotamiento del yacimiento de cobre de Aznalcóllar por la empresa Boliden. Es fácil comprender, entonces, que la economía española sea crónicamente deficitaria en términos de metal de cobre contenido, llegando ya a mediados de los noventa a una dependencia del 85,5% (ITGME, 1995).

Pero la pobreza de las leyes, y por tanto el mayor impacto ambiental, no es sólo una característica exclusiva del cobre. En el caso de otra sustancia importante como el hierro, que constituye la principal materia prima de la siderurgia, tanto las leyes comparativamente bajas (que varían, según las zonas, entre el 48% del noroeste, el 35%-40% del norte, el 44% del centro y el levante, o el intervalo del 38%-60% del sureste) (Koerting, 1986, 339-340) como la mala calidad del mineral (con alto contenido en fósforo y azufre, en ocasiones) han tenido repercusiones ambientales directas. Algo parecido se puede decir también del cinc, del plomo, del estaño o del wolframio, con leyes generalmente entre el 1% y el 2% (37).

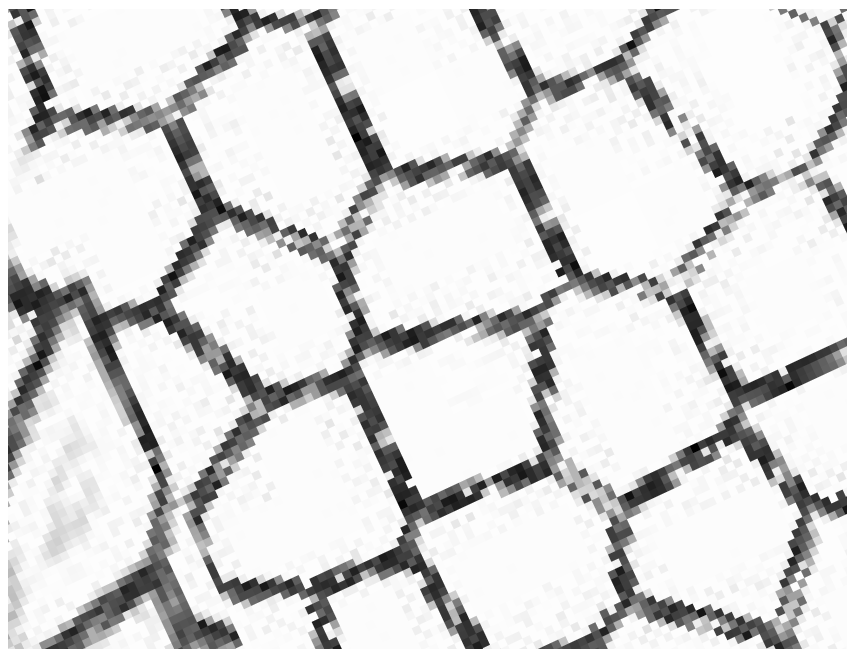
Ahora bien, el resultado final en términos de impacto ambiental *cuantitativo* sobre el territorio no sólo depende del esfuerzo que hay que hacer para extraer minerales con menores leyes, sino de la forma de laboreo empleada en esa tarea. De las dos maneras tradicionales de trabajar la mina —subterráneamente y a cielo abierto—, la proliferación de la segunda opción desde los años cincuenta en nuestro país ha acentuado la degradación ambiental provocada por las actividades extractivas. Conviene subrayar que el laboreo a cielo abierto genera, por término medio, *ocho veces más residuos por tonelada de mineral* que la minería subterránea (Wahrhust, 1994, 20), y que, en el caso de nuestro país, numerosas explotaciones han adoptado esta forma de extraer el

mineral, como lo demuestran los casos del cobre, el estaño o el wolframio, donde la proporción entre el cielo abierto y la minería subterránea viene a ser de dos tercios y un tercio.

A decir verdad, a medida que se reducen las leyes, la minería a cielo abierto surge como la opción más apreciada, lo que se demuestra además por el espectacular incremento experimentado en el consumo de explosivos en los últimos años, que ha pasado, por ejemplo, de las 17 mil toneladas en 1971 a las 62 mil de 2000, no siendo ajena a esta tendencia una peculiar coyuntura minera en declive que buscaba rentabilidad al menor coste.

Algunas cifras ponen sobre el tapete la importancia adquirida por esta técnica con relación a las toneladas de mineral obtenidas, mostrándose cómo las sustancias metálicas hasta 1995 han multiplicado por tres sus requerimientos, pasando de demandar apenas medio kilogramo de explosivo por tonelada en 1975 a necesitar kilogramo y medio a mediados de los noventa, haciendo así frente a la reducción de la ley de los yacimientos explotados, como lo demuestra el que en el último quinquenio del siglo estos requerimientos aumentaran en nueve veces con relación al mineral metálico extraído. Pero, además de los explosivos, la agresividad de la minería a cielo abierto se ha visto complementada por la creciente adquisición de maquinaria pesada en las explotaciones, lo que ha posibilitado un mayor arranque del mineral de manera continua a través de instrumentos como las rotopalas o excavadoras de rodete que permiten no sólo el arranque sino también la carga, sin menoscabo de la maquinaria utilizada tradicionalmente (38).

A la luz de estas consideraciones generales, podemos obtener ahora una primera aproximación al impacto ambiental *cuantitativo* producido por las actividades extractivas (bióticas y abióticas) en nuestro país. Se pondrá aquí el acento en un aspecto particular como es el tonelaje que, en términos de movimiento de tierras y subproductos estériles sin valor, es preciso poner en juego para extraer los metales y productos energéticos contenidos en la corteza terrestre. Lo que de mo-



mento excluye, dada la naturaleza de nuestra investigación, otro tipo de impactos derivados de la extracción como podrían ser la ocupación de territorio (39), el vertido de residuos líquidos derivados del lavado de metal, las emisiones de contaminantes a la atmósfera en la fase de procesamiento, problemas de salud pública, etc. (40).

Tal y como atestigua el cuadro 7, el total de los flujos ocultos generados por la extracción e importación total de recursos directos ascendía en 2000 a 740 millones de toneladas, de las cuales el grueso estaban relacionadas con los flujos abióticos en sus diferentes modalidades (energéticos, minerales y productos de cantera). Si a esta cantidad se añaden otros flujos que se podrían considerar así mismo dentro de este apartado (semimanufacturas de todo tipo y flujos excavados), el montante total ascendería casi al 95%.

La mochila ecológica que conforman estos flujos en asociación con los directamente extraídos ha oscilado considerablemente en el tiempo. Si no realizamos ninguna consideración sobre la procedencia de los *inputs* ocultos (importados o domésticos) en el total, en 1955 la extracción de cada tonelada de recursos generaba por término medio 1,22 toneladas de flujos ocultos sólidos abióticos y bióticos, mientras que en 2000 esta cantidad

había disminuido hasta las 0,96 toneladas. Esta reducción del 21% no debería llevarnos a la conclusión apresurada de que la extracción e importación de recursos se está realizando de una manera menos agresiva con el entorno.

Este hecho refleja, efectivamente, que la generación de residuos *sólidos* por tonelada de *inputs* ha descendido, pero hay que tener presente al menos dos aspectos. De un lado, la subestimación de los flujos ocultos realizada que no incorpora aquellos derivados de las actividades de dragado ni de numerosos productos manufacturados para los que no se han calculado «mochilas». Por otra parte, la mencionada reducción se ha producido *a costa de un aumento de la emisión de residuos gaseosos* a la atmósfera tal que las estadísticas de emisiones atmosféricas de CO₂ vienen a poner de manifiesto. Fenómeno éste que también ha ocurrido en otros países cuando se estudia el metabolismo de las economías industriales desde el lado del *output*, contabilizándose el incremento de residuos que se emiten a la atmósfera simultáneamente a la reducción de los vertidos a otros medios (Matthews *et al.*, 2000).

Pero no hará falta recurrir al cómputo de unos flujos como los gaseosos —excluidos previamente del análisis por motivos metodológicos— para demostrar que la

mochila ecológica no ha menguado tanto en realidad. Las razones hay que buscarlas en la evolución de los flujos abióticos como responsables principales del volumen y composición de estas mochilas de deterioro ecológico. Una parte considerable de la reducción de la generación de la mochila en la década de los sesenta tuvo que ver con la progresiva sustitución del carbón nacional por el crudo exterior, consecuencia de la crisis carbonera iniciada en 1959, que, sin mermas en el consumo, produjo una reducción en la generación de estériles considerable (41).

A esta circunstancia hay que sumar la incorporación masiva de los productos de cantera con que sufragar la expansión de la construcción y las ciudades en la década de los sesenta, que si bien contribuyeron fuertemente al crecimiento de los *inputs* directos, no supusieron un incremento similar en el caso de los ocultos, dado su bajo coeficiente de generación.

Además, el crecimiento de la mochila ecológica desde los años setenta ha venido acompañado tanto de una intensificación como de un desplazamiento hacia la explotación de minerales con mayores costes ambientales en términos domésticos e importados. Consecuencia normal, habida cuenta también del incremento de la ganga y los estériles por la progresiva extracción de yacimientos con menor ley, que en este caso hemos considerado parcialmente.

44

Hay que advertir, además, que los minerales metálicos (hierro, cobre, cinc, etc.) globalmente considerados han generado crecientes mochilas de deterioro ecológico, al pasar de las 3,54 toneladas como media por tonelada de sustancia directa extraída e importada en 1955 a las 9,48 toneladas de 2000. No en vano aquí se incluyen, por ejemplo, y dependiendo de los años, las casi 500 toneladas que en forma de ganga y estériles se generan en la extracción de una tonelada de cobre, las cuatro para el caso del hierro, las casi 80 del plomo, las 27 del cinc, las más de 400 del mercurio, o las 150.000 para el caso del oro.

Asimismo, el comportamiento de los minerales no metálicos y los productos de cantera presentan una cifras más estables,

situándose la mochila ecológica de esas sustancias por debajo de las otras dos fracciones. Mientras en los productos energéticos la década de los ochenta protagonizó el fenómeno contrario al acaecido en los sesenta: las dos elevaciones del crudo de los setenta influyeron en la apertura de explotaciones abandonadas, a la par que de otras nuevas, ejerciendo un desplazamiento en la mochila ecológica en favor de los carbones, con una alta relación ocultos-directos (de 5,7 para la hulla y la antracita y de 6,05 para el lignito), sin por ello dejar de utilizar petróleo, aunque de manera más matizada que antes. Lo que, de paso, explica por qué las proporciones de flujos ocultos sobre el total dan al traste con las relaciones estudiadas desde el punto de vista de los *inputs* directos: mientras, por ejemplo, la mayoría de los flujos energéticos utilizados en tonelaje procedían del resto del mundo, los flujos ocultos asociados con las extracciones totales se concentran dentro de nuestras fronteras ofreciendo un reparto justamente invertido al anterior (dos tercios domésticos y un tercio importados, mejorando el equilibrio en 2000).

El progresivo cierre de explotaciones de minerales metálicos que alcanza niveles dramáticos a finales de la década de los noventa explica que las tornas también se cambien en el caso de este grupo de sustancias. Con esa misma tabla en la mano, vemos que dentro de esa fracción mayoritaria dominan los minerales metálicos y los productos energéticos, de una forma absoluta en los primeros años de la década de los cincuenta, para luego, desde la década de los ochenta, ir cediendo algo de terreno a favor de las semimanufacturas importadas y los productos de cantera.

Un tratamiento algo diferenciado merecen un tipo de flujos que se incorporan al análisis sólo en calidad de *inputs* ocultos derivados de la excavación de viviendas e infraestructuras de carretera. El movimiento de tierras derivado de estas actividades se ha incrementado considerablemente en los últimos cuarenta años, aunque ha experimentado fuertes oscilaciones como consecuencia, principalmente, del comportamiento intermitente en la construcción de carreteras y autopistas. Por ejemplo, la cifra estimada de 86,7 millones de toneladas para 1999 supera am-

pliamente (entre 4,5 y 2,4 veces) los dos extremos del intervalo propuesto por el Ministerio de Medio Ambiente para el total de residuos de construcción y demolición de la economía española (42) —suponiendo ese mismo año 1999 como término de comparación—. Resultado que se encuentra en la línea apuntada para otros países donde, en caso de incluirse, la fracción procedente del movimiento de tierras es francamente mayoritaria. Las hipótesis de cálculo barajadas por el PNRCD en términos de kg/hab. no acaban de tener en cuenta que, tal y como hemos señalado, el año 1999 se encuentra en el centro del auge inmobiliario de finales de esa década.

A estos datos comentados habría que añadir también algunos elementos adicionales que enriquecen la reflexión sobre el impacto ambiental de las edificaciones y que van más allá del mero movimiento de tierras. No en vano, el escenario descrito adquiere especial importancia cuando recordamos que, tal y como señalamos en páginas anteriores, el sector de la construcción y la política general de vivienda en nuestro país ha mostrado durante las últimas décadas mayor interés por la nueva construcción y demolición de viviendas antiguas que por la restauración y recuperación de los inmuebles que se mantenían en pie. A falta de las apropiadas estadísticas sobre residuos de construcción y demolición, algunas aproximaciones comparativas demuestran que, a finales de la década de los noventa, en España se generaban 13 millones de estos residuos (43) (excluido el movimiento de tierras), de los cuales más del 95% tenían como destino el vertedero y menos del 5% eran reutilizados o reciclados.

Estas cifras contrastan negativamente con las de otros países como Holanda donde se invierten justamente los porcentajes (90% de reutilización y reciclaje), Bélgica (87%), Dinamarca (81%), o Reino Unido (45%). Lo que demuestra que países como España, junto con Irlanda y Portugal, que presentan similares porcentajes, ofrecen en términos de energía y materiales una imagen de despildeo poco acorde con su posición de furgón de cola de la Unión Europea. Más aún cuando, como sucede en nuestro país, esta situación descansa sobre una persistente política

LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA...

CUADRO 7
EVOLUCIÓN DE LOS **INPUTS OCULTOS DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA, 1955-2000**
MILES DE TONELADAS Y AÑOS SELECCIONADOS

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Abióticos	121.685	148.541	223.981	448.433	457.190	435.113	424.113	514.070
Domésticos	115.756	140.354	1269.224	365.754	333.879	310.025	288.993	295.151
Importados	5.929	8.187	54.758	82.680	123.311	125.519	135.120	218.919
Bióticos	8.824	13.412	24.944	27.345	31.741	29.174	35.407	37.180
Domésticos	8.038	10.864	17.786	20.653	21.826	20.714	21.998	21.946
Importados	786	2.548	7.158	6.693	9.915	8.460	13.408	15.233
Semimanufacturas totales (a)	2.035	5.776	39.532	44.615	76.791	83.165	108.879	131.717
Flujos excavados	14.112	26.939	51.228	55.938	78.539	64.602	56.376	57.808
Ocultos totales	146.657	195.567	339.685	576.332	644.261	612.485	624.775	740.774
Domésticos	137.906	178.156	238.238	442.345	434.245	395.341	367.367	374.905
Importados	8.750	17.221	101.447	133.987	210.016	217.144	257.409	365.869
Promemoria								
Erosión	367.683	374.569	412.046	415.640	432.867	421.921	399.880	401.448
Erosión media (tm/hectárea)	25,6	25,7	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	27,5
Erosión media (tm/habitante)	12,6	12,2	11,6	10,8	11,1	10,8	10,2	9,9

(a) Incluyen los de las energéticas, metálicas y minerales.

FUENTE: Véase Anexo metodológico.

de vivienda que margina desde hace décadas la restauración del patrimonio inmobiliario, acarreado «...una incidencia ambiental doblemente negativa: por vertido de escombros, deterioro patrimonial y pérdida de identidad, y por exigencia de materiales de construcción y movimiento de tierras con gran impacto territorial...» (Ministerio de Fomento, 2000, 22-23).

DE ABASTECEDORA NETA A RECEPTORA NETA: EL COMERCIO INTERNACIONAL Y LOS MERCADOS FINANCIEROS COMO PALANCAS PARA CONSOLIDAR LA ECONOMÍA DE LA «ADQUISICIÓN»

En la misma medida en que se produjo el tránsito desde una economía de la *producción* hacia una economía de la *adquisición*, el «milagro económico» observado a partir de los años sesenta entrañó otra transformación profunda en el metabolismo de la economía española: en términos físicos, España dejó de ser abastecedora neta de recursos naturales al resto del mundo para convertirse en importadora neta de materias primas.

En efecto, hasta la primera mitad de los años cincuenta la economía española

venía abasteciendo al resto de países con sus productos primarios y exportando mayor tonelaje del importado. Pero esta situación se invirtió definitivamente, en términos físicos, en los años sesenta, recibiendo nuestro territorio desde entonces una creciente entrada neta de materiales del resto del mundo en consonancia con el juego desarrollado a nivel mundial por los países ricos (Naredo y Valero (dirs.), 1999). Cabe señalar que, si en 1955 todavía salía de nuestro territorio un millón de toneladas más de materiales de las que entraban, a comienzos de los sesenta ya se importaban cinco millones de toneladas más de las que se exportaban, hasta llegar, en el año 2000, a los 127 millones de toneladas de déficit físico de bienes, energía y materiales.

España acelera así su desplazamiento en la carrera hacia el «desarrollo», avanzando hacia posiciones en las cuales disminuye la exigencia física de energía y materiales internos —porque se toman de otros territorios—, concentrándose en las actividades de elaboración de manufacturas, comercialización y turismo como forma de equilibrar en lo monetario el desfase y la dependencia existente en términos físicos.

Aunque los años cincuenta hacen que todavía el carbón (nacional) adquiriera una importancia determinante —junto con la hidroelectricidad y los derivados de la fotosíntesis— en el autoabastecimiento de materiales ricos en energía, paralelamente aumentó la exigencia de combustibles fósiles, de modo que el desplazamiento hacia el petróleo y el gas importados acabó inflando el saldo negativo que en términos físicos venía presentando la economía española desde los años setenta en productos agroalimentarios y recursos minerales.

Pero para que salgan las cuentas del *desarrollo* se tiene que producir una revalorización en términos monetarios que compense ampliamente las carencias desde el punto de vista físico. Así, mientras a mediados de los cincuenta el valor medio de la tonelada importada doblaba al de la exportada, las transformaciones de los sesenta acabaron invirtiendo la situación, como a continuación veremos. La economía española siguió así el patrón marcado por los países «ricos» en sus relaciones con el resto del mundo, al sufragar su déficit físico mediante una relación de intercambio favorable, aunque sin conseguir equilibrar por completo su balanza comercial por esta vía.

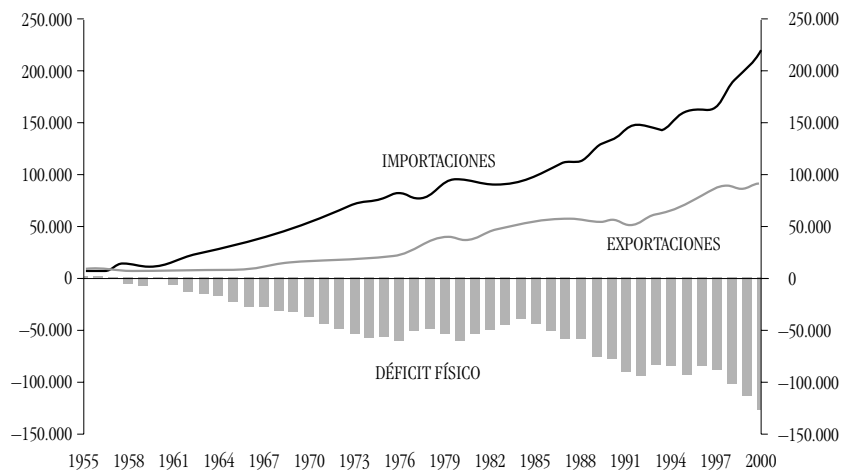
Como acredita el cuadro 8, en los años noventa los ingresos por tonelada exportada casi doblaban a los pagos realizados por cada tonelada que entraba en nuestro territorio, y aun así no fue suficiente para equilibrar en términos monetarios un comercio físicamente tan deficitario. Por ejemplo, para que se hubiera compensado monetariamente en el terreno comercial el desajuste físico, el valor unitario de las exportaciones en 2000 debería haberse incrementado un 36%, pasando de las 218.755 ptas/tm a 298.540 ptas/tm. Pero el déficit *monetario* no es tan abultado como el físico porque la economía española avanzó hacia los tramos más valorados de la curva descrita por la denominada «Regla del Notario» (44).

Maticemos que la economía española no solo mejoró su posición *monetaria* en lo tocante al comercio de mercancías (45), sino también, básicamente, en el de servicios. En el caso de España la balanza de servicios, a través sobre todo de los ingresos procedentes del turismo, ha venido paliando de forma muy significativa el déficit observado en el comercio de mercancías. De hecho, en algunos años, la compensación ha sido de tal calibre que, en fechas como 1961, 1985 o 1995, llegó a enjugar el déficit de mercancías, logrando un excedente monetario por cuenta corriente nada despreciable.

46

Sin embargo, en los últimos tiempos, el déficit de la balanza corriente se fue haciendo cada vez más abultado y sistemático, viéndose compensado por la atracción de capitales del resto del mundo y otorgando así a las operaciones financieras un protagonismo inusual en la consecución del equilibrio exterior de la economía española. Primero, en el período 1985-1995, la entrada de capitales se produjo sobre todo en forma de «inversiones» de empresas transnacionales deseosas de tomar posiciones en el nuevo país de la Europa comunitaria y de movimientos financieros que, con un fuerte componente especulativo, acudían atraídos por los altos tipos de interés. Después, a medida que avanzó la consolidación del sistema monetario europeo, que culminó con la plena implantación del euro, la Bolsa

GRÁFICO 6
BALANCE FÍSICO DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA, 1955-2000
MILES DE TONELADAS



FUENTE: Véase Anexo metodológico.

española se convirtió en un reclamo de capitales de importancia significativa a nivel internacional, que contribuyó no sólo a compensar el déficit corriente de la economía española, sino también a posibilitar la expansión internacional de sus empresas.

De esta manera, España, al integrarse en ese club de países ricos que es la Unión Europea, se permitió el lujo de ampliar sin problemas su déficit comercial, al desplazar el equilibrio exterior desde la cuenta corriente hacia la cuenta financiera (46) y haciéndolo perfectamente asimilable dentro del sistema monetario europeo. La economía española no sólo pudo ampliar sin problemas su déficit físico respecto al resto del mundo, sino que supo sacar partido de la nueva situación financiera, tan privilegiada para expandir la propiedad de sus empresas a escala internacional. Así, en los últimos tiempos, España pasó de ser un país comprado por capitales foráneos a erigirse en comprador del resto del mundo: las inversiones directas y en cartera de las empresas españolas en países latinoamericanos y en el resto de la UE entre 1995 y 2000 así lo atestiguan (47).

En esta mutación ha desempeñado un importante papel la reorganización de la propiedad empresarial a nivel mundial y

el consiguiente acomodo de las sociedades españolas en este proceso. El paulatino acercamiento ya descrito se ha visto espoleado por la llamada *segunda oleada de fusiones y adquisiciones empresariales transfronterizas*, que dominó el panorama de las inversiones extranjeras internacionales (48) desde 1995 hasta que la crisis actual acabó enfriando este tipo de operaciones.

Cabe advertir que el papel desempeñado por las empresas de nuestro país en este último período ha sido también muy diferente al experimentado a finales de la década de los ochenta, cuando dominaban los efectos de la primera fase de este proceso. Mientras que entre 1988 y 1990 el valor de la venta de empresas españolas adquiridas por otras firmas extranjeras superaba el valor pagado por las empresas españolas en la compra (fusión o adquisición) de sociedades extranjeras, desde mediados de la década de los noventa esta tendencia se ha invertido.

El gráfico 7 así lo atestigua, al proporcionar los datos de los flujos trasegados anualmente en concepto de compraventa de empresas a nivel internacional con participación española. Dado que no todas las compras de acciones tienen por qué llevar consigo el control efectivo y total del funcionamiento de las socieda-

LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA...

CUADRO 8
BALANZA COMERCIAL FÍSICA Y MONETARIA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA, 1955-2000
AÑOS SELECCIONADOS

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
P. agroalimentarios								
Saldo físico (miles de tm)	1.671	190	-4.550	-747	-6.288	-6.707	-14.541	-7.693
Saldo en valor (millones de pesetas)	623	14.746	-56.314	63.816	-178.042	-156.248	-242.562	335.242
P. energéticos								
Saldo físico (miles de tm)	-3.587	-6.875	-44.195	-49.616	-67.609	-69.449	-70.352	-96.251
Saldo en valor (millones de pesetas)	-246	-8.160	-210.955	-1.598.075	-858.259	-882.747	-954.259	-2.638.720
P. minerales								
Saldo físico (miles de tm)	3.810	2.741	-1.257	5.274	-7.273	-4.324	-5.583	-9.695
Saldo en valor (millones de pesetas)	149	-248	-34.666	103.949	-80.525	-72.081	-99.802	-162.223
Manufacturas								
Saldo físico (miles de tm)	-826	-1.120	-4.005	2.875	-7.974	-2.247	-1.948	-13.876
Saldo en valor (millones de pesetas)	-1.050	-29.301	-188.960	424.374	-1.455.238	-1.265.331	-1.470.441	-4.980.348
TOTAL								
Neto (miles de tm)	1.068	-5.064	-54.007	-42.214	-89.144	-82.727	-92.424	-127.517
Neto (millones de pesetas)	-524	-22.963	-490.895	-1.005.936	-2.572.064	-2.376.407	-2.767.064	-7.535.749
Valor unitario import. (miles/tm)	251	4.313	12.494	52.243	60.071	70.256	86.039	127.033
Valor unitario export. (miles/tm)	159	4.203	21.424	73.782	111.010	126.143	158.525	218.755
Promemoria								
Saldo de la Balanza por c/c y capital (millones de pesetas)	—	13.294	-200.162	354.901	-1.803.125	-322.955	837.853	-2.286.310
Saldo cuenta financiera	—	—	—	—	1.831.410	555.562	-188.182	3.543.855

FUENTES: Dirección General de Aduanas (varios años) y Banco de España. Los datos en valor en 1955 proceden de pesetas-oro, por lo que es conveniente tomarlos con cautela. A comienzos de los noventa se modifica la metodología de elaboración de la Balanza de Pagos, desgajándose las operaciones financieras y las de capital en dos cuentas diferenciadas.

des, merece la pena resaltar la importancia reciente de las operaciones encaminadas a lograr precisamente este control, ya sea en forma de fusiones o adquisiciones (49).

Esto permite poner de manifiesto cómo la mencionada reducción de las distancias en la propiedad del *stock* de acciones se ha apoyado en la posición favorable de las sociedades españolas en el proceso de adquisiciones y fusiones transfronterizas: nuestro país ha pasado de ser un vendedor neto de la propiedad de empresas nacionales al resto del mundo, a convertirse en un comprador de la capacidad productiva y del patrimonio del resto de los países (50). En las cifras reflejadas en el gráfico 7 aparecen incorporadas las relativas a las instituciones financieras (51), expresando así también la importancia creciente del sistema bancario español en la configuración y reparto de la riqueza a nivel mundial.

Tal ha sido la importancia de este hecho que, con el paso del tiempo, el montante reflejado en las adquisiciones y fusiones transfronterizas no sólo ha llevado aparejado las consecuencias descritas en términos de propiedad patrimonial, sino que se ha convertido en la principal partida de los flujos de inversión directa de nuestro país hacia el exterior: en 1995 la adquisición de empresas no residentes apenas significaba el 11,3% de los flujos de salida, en 1996 supuso el 64,1%, para alcanzar un máximo del 78,9% en 1998, y descender en 1999 al 65,1% (UNCTAD, 2000) (52). Lo que explica que cada vez vayan quedando más alejadas las formas tradicionales de inversión directa en forma de negocios y fábricas de nueva planta (*greenfield investment*), poniéndose de manifiesto que, desde el punto de vista patrimonial, España está participando en una tendencia que prima la apropiación de los activos preexistentes frente a la creación de elementos patrimoniales nuevos

como forma de expansión de la riqueza nacional.

Como se advierte en el Informe de la UNCTAD ya citado: «Las fusiones y adquisiciones transfronterizas están ganando importancia con tanta rapidez precisamente porque ofrecen a las empresas el camino más rápido para adquirir los activos tangibles e intangibles en distintos países y les ayudan a reestructurar sus operaciones nacional o mundialmente...». La rapidez de los acontecimientos se hace explícita cuando observamos que la tasa de crecimiento anual acumulativa de los flujos por fusiones y adquisiciones (compras) para el período 1995-1999 ha sido en España del 166%, muy superior al 57% de la Unión Europea, o al 18% de Estados Unidos. España fue en 1999 el quinto país de la Unión Europea en esta faceta, superando ampliamente, desde 1997, a naciones como Japón en su estrategia adquisitiva a nivel mundial (53).

REMATERIALIZACIÓN ABSOLUTA Y AMBIGUA DESMATERIALIZACIÓN RELATIVA

Una vez aportada información sobre los principales cambios operados y sobre el volumen de flujos *directos* y *ocultos* utilizados, parece el momento de evaluar la «eficiencia ambiental» de la economía española, relacionando las variables físicas con las monetarias en el correspondiente indicador, y engarzando con la polémica sobre la supuesta «desmaterialización» (54) de las economías industriales en las últimas décadas. Los datos han mostrado sobradamente que, en términos *absolutos* y *per cápita*, los requerimientos de materiales en nuestro país no han dejado de incrementarse incluso desde los años setenta, por lo que no cabe hablar de «desmaterialización» en ese sentido. Ahora bien, la polémica se presentó comparando la evolución del consumo de energía y materiales *directos* con el incremento del PIB, sugiriéndose cierta «desconexión» o «desacoplamiento» (*de-linking*) entre el uso de recursos energéticos y la producción de bienes y servicios. Veamos ahora si ese fenómeno ocurrió en nuestro territorio y en qué medida se desarrolló.

En todo caso, desde hace algunos años se ha impuesto una distinción que es preciso tener en cuenta para precisar los términos del debate. Se trata de diferenciar entre desmaterialización *relativa o débil* y dematerialización *absoluta o fuerte*. La primera sería aquella que apunta un descenso en los requerimientos de energía y materiales *por unidad de PNB*, mientras que la segunda supone una reducción en la cantidad *absoluta* de recursos naturales que se utilizan por la economía correspondiente (55). Esta distinción será importante también en el caso de la economía española.

En primer lugar, se perciben dos grandes momentos en lo referente a la desmaterialización relativa en términos de PIB (gráfico 8). Por un lado, aunque entre 1955 y 1960 se incrementa la intensidad un 8% en términos totales y un 14% des-

de el punto de vista directo, va a ser entre 1960 y 1975 donde los RTM por millón de pesetas de PIB descienden en más de un 20% (56), pasando de 35 tm/millón a las 27 tm/millón de mediados de los setenta. A la vez, la intensidad material directa se reduce también en un 14%, desde las 16,5 tm/millón de 1960 a las 14,2 de 1975. Esta última fecha supone un aldabonazo en la trayectoria de las intensidades materiales, pues en los quince años que van desde 1975 a 1990 los RTM por millón de PIB recuperan el porcentaje cedido en los años previos, volviendo a las 34 y 33 tm/millón en 1985 y 1990, respectivamente, para acabar declinando algo hasta finalizar en 2000 con 32 tm/millón.

La aparente paradoja de que sea precisamente en las épocas de fuerte crecimiento cuando desciende la intensidad material total y viceversa tiene que ver con algunos rasgos ya comentados. El comportamiento «desmaterializador» de la primera etapa tiene su origen no tanto en la evolución de la fracción oculta *abiótica* como en la senda seguida por los flujos *bióticos*, que, aunque aumentan en términos absolutos en tonelaje, descienden su participación relativa en la intensidad material respecto al PIB en casi un 50%, llegando en 1995 a suponer el 39% de lo que representaban a mediados de siglo. La contribución de los flujos ocultos en la década de los sesenta se reduce por el recurso a materiales con mochilas comparativamente más bajas (como es el caso ya mencionado de la sustitución del carbón por el petróleo y el gas natural).

Lo cierto es que la sucesión de períodos «desmaterializadores» respecto del PIB, con épocas de fuerte «rematerialización», no permite concluir nada taxativo sobre la tendencia general para todo el período. Pues si bien *se puede descartar claramente la presencia de desmaterialización en términos absolutos* —dada la ausencia de una reducción en los RTM a la vez que aumenta el PIB—, en términos monetarios *relativos*, la trayectoria seguida por los indicadores de intensidad material por unidad de renta no es tan concluyente, aunque excluye también en este caso una tendencia desmaterializadora clara.

Además, la fuerte pérdida de importancia de la biomasa en el conjunto de los flu-

jos, sean directos o totales, hace que las conclusiones cambien si se prescindiese de su efecto. Tal y como refleja el gráfico 9, si dejamos de contemplar la reducción del peso de los flujos bióticos, observamos claramente la tendencia rematerializadora a largo plazo que presenta la economía española respecto de los flujos directos energéticos, minerales y de productos de cantera.

Esto concuerda, además, con las tendencias manifestadas por algunos flujos *directos* importantes como los energéticos. La economía española parece ser fiel al comportamiento que combina las fases de «desmaterialización relativa» con las de fuerte «rematerialización», hecho éste que corroboraría la tesis de Sander de Bruyn y Johannes Opschoor, dando lugar a una senda de crecimiento en forma de «N», más que a la famosa «U» invertida de Kuznets (57). Pues mientras que en 1955 el *input* energético primario de combustibles fósiles por unidad de producto (58) ascendía a 1,17 tep/millón (0,65 de origen doméstico y 0,52 importadas), la década de los setenta arrojará un crecimiento importante —contradictoriamente con el resto de los países de la OCDE—, llegando a un máximo en 1983 de 2,58 tep/millón (0,49 nacionales y 2,09 del resto del mundo) (59).

En cambio, las posibles dudas sobre la desmaterialización total o directa respecto al PIB desaparecen cuando lo que queremos es hacer un seguimiento del proceso «desmaterializador» en términos *per cápita*, porque asistimos a incrementos importantes, ya sea desde la perspectiva de los RTM como de los flujos directos. En ambos casos se cuadruplican los niveles de utilización de *inputs per cápita* pasando de las 10 tm/hab. de 1955 a las casi 38 tm/hab. de 2000 para los primeros; o saltando de las 4 tm/hab. de 1955 a las 19 tm/hab. de finales de los noventa, en el caso de los segundos (gráfico 10). Tal es así que, salvo escasas excepciones, en ninguna de las etapas del ciclo económico consideradas han declinado los valores totales ni los directos.

Así pues, podemos afirmar que el fenómeno «desmaterializador» arroja resultados ambiguos en términos relativos (PIB), ya que la pauta descrita dependerá del

período elegido. Ahora bien, la ambigüedad se difumina un tanto cuando desagregamos los RTM según el origen (doméstico o importado) o los flujos directos según su carácter abiótico o biótico, haciéndose además evidente el creciente apoyo de la producción de bienes en los flujos procedentes del resto del mundo, que multiplican por diez su contribución al PIB entre 1955 y 2000.

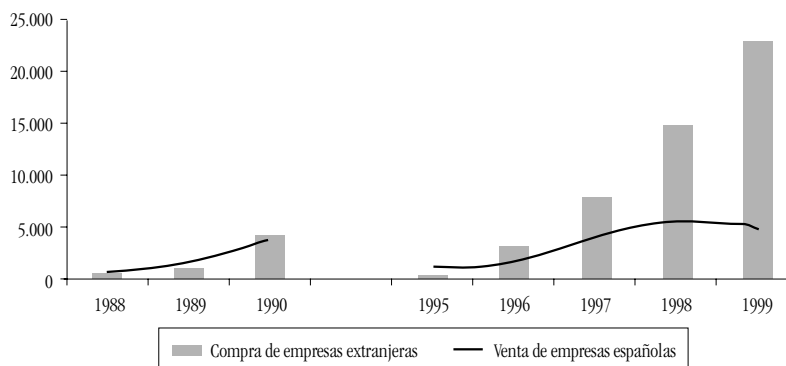
Del mismo modo desaparecen las dudas cuando enjuicamos la desmaterialización relativa en términos *per cápita* o, simplemente, al hacer el seguimiento de la desmaterialización en términos absolutos o fuertes. Todo lo cual permite concluir que la pérdida de peso de la agricultura, la minería y la industria, unida a la creciente terciarización de nuestra economía, no ha originado en España ninguna «desmaterialización» de la misma, sino que, por el contrario, dio lugar a una «rematerialización» continuada desde los años setenta.

Y la cosa no mejora excesivamente cuando miramos el asunto en términos comparativos. Por ejemplo, crecimientos importantes encontramos también en los RTM *per cápita* de Alemania, que pasaron de las 64 toneladas en 1975 a las 76 toneladas en 1994; o en Japón y Holanda, que siguieron la misma tónica, pasando el primero de ellos de 37 toneladas en la primera de las fechas a 45 al final del período, y el segundo, de las 56 toneladas a mediados de la década de los setenta a las 67 con que despuntaba la mitad de los noventa.

Así las cosas, si dejamos al margen los flujos ocultos asociados a la erosión del suelo derivado de las labores agrícolas, el gráfico 11 muestra cómo, a mediados de los noventa, para alimentar el modo de producción y consumo de cada ciudadano alemán eran necesarias 69 toneladas de energía y materiales, 23 de las cuales pasaban directamente al sistema económico, obteniendo un valor de mercado, aunque el grueso, esto es, 46 toneladas por habitante, eran simplemente flujos ocultos (residuos) que era necesario remover para acceder y obtener los minerales, combustibles o biomasa utilizada.

En definitiva, son precisamente estos datos de recursos los que echan por la bor-

GRÁFICO 7
FUSIONES Y ADQUISICIONES TRANSFRONTERIZAS PROTAGONIZADAS
POR SOCIEDADES ESPAÑOLAS, 1988-1999
MILLONES DE DÓLARES



FUENTE: Naredo y Carpintero (2002).

da las pretensiones «desmaterializadoras» de algunos autores, colocando en sus justos términos cuantitativos el debate. Se da la circunstancia de que, a mediados de los noventa, España presentaba una intensidad material *per cápita* muy similar a Japón, tercera potencia mundial, situándose en unos requerimientos totales por encima de las 30 toneladas por habitante, 14 de las cuales eran flujos directos, y que se habían triplicado desde mediados de siglo.

Además, en los últimos cinco años de fuerte crecimiento económico en nuestro país —con tasas del 3,8% anual— se ha incrementado el consumo de energía primaria a un ritmo incluso superior (4,5%), dejando a un lado la imagen de un supuesto crecimiento «desmaterializado» que cada vez recurre menos a la utilización de recursos naturales.

¿SE PUEDE HABLAR DE UNA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL PARA LA ECONOMÍA ESPAÑOLA?

Parece razonable acometer ahora una discusión que ha suscitado toneladas de literatura económico-ambiental, para la que ya contamos con la información adecuada, a saber: si el desarrollo de la economía española responde a la hipótesis que marca la Curva de Kuznets

Ambiental (CKA) o, por el contrario, su evolución se desvía de esa polémica tendencia (60). A juzgar por los datos contenidos en el gráfico 12 no parece razonable pensar que España haya entrado en una senda de aumento del PIB simultáneamente con una reducción en su utilización de recursos naturales, ni directos ni totales.

Más bien se observa una fuerte dependencia estadística entre ambas variables, que una regresión lineal simple se encarga también de corroborar, aunque sea posible apelar a mayores refinamientos econométricos utilizados en otros casos y que han confirmado la misma conclusión para países como Estados Unidos, Japón, Alemania, Holanda y Finlandia; tampoco allí se han observado relaciones como la propuesta por la CKA, al menos para el caso de los *inputs* directos (61).

No parece, entonces, que nuestra economía haya alcanzado el «punto de inflexión» o el «máximo» que permita describir una senda en la cual los sucesivos aumentos del PIB *per cápita* convivan con disminuciones significativas en la utilización de recursos naturales por unidad de renta y, menos aún, por habitante. Es cierto que siempre se podrá argumentar que la nuestra es una economía cuyo comportamiento responde a la primera parte (ascendente) de la CKA, pero a cambio habría que suponer también que nuestro nivel de desarrollo se encuentra en sus «primeras fases».

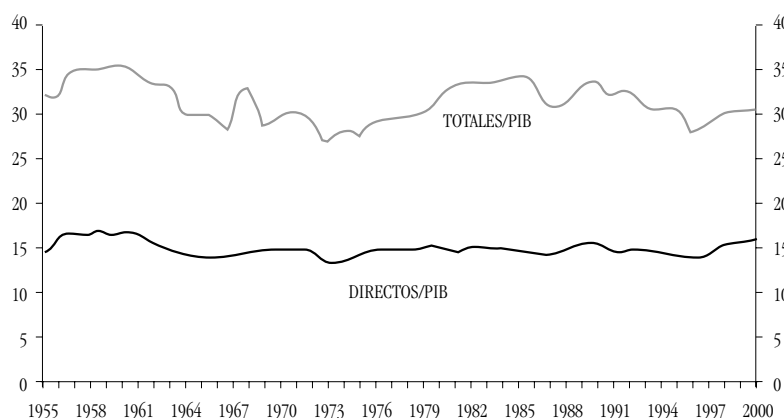
Descartando, por temeraria, la hipótesis «subdesarrollista» (62), el resultado coincide con las conclusiones que para España, y durante el período 1988-1997, ha vertido un reciente trabajo de ámbito europeo (Bringezu y Schütz, 2001a) (63), donde se estiman los requerimientos totales y directos de la UE. Nuestro país se encontraría así entre aquellos que —junto con Holanda, Bélgica, Austria, Dinamarca y Portugal— compaginarían tasas de crecimiento del PIB *per cápita* con elevados ritmos de crecimiento de los *inputs* directos *per cápita*. Por contra, se detectan ejemplos de desmaterialización absoluta en países como Finlandia, Francia, Italia y Reino Unido —que se habrían situado en la parte descendente de la CKA—, acompañando incrementos importantes del PIB *per cápita*, junto con reducciones en la utilización de *inputs* directos por habitante (Bringezu y Schütz, 2001, 58) (64). En el resto, los aumentos del PIB se habrían acompañado de evoluciones constantes de los requerimientos directos, sin mostrar una tendencia clara desde el punto de vista de la mejora en la eficiencia ambiental.

Con todo, cabe subrayar que el resultado obtenido por nosotros para la economía española en ese período de 45 años refuerza los hallazgos que también se han realizado en el campo de los contaminantes atmosféricos, y que han permitido descartar la existencia de la CKA para todos los compuestos más importantes (salvo el SO₂) como el CO₂, COVs, metano, etc. (Roca *et al.*, 2001; Roca y Alcántara, 2001).

50

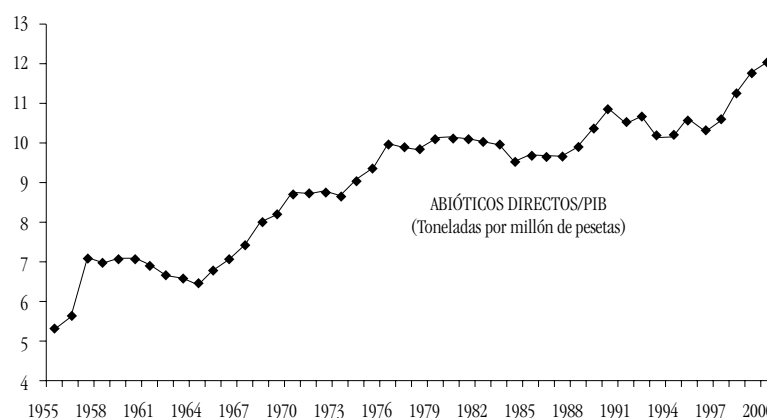
Por otra parte, no parece que la incorporación de los flujos ocultos a través de los RTM modifique sustancialmente el resultado logrado para los flujos directos, dada la estrecha relación que, generalmente, se observa entre el aumento de éstos y la evolución de aquéllos. De otro lado, la particular forma de la Curva de Kuznets Ambiental que hemos mostrado explicaría además un hecho que merece la pena destacarse: que ha sido nuestro país el protagonista del mayor incremento en la utilización de RTM, directos y ocultos desde mediados de los setenta en comparación con las principales economías industriales. Pues, tal y como muestra el gráfico 11, en los años que van de 1975 a 1994 nuestros RTM se han incrementado en un 66%, mientras que países como Estados

GRÁFICO 8
«DESMATERIALIZACIÓN» RELATIVA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA EN TÉRMINOS DE PIB, 1955-2000
TONELADAS POR MILLÓN DE PESETAS DE 1986



FUENTE: Véase Anexo metodológico.

GRÁFICO 9
«REMATERIALIZACIÓN» RELATIVA DE RECURSOS ABIÓTICOS, 1955-2000
INCLUYE ENERGÉTICOS, MINERALES, PRODUCTOS DE CANTERA Y SEMIMANUFACTURAS



FUENTE: Véase Anexo metodológico.

Unidos, Japón o el Reino Unido han experimentado aumentos mucho más modestos (gráfico 13).

En el caso de Alemania, que es el que más se aproxima a la economía española, la explosión de sus *inputs* directos a partir de 1991 viene influida por el proceso de reunificación interna del territorio. Se trata de cifras que, por analogía con los países del sudeste asiático, justificarían para nuestro país el calificativo de «dragón europeo», en lo que concierne a las tasas de crecimiento en la utilización de energía y

materiales (Carpintero, 2002). La información anterior vendría a explicar la posición atípica que la economía española ocupa en el contexto internacional cuando se habla de desmaterialización desde mediados de la década de los setenta.

•••••

A MODO DE CONCLUSIÓN

En las páginas precedentes hemos querido aportar —desde una perspectiva inédita para la economía en su conjunto, y

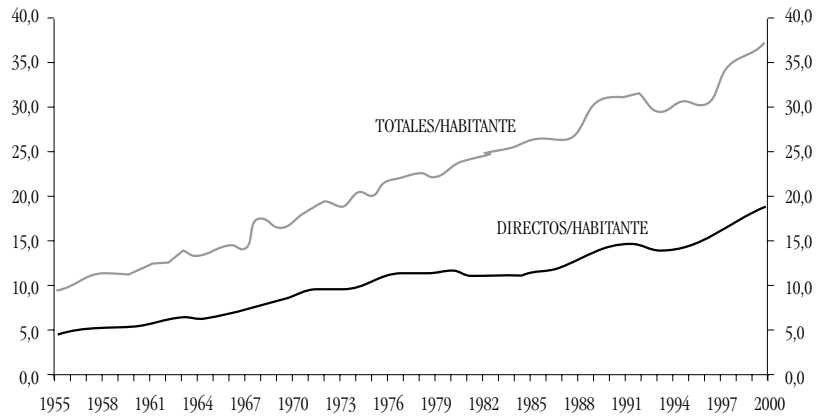
LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA...

durante casi cincuenta años— información sobre los flujos físicos de recursos naturales que han recorrido nuestra economía en la segunda mitad del siglo XX. Uno de los propósitos de esta labor ha sido mostrar el papel clave que éstos han tenido en la configuración del crecimiento económico de España en dicho período, ofreciendo un contrapunto a la interpretación convencional sobre las «fuentes» de la expansión de la producción. Una interpretación que suele señalar el origen del crecimiento en la acumulación del *stock* de capital y el «progreso técnico», olvidando los cambios ambientales de todas las actividades económicas y sus servidumbres en términos de deterioro ecológico.

Creemos que nuestro análisis muestra la existencia de una dependencia muy acentuada entre expansión del PIB y recursos naturales, de tal suerte que la posición de España en la polémica sobre una supuesta «desmaterialización» de las economías occidentales no es la de corroborar esa tendencia. Antes al contrario, durante este período se han acentuado los rasgos de insostenibilidad vinculados a las pautas de producción y consumo, medidas tanto en RTM como desde el punto de vista de los flujos directos.

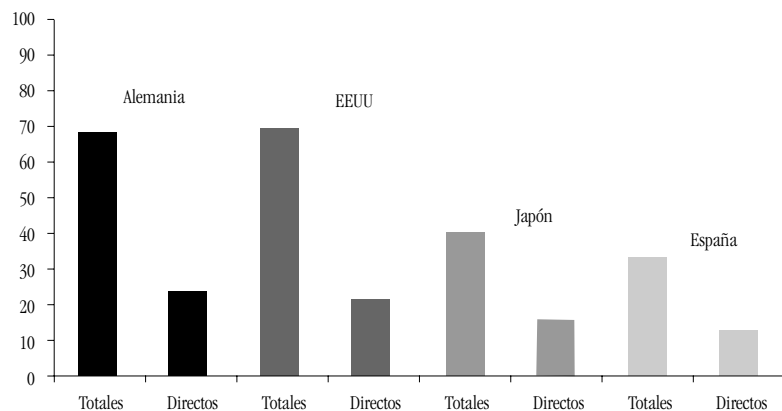
La conjunción de ambas situaciones ha alimentado las dos mutaciones principales apuntadas, acelerando el paso desde la economía de la «producción» abastecedora de materias primas al resto del mundo, hacia la economía de la «adquisición» y extracción de recursos no renovables, tanto domésticos como foráneos, siendo también determinante el papel desempeñado por el comercio internacional y los mercados financieros en estos procesos. Como consecuencia, no se percibe en el caso español la existencia de ninguna «Curva Ambiental Material de Kuznets», sobre todo cuando se constata que ha sido España uno de los países donde las tasas de crecimiento en la utilización de *inputs* directos han sido más elevadas. Lo que, de paso, revela aún más el despropósito de marginar el estudio de los flujos materiales cuando éstos superan ampliamente, en crecimiento, a los otros «factores productivos» privilegiados por el análisis económico.

GRÁFICO 10
«REMATERIALIZACIÓN» RELATIVA EN TÉRMINOS PER CÁPITA, 1955-2000
TONELADAS POR HABITANTE



FUENTE: Véase Anexo metodológico.

GRÁFICO 11
REQUERIMIENTOS TOTALES Y DIRECTOS DE MATERIALES DE LAS PRINCIPALES ECONOMÍAS INDUSTRIALES, 1994
TONELADAS POR HABITANTE SIN EROSIÓN



FUENTES: Adriaanse *et al.* (1997) y Carpintero (2002).

Y ello aunque alguno de esos «otros», como el capital o la tecnología, no sepamos todavía muy bien cómo medirlos.

ANEXO METODOLÓGICO

Aunque en Carpintero (2004) se ofrece información detallada sobre la forma en que se han realizado los cálculos, a continuación se realizará un breve resumen de la metodología empleada. En primer lugar, los datos incluidos en este artículo revisan y actualizan hasta

al año 2000 las cifras obtenidas en Carpintero (2002) hasta 1995. La revisión de las cifras se ha visto afectada por algunas variaciones metodológicas incluidas con posterioridad respecto a la metodología empleada en aquella ocasión, y que tienen que ver con los siguientes aspectos. En primer término, a la cifra de flujos directos bióticos se han añadido en esta ocasión las pajas de cereales como flujos de pasto por su destino a la alimentación de ganado tal y como establece Eurostat. Como es sabido, con la metodología utilizada anteriormente esta fracción se consideraba flujo oculto de cultivo agrícola. En segundo lugar, los flujos ocultos se han revisado también en un

doble sentido. Por un lado, afinándose más en la aplicación de algunos coeficientes a sustancias como los productos de cantera y algunos minerales no metálicos y, por otra parte, desglosando las semimanufacturas en un tratamiento más detallado. Ahora se ha incorporado una estimación de las semimanufacturas energéticas importadas (partidas actuales del arancel 2.704, 2.705, 2.706, 2.707, 2.708, 2.710, 2.713, 2.715, 2.716), de las semimanufacturas minerales (partidas actuales del arancel 2.522, 2.523, 3.103, 3.104, 3.816, 7.001, 7.002), y modificándose el tratamiento dado anteriormente a las semimanufacturas metálicas. Para este último caso no se ha considerado, como anteriormente, el total de los capítulos 71-81 del arancel, sino sólo aquellas partidas relativas a cada metal que aparecen recogidas en Eurostat (2001). Estos cambios, que no afectan en absoluto a las tendencias observadas —tal y como demuestra el artículo—, explican en lo fundamental las diferencias en los valores obtenidos respecto al trabajo anterior.

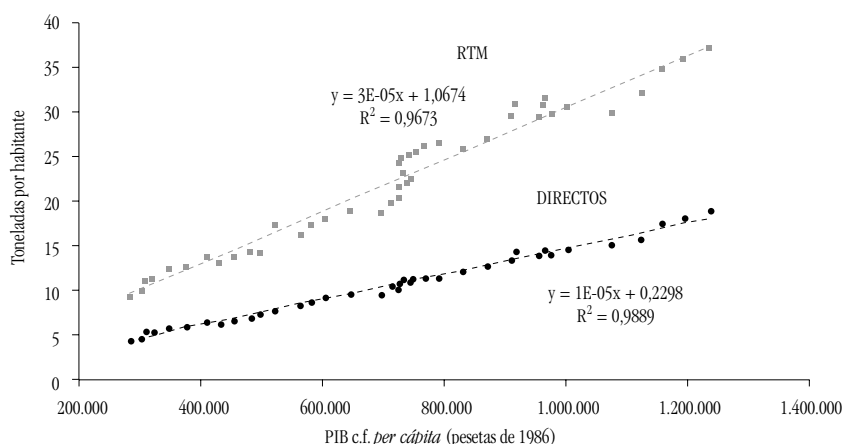
VARIABLES MONETARIAS

Dadas las características de nuestro trabajo nos ha parecido más oportuno la utilización del PIB al coste de los factores en vez del PIB a precios de mercado. La razón estriba en que de esta manera se puede ver más claramente la contribución de los *inputs* al crecimiento económico, y así lo han visto también aquellos que se han dedicado a realizar ejercicios sobre «contabilidad del crecimiento» en nuestro país. La fuente básica a este respecto ha sido: INE, *Contabilidad Nacional de España. Serie Enlazada 1961-1995*; E. Uriel, M. L. Moltó (1995). Como en 1998 se dejan de publicar cifras de PIB con base 1986, para realizarse conforme a la metodología del SEC-95, hemos optado por mantener la serie en base 86 y estimar el PIB de los años finales de la década de los noventa aplicando la tasa de crecimiento anual obtenida con la nueva metodología a la última cifra del PIB con la metodología antigua.

SOBRE LOS RTM

Nuestro análisis se centra en determinar los *inputs* totales de la economía española entre 1955 y 2000. Lo que quiere decir que consideraremos éstos tal y como hacen los SCN y Eurostat (2001) con los recursos, es decir, como lo que entra a formar parte del sistema económico: la extracción doméstica o interna más las importaciones del resto del mundo (incluyendo nosotros, además, los flujos ocultos, tanto internos como importados), pero no las exportaciones.

GRÁFICO 12
CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL MATERIAL PARA LA ECONOMÍA ESPAÑOLA, 1955-2000



FUENTE: Véase Anexo metodológico.

DEFINICIONES

- *Inputs* directos = extracción doméstica más importaciones.
- *Inputs* ocultos = fracción de los RTM que nunca entra a formar parte de los productos y que se genera en la fase de extracción de los materiales bióticos o abióticos.
- Requerimientos totales de materiales (RTM) = *inputs* directos (domésticos e importados) más *inputs* ocultos (domésticos e importados).
- Consumo de materiales domésticos = *inputs* directos menos exportaciones.

a) Flujos directos: Para los flujos *abióticos* se han considerado durante 1955-2000 casi un centenar de sustancias, distribuidas como sigue: energéticas (hulla, antracita, lignito pardo, hulla sub-bituminosa, petróleo, gas natural, uranio. No se han incluido la hidroelectricidad ni la energía nuclear), minerales metálicos (hierro, pirita, cobre, plomo, cinc, estaño, wolframio, antimonio, mercurio, oro, plata, tántalo, titanio, bismuto, manganeso, cromo, níquel, cobalto, bauxita, zirconio, litio, niobio, molibdeno), no metálicos (andalucita, arcilla refractaria, asfalto, atapulguita, baritina, bentonita, caolín, cuarzo, espato flúor, esteatita, estroncio, feldespato, glauberita, magnesita, mica, ocre, piedra pómez, sal gema, sal manantial, sal marina, sales potásicas, sepiolita, thenardina, tierras industriales, trípoli, turba, asbesto, azufre, boratos naturales, criolita, diatomita, fosfatos naturales, grafito y talco) y productos de cantera (arcilla, arena y grava, arenisca, basalto, caliza, creta, cuarcita, dolomía, fonolita, granito, margas, mármol, ofita, pizarra, pórfidos, serpentina, arenas síliceas, arenas volcánicas, traquita,

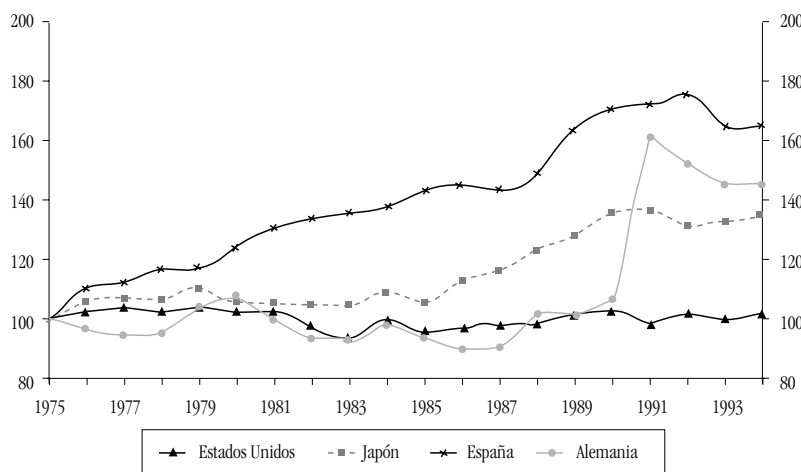
yeso). En el caso de los minerales metálicos, a diferencia de lo recomendado por la guía metodológica de Eurostat citada en el texto, hemos considerado como directos la producción vendible en forma de concentrados, dejando como ocultos la ganga y los estériles netos, para facilitar la comparación con los resultados de *Resource Flows*... A partir de aquí, las fuentes básicas de información para la elaboración de los cuadros y gráficos han sido las siguientes: MINER (varios años), ITGME (varios años), Dirección General de Aduanas (varios años).

En el caso de los flujos *bióticos*, hemos considerado los siguientes cultivos agrícolas (11 cereales de invierno, 12 leguminosas grano, 4 tubérculos para consumo humano, 20 cultivos industriales, 19 cultivos forrajeros, 37 hortalizas, 2 tipos de flores, 6 frutales cítricos, 25 frutales no cítricos, 2 de viñedo, 2 de olivar y 4 de otros tipos. A esto hay que añadir los flujos forestales (madera de coníferas y frondosas, leña, resina, corcho y esparto), y desde el punto de vista de los flujos de pasto, el heno cosechado en las praderas, al igual que las pajas de los cereales-grano y las capturas de pescado en aguas jurisdiccionales, internacionales y de terceros países. Las fuentes de información han sido las siguientes: entre 1955 y 1972: MAPA (varios años). Desde 1972 hasta 2000, el *Anuario de Estadística Agraria*. En el caso concreto del pescado se han consultado las cifras ofrecidas por la *Estadísticas de Producción Marítima* del MAPA, cuya serie desaparece en 1986, siendo completada con la información ofrecida por la FAO. Para algunos años en concreto ha sido útil la información contenida en los *Anuarios Estadísticos* del INE.

b) Flujos ocultos: Con respecto a los minerales metálicos hemos estimado las leyes originales a partir de las cifras de concentrados, intentando que los flujos ocultos recojan el efecto del empobrecimiento de éstas. A los flujos abióticos se han aplicado, sustancia a sustancia, los coeficientes de generación de estériles y sobrecarga procedentes de la base de datos del Wuppertal Institute, que aparecen recogidos con mayor detalle en el trabajo de Bringezu y Schütz (2001). El trabajo de Adriaanse *et al.* (1997) incorpora también coeficientes para Alemania, Japón, Estados Unidos y Holanda. En aquellos casos en que los trabajos anteriores no ofrecían información para alguna sustancia, se ha completado la estimación con los coeficientes elaborados por I. Douglas; N. Lawson (1998) y Ortíz (1999), en Naredo y Valero (dirs.) (1999).

En el caso de los flujos excavados, y dadas las especiales dificultades que presenta nuestro país en materia de estadísticas ambientales de residuos, ha parecido oportuno recurrir a la aplicación de unos coeficientes específicos para dos tipos de infraestructuras: viviendas y carreteras. Así, hemos estimado que la excavación y movimiento de tierras necesario para la construcción de una vivienda se sitúa en los 73 m³ (1 m³ equivale a 1,75 toneladas), mientras que para la construcción de carreteras hemos adoptado unos supuestos algo más específicos, en función de la anchura de las calzadas, tomando como referencia la cifra recomendada por el Ministerio de Medio Ambiente Holandés de 60.000 m³ por kilómetro para las autopistas, y dejando para las carreteras de una calzada un volumen de 8.000 m³/km (*vid. Resource Flows...*). Una estimación alternativa sobre el movimiento de tierras generado por la construcción de carreteras es la aportada por Bringezu y Schütz: 23 tm/m de carretera (13.142 m³/km) (Bringezu y Schütz, 1998). De hecho —aunque excluyendo precisamente el movimiento de tierras—, en la estimación de los residuos de construcción y demolición efectuada por el Ministerio de Medio Ambiente español a través del Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006, se acude también, bajo diferentes hipótesis, a la utilización de coeficientes, aunque esta vez en términos *per cápita*: 450 kg/hab/año, o 1.000 kg/hab/año, dando lugar a cifras de 19 o 36 millones de toneladas para 1999. De los resultados concretos de estudios parciales se deduce que, a estas cantidades, habría que sumar un 40% de residuos, consecuencia del movimiento de tierras (Bringezu y Schütz, 1998). Hay que precisar que, en este caso, nuestra estimación está infravalorada, al no incluir las cifras de flujos ocultos procedentes de los dragados.

GRÁFICO 13
COMPARACIÓN INTERNACIONAL DEL CRECIMIENTO EN LOS REQUERIMIENTOS TOTALES DE MATERIALES, 1975-1994
1975 = 100



FUENTES: España, Carpintero (2004), a partir de las fuentes allí recogidas. Para el resto de los países, Adriaanse *et al.* (1997).

Para los flujos *bióticos* ocultos se ha tenido en cuenta el Índice de Cosecha para los diferentes cultivos agrícolas en los que existían datos, realizando una estimación para aquellos que no presentaban dichas cifras. En el caso de los cereales, las pajas se han incluido como flujos directos de pasto, mientras que para el caso de los flujos ocultos de pastos, se ha supuesto (de acuerdo con De Marco *et al.*, 2000) que cada tonelada de carne importada lleva aparejada una mochila de 4,5 tm en forma de pienso necesario para su alimentación. En el caso de la madera y la leña, hemos asumido que por cada tonelada de madera comercializada es necesario talar 1,5 toneladas (Adriaanse *et al.*, 1997). Para el pescado se ha supuesto que el 25% de las capturas son descartes (Bringezu y Schütz, 2001).

•••••

NOTAS

(1) He analizado los términos de ésta y otras controversias sobre las relaciones entre economía y medio ambiente en Carpintero (1999). (2) Véanse a este respecto los trabajos ya clásicos de Martínez Alier (1984) y Martínez Alier y Schlüpman (1991), así como el artículo del primero que encabeza este número. Una buena muestra de las propuestas de los pioneros en favor de esa necesaria reconstrucción de la economía política se puede encontrar en Martínez Alier (ed.) (1995). Para la etapa más reciente puede consultarse con provecho el texto de Fischer-Kowalski y Hütler (1999).

(3) Schmidt Bleek estuvo al frente de la «División de flujos materiales y cambio estructural», del Instituto Wuppertal hasta julio de 1997. Desde allí publicó numerosos artículos y trabajos, entre los que cabe destacar los de Schmidt Bleek, 1994 y 1998. (4) Ayres y Ayres (eds.) (2002) supone un excelente compendio de aportaciones a la ecología industrial en las dos últimas décadas. En Carpintero (2004) se puede encontrar también un análisis detallado de las posibilidades y limitaciones de la ecología industrial y el metabolismo económico. (5) Dejaremos para otro momento la reseña de las aportaciones realizadas en nuestro país respecto a la aplicación de la denominada «huella ecológica». Un resumen de este aspecto se puede encontrar en Carpintero (2004). (6) Cabe recordar también aquí la aportación complementaria de Puntí (1982). (7) La aportación de Naredo y Frías estaba inserta en un trabajo más amplio del que formaba parte un equipo interdisciplinar integrado (alfabéticamente) por: J. Frías, S. Garrido, J. M. Gascó, R. Hidalgo, J. M. Naredo (1986). Este trabajo constaba de seis capítulos: I. Medio físico; II. Panorama general de los flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid y de sus contrapartidas monetarias; III. Los flujos de agua, IV; Los flujos de materiales; V. Los flujos de energía, y VI. Los residuos. Salvo los capítulos I y III, el resto fueron elaborados por J. M. Naredo y J. Frías. Resúmenes detallados se pueden encontrar en Naredo y Frías (1987a, 1988). (8) Naredo y Frías (1987b) hacen una presentación de su cometido y objetivos. En Carpin-

tero (2004) se puede encontrar un análisis del recorrido histórico de esta Comisión y de sus principales resultados.

(9) Independientemente de los resultados de este Programa, a finales de los noventa, Simón (1999) actualizará los resultados de Naredo y Campos sobre los balances energéticos de la agricultura española para 1993-1994.

(10) Resultados preliminares de algunas de estas investigaciones se pueden encontrar en varias publicaciones de comienzos y mediados de los noventa (Naredo y Parra (comps.), 1993; Naredo, 1994; Frías, 1994; Ortiz, 1994; Valero, 1994).

(11) Así se deduce cuando se incorporan los gastos energéticos asociados a la construcción de los vehículos, infraestructuras, etc.

(12) Véase la actualización de Arto en este mismo número.

(13) Véase el artículo de Naredo y Frías más adelante.

(14) Véase la actualización en su artículo incluido en este número.

(15) Adriaanse *et al.*, (1997). Con algunas matizaciones, la guía metodológica de Eurostat (2001) mantiene esa distinción, pero especifica entre flujos directos y flujos indirectos.

(16) El INE (2003) ha realizado una primera estimación del balance completo, pero sólo para los últimos cinco años de la década de los noventa.

(17) En Carpintero (2004) se hace un análisis detallado de las lagunas ambientales en la aplicación de la función agregada de producción a la economía española.

(18) Para evitar equívocos, insistimos en que, contablemente, consideramos como *inputs* (recursos) lo que se entiende por éstos en contabilidad nacional, es decir, las extracciones domésticas más las importaciones. Lo que hay que diferenciar del consumo aparente, que de trae de los *inputs* los flujos de exportaciones.

(19) Hemos decidido no incluir en el cálculo de los RTM los flujos derivados de la erosión, tal y como recomienda la guía metodológica elaborada por Eurostat (2001), en la que se intenta conseguir una homogeneización en las normas para cuantificar los diferentes flujos. En el caso de que se optara por incluir la erosión derivada de las labores agrícolas, los RTM por habitante se incrementarían, según nuestros cálculos, como mínimo en 8-10 toneladas más.

(20) Más tarde realizaremos alguna matización a esta afirmación de carácter general, dado que, en el caso de los flujos directos, las proporciones entre abióticos y bióticos no eran las mismas a mediados del siglo pasado que a finales.

(21) Sin pretensión de exhaustividad, en el caso, por ejemplo, del carbón siempre han destacado los yacimientos de Asturias y, en menor medida, los de León, Burgos y Palencia. Para el hierro, las extracciones se han localizado principalmente en Vizcaya y Santander,

aunque la abundancia de este mineral ha conllevado el surgimiento de diversas explotaciones tanto por el sur (Málaga, Almería, Jaén, Huelva, Sevilla, ...) como por el mismo norte (Galicia o Asturias). El cobre encontró su sitio en los yacimientos de Huelva y Sevilla, y el cinc, en asociación muchas veces con el plomo, en Santander y también en Murcia, Málaga, Almería, etc.

(22) Tiene, sin embargo, razón Rafael Castejón cuando afirma que: «La realidad demostró que la riqueza minera española era importante, pero sin las exageraciones de los que había querido ver a España como la gran nación minera de Europa» (Castejón, 1986, 31).

(23) Si en vez de centrarnos en los *inputs*, comparamos la extracción de recursos con el consumo aparente (extracción doméstica más importaciones menos exportaciones), la economía española presentaba ya a mediados de los noventa una importante dependencia del exterior en 40 sustancias de las 68 analizadas por el ITGME —en 17 de ellas esta dependencia llegaba al 100%—, mientras que sólo arrojaba un excedente en 18. Entre las primeras se encuentran, obviamente, recursos energéticos como el petróleo o el gas natural, o sustancias minerales como el fósforo, el cromo, el titanio, el molibdeno, el circonio, el cobalto, los diamantes, el manganeso, el amianto, el vanadio, el antimonio, el grafito, el litio o el bismuto. Entre las segundas estarían la mayoría de los productos de cantera y algunos minerales como el cinc, el potasio, el cadmio o el estroncio (ITGME, 1996, 18-20).

(24) La evolución de los principales destinos de las sustancias minerales y energéticas se puede seguir a través de los anuarios del MINER (varios años), o desde 1983 con ITGME (varios años).

(25) Desde 1996 el antiguo Ministerio de Industria y Energía y el ITGME consideran estas dos fracciones dentro de la rúbrica «Rocas y Minerales Industriales». Sin embargo nosotros hemos mantenido la misma clasificación hasta 2000.

(26) Un primer período abarcaría desde 1955 hasta 1961, que daría cuenta de los años finales de la denominada «década bisagra», con la adopción del Plan de Estabilización a finales de los cincuenta y comienzos de los sesenta. En segundo lugar, vendrían el período comprendido entre 1961-1975, que incluiría la etapa del crecimiento o la «década del desarrollo» de los sesenta y el primer quinquenio de los setenta, habida cuenta el retraso con el que España enfrentó una crisis económica que en el resto de los países había hecho su aparición a comienzos de esa década. La tercera etapa (1975-1985) coincidiría plenamente con la crisis económica y la ralentización del crecimiento en nuestro país, seguida de un período de recuperación (1985-1991) al calor del empuje de la economía internacional y la incorporación de España a la CEE. Entre 1992 y 1993

asistiremos a una breve pero intensa crisis, a la que no fueron ajenos los dispendios anteriores a 1992 ni la difícil tesitura de la UEM. Entre finales de 1993 y 1995 podríamos hablar de una etapa donde el crecimiento del PIB comienza a dar signos de recuperación, manifestándose plenamente en el último período a partir de esa fecha y hasta 2000.

(27) Podría pensarse que el nulo crecimiento de la extracción *doméstica* de productos energéticos entre 1960 y 1975 se debe a que no está incluida la aportación de la hidroelectricidad, pero, sin embargo, los datos demuestran que su contribución absoluta permaneció básicamente estable, aunque no así su aportación en términos relativos, que descendió del 19% en 1960 al 10% en 1975.

(28) Cifras similares de reducción se pueden ofrecer también para el caso del estaño, el plomo o el cinc (MINER, varios años). Además, para la evolución hasta mediados de los ochenta de algunos minerales, pueden consultarse los artículos aparecidos en el n° 29 de la revista *Papeles de Economía Española*.

(29) Que se corresponde con el incremento sustancial en la utilización de explosivos y de potencia (CV) en las explotaciones, directamente relacionado con un mayor impacto ambiental de las mismas.

(30) Véase para el caso del hierro (Koerting Wiese, 1986, 332). La ascensión de estos nuevos productores se puede seguir a través de los anuarios de la UNCTAD (varios años).

(31) Transformaciones que tendrán, si cabe, una continuación más acentuada en los años finales de la década de los noventa. Tanto la información estadística necesaria para hacer este seguimiento a largo plazo, como el análisis de las principales consecuencias que acarrea el trasiego de revalorizaciones patrimoniales, puede encontrarse en Naredo y Carpintero (2002).

(32) Véanse los sucesivos Censos de viviendas y Censos de edificios elaborados decenalmente por el INE. En especial, para la mayor parte de la década de los noventa, tiene mucho interés Ministerio de Fomento (2000).

(33) Datos relativos a Alemania. Cuando se diferencia por tipo de viviendas, las cifras disponibles en términos de kg/m^3 arrojan resultados que van desde los $360 \text{ kg}/\text{m}^3$, hasta los $497 \text{ kg}/\text{m}^3$, dependiendo del tipo de vivienda o edificio, unifamiliar o de plantas (Bringezu y Schütz, 1998, 37-38).

(34) Para hacer frente a estas deficiencias, Ortiz encabezó el Grupo de Trabajo sobre «Rocas y Minerales» promovido por la «malograda» Comisión Interministerial de Cuentas del Patrimonio Natural durante 1986. En este sentido, el texto citado recoge los resultados del ensayo realizado para el estaño y el wolframio, que dio lugar a un modelo de tonelajes-leyes a nivel de yacimiento inédito hasta ese momento.

(35) Esta circunstancia coincide con los cálculos realizados para otros países como EEUU, donde la reducción en la ley del cobre ha sido igual de espectacular, pasando del 2,5% en 1900, al 1,7% en 1930, para llegar en 1995 al 0,57% (Ruth, 1995, 203-204).

(36) Para la mayoría de las sustancias minerales, el *ratio* representado por la sobrecarga respecto al mineral extraído (*stripping ratio*) «raramente excede de diez y en la mayoría de los casos es menor de cinco» (Kesler, 1994, 68). Cifras similares de flujos ocultos relacionados con el cobre se ofrecen en varios trabajos. Así, Mathias Ruth informa de un *ratio* medio para Estados Unidos de 420 kg, donde dominan leyes del 0,57% (Ruth, 1995, 2049). Merece la pena subrayar que la estimación de Ruth, apoyándose en datos del U. S. Bureau of Mines, difiere notablemente para 1900 de la ofrecida por el también estadounidense Council of Environmental Quality que, en su publicación de 1976, *Environmental Quality*, ofrecía una ley del 4% para comienzos de siglo, también sobre datos del U. S. Bureau of Mines (citado en Butler, 1986, 269). En la misma línea, recientemente se han estimado *ratios* globales mundiales de 450 kg por tonelada de metal que se encuentran en los mismos órdenes de magnitud (Douglas y Lawson, 1998, 130).

(37) Para el caso del cinc (Gea Javaloy, 1986a), para el estaño y el wolframio (Ortiz, 1993) y para el plomo (Gea Javaloy, 1986b).

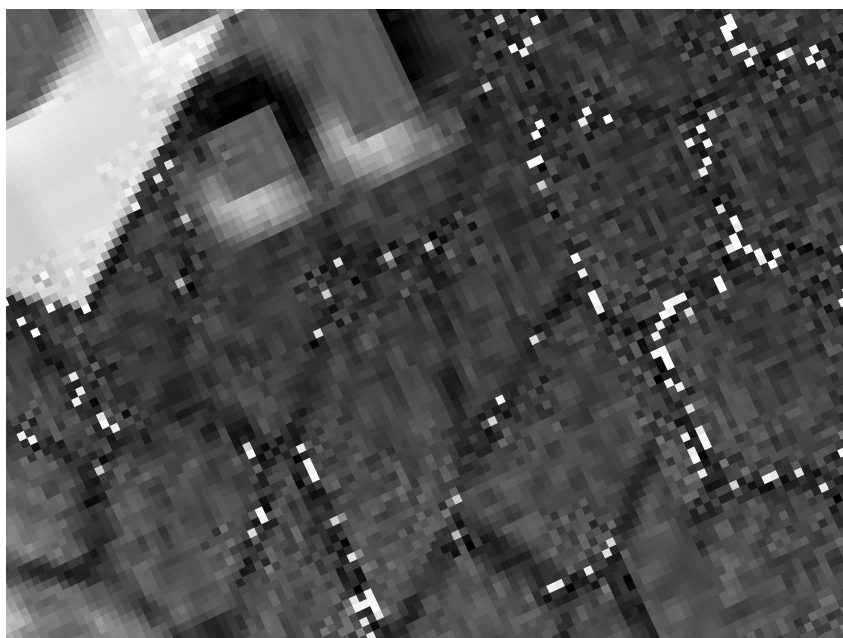
(38) Un recomendable repaso por los diferentes sistemas y maquinaria de explotación a cielo abierto puede encontrarse en: Bustillo Revuelta y López Jimeno (2000, 216-230).

(39) Por ejemplo, en el caso de Inglaterra ya son 60.043 hectáreas de terreno (el 0,46%) el que está ocupado por las actividades extractivas mineras (Douglas *et al.*, 2000, 3).

(40) Éstas y otras cuestiones relacionadas pueden seguirse a través de Kesler (1994, 73-81), o también en Wahrust (1994, 20-32).

(41) En todo caso, no cabe deducir de ello que esta forma de energía sea siempre más «ecológica» que las anteriores, pues estamos haciendo abstracción de otras implicaciones ambientales, como las emisiones de gases efecto invernadero, etc., que habría que tener en cuenta en el análisis.

(42) Que oscilan entre los 19 y los 36 millones de toneladas, excluido el movimiento de tierras, pero entre los que se encuentran la madera, los ladrillos, el vidrio, plástico, metales, hormigón, etc. *Vid.* Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) (2001-2006), BOE, nº 166, 12 de julio de 2001. Hay que advertir, además, que, aunque los residuos de construcción y demolición han sido calificados tradicionalmente como «inertes», esta cualidad ha ido poco a poco desapareciendo, habida cuenta de la importancia *cualitativamente* creciente de una serie de frac-



ciones con alto contenido tóxico dentro de estos residuos, a saber: CFCs, PCBs, transformadores, níquel-cadmio, etc.

(43) Que difieren notablemente de las cifras apuntadas por el propio PNRCD. *Vid. Construction and demolition waste management practices, and their economic impacts*, CE. Symonds & Ass, 1999. Citado en PNRCD (2001-2006), BOE, nº 166, 12 de julio de 2001, p. 25311. Alfonso del Val ofrece para las mismas fechas una estimación de 20 millones de toneladas de escombros, que, como vimos antes, se corresponde básicamente con la ofrecida en el propio Plan bajo la hipótesis de 450 kg/hab/día (Del Val, 2001, 2). Sin embargo, estas cifras difieren notablemente de los 13 millones planteados en el estudio comparativo citado anteriormente.

(44) Recordemos que, según la asimetría descrita por el «efecto notario» acuñado por A. Valero y J. M. Naredo, aquellas fases de los procesos productivos que son más intensivas en el consumo de recursos —medido éste en unidades físicas— resultan ser las menos valoradas desde el punto de vista monetario y viceversa. Una ilustración de este hecho se observa durante la construcción de una vivienda al comparar la divergencia creciente entre las aportaciones de recursos físicos en cada una de las fases del proceso (cimentación, tabicado, etc.) y las remuneraciones monetarias correspondientes, hasta llegar a la firma final de las escrituras «ante notario», quien con escaso desgaste físico obtiene una remuneración monetaria más que proporcional. El comercio internacional pone de manifiesto también que el comportamiento de los países ricos respecto a los pobres sigue una senda

muy parecida (véase Carpintero, Echevarría y Naredo, 1999).

(45) Para algunos años y para determinadas mercancías, el desequilibrio físico se tornaba, en saldo comercial, favorable por obra y gracia de una buena relación de intercambio. Por ejemplo, en el caso de los productos agroalimentarios en el año 2000, el valor monetario de los productos exportados, aunque menores en tonelaje, ha arrojado un excedente allí donde la contabilidad física registraba un déficit de más de siete millones de toneladas.

(46) El déficit de la balanza de mercancías pasó de 12 mil millones de euros en 1996 a 38 mil y 35 mil en 2000 y 2001, respectivamente, a la vez que la balanza corriente pasó del equilibrio en 1996 a un déficit de 21 mil y 17 mil millones de euros en 2000 y 2001, respectivamente (Banco de España, 2002, 156-157).

(47) Entre 1995 y 2000, el valor del *stock* de acciones del resto del mundo en poder de las empresas no financieras españolas creció a un ritmo del 48% anual acumulativo (Banco de España, 2001).

(48) Hay que tener en cuenta que a nivel internacional, en el último quinquenio, el proceso de fusiones y adquisiciones transfronterizas ha crecido en paralelo con el mismo fenómeno dentro de las empresas de cada país, manteniéndose siempre la misma proporción sobre el total, ya sea tanto en valor como en número de acuerdos: 25% para las transfronterizas y 75% para las nacionales. *Vid.* UNCTAD (2000).

(49) Hablar conjuntamente de fusiones y adquisiciones puede llevar a engaño. Dado que, según la UNCTAD, apenas el 3% de estas operaciones a nivel mundial se pueden

calificar de fusiones, convendría no fomentar artificialmente la imagen de colaboración o cooperación que subyace a la expresión «fusión» y hablar simplemente de *adquisiciones* o, alternativamente, cambiar el orden de los términos.

(50) La expansión ha sido tal que nuestro país ha pasado de representar el 0,25% del valor de las fusiones y adquisiciones (compras) mundiales en 1995, a protagonizar el 3,20% cuatro años después, en 1999, UNCTAD (2001).

(51) La fuente utilizada no permite un nivel de desagregación al detalle de país. No obstante, y sin menoscabo del papel de las instituciones financieras, el grueso de las operaciones anuales (flujos) de adquisición de acciones del resto del mundo ha sido llevado a cabo por las empresas no financieras. El 58% en 1995, el 69% en 1999 o el 67% en 2000.

(52) Aquí es preciso mencionar que, para el año 1999, aunque el 70% de la inversión directa fuese a parar a América Latina, ésta se vio muy influida por una operación concreta, como fue la adquisición de la empresa argentina YPF por la española Repsol (Banco de España, 1999, 65).

(53) En 1997, 1998 y 1999 las fusiones y adquisiciones en el exterior (compras) por parte de las sociedades niponas ascendieron respectivamente a 2.747, 1.284, y 9.792 millones de dólares; mientras que en el caso de nuestro país las cifras fueron: 8.038, 15.031 y 23.072 millones de dólares (UNCTAD, 2000).

(54) El texto que inició la posterior polémica fue el de W. Malembaum (1978), donde se verificaba la reducción en la intensidad de uso de diferentes materias primas por unidad de PIB. Una continuación de los esfuerzos de Malembaum es la encabezada por J. Tilton (ed.) (1990). Pueden consultarse, entre la creciente bibliografía, los siguientes trabajos: Herman, Ardekani y Ausubel (1989); Bernardini y Galli (1993); I. K. Wernick, *et al.* (1996). El artículo de Cleveland y Ruth (1999) es una documentada síntesis de la polémica, abarcando la mayoría de los planos sobre los que se ha desarrollado la discusión. Aunque las definiciones sobre la desmaterialización varían de unos autores a otros, Cleveland y Ruth zanján el asunto afirmando que «...se refiere a la reducción relativa o absoluta en la cantidad de materiales utilizados o en la cantidad de residuos generados en la producción de una unidad de producto» (*ibid.*, p. 16).

(55) La distinción y su formalización se deben a De Bruyn y Opschoor (1997, 258).

(56) El «pico» mostrado en 1968 se debe fundamentalmente al incremento en los flujos ocultos excavados, consecuencia de la imputación estadística a ese año de la terminación de 5.349 kilómetros de carreteras del Estado, provinciales y comarcales.

(57) En un efecto conseguido con datos relativos al *consumo* (producción más importaciones menos exportaciones) de energía por Ramos-Martín (1999 y 2001).

(58) Excluidas, por razones metodológicas, la hidroelectricidad y la energía nuclear.

(59) El comportamiento contradictorio, más que a la evolución del *input* energético (extracción más importaciones), se refiere al consumo final aparente (extracción más importaciones menos exportaciones) por unidad de PIB, aunque esta diferencia resta muy poco al argumento de fondo (véase el artículo de Ramos-Martín en este número). De hecho, la aparente mejora en la eficiencia para los años 1976-1979 esconde un incremento sustancial del *input* energético interno en forma de hidroelectricidad. En todo caso, esta singularidad española, que también afectó a otros países de la OCDE como Grecia o Suiza, ha sido destacada en diversos trabajos. Véase, por ejemplo, la revisión panorámica, aunque matizable en algún aspecto, de Carles Sudrià (1997). Desde otra perspectiva, y recurriendo a una descomposición de factores que tratan de explicar esta tendencia, resulta de interés el artículo de Vicent Alcántara y Jordi Roca (1996).

(60) Véase lo dicho sobre la CKA en el artículo de Roca y Padilla, en este mismo número, si bien ahora lo que se discute no son las emisiones de residuos gaseosos sino la utilización recursos.

(61) En algún caso como el Japonés, el R^2 del ajuste polinómico se encuentra por debajo de 0,2 (Seppälä, Haukioja y Kaivo-oja, 2000).

(62) «La intensidad energética primaria de la economía española estaba ya por encima de la media comunitaria en 1999 (227 kep por 1.000 euros de renta, frente a 199 para la Unión Europea)», por lo que el desbocado crecimiento del consumo primario de energía registrado en los últimos años aconseja más a hablar de «divergencia» que de «convergencia» o atraso todavía por recuperar por la economía española (Jiménez Beltrán, 2002, 415). Lo mismo cabría decir de los kilómetros de autovía ... o del número de viviendas *per cápita*.

(63) Este trabajo presenta algunas diferencias metodológicas respecto a nuestros cálculos. Pocos meses más tarde, los mismos autores publicaron, con alguna leve modificación, una actualización, llevando hacia atrás la serie e incorporando el balance de materiales completos, es decir, también los flujos por el lado del *output* (Bringezu y Schütz, 2001b).

(64) El caso de Finlandia entraría en cierta contradicción con las conclusiones de Seppälä, Haukioja y Kaivo-oja (2000), aunque por otro lado los períodos de análisis sólo coinciden en parte. Por otra parte, las cifras aportadas por Bringezu y Schütz han sido corregidas severamente por el IFF vienés en un trabajo para Eurostat (2002).

BIBLIOGRAFÍA

- ADRIAANSE, A., BRINGEZU, S., HAMMOND, A., MORIGUCHI, Y., RODENBURG, E., ROGICH, D. y SCHÜTZ, H. (1997): *Resource flows: the material basis of industrial economies*, World Resources Institute, Wuppertal Institute, Netherland Ministry of Housing Spatial Planning and Environment, National Institute of Environmental Studies.
- ALCÁNTARA, V. y ROCA, J. (1996): «Tendencias en el uso de la energía en España», *Economía Industrial*, pp. 161-166.
- ALMENAR, R., BONO, E., GARCÍA, E. (dirs.) (1998): *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*, Valencia, Fundació Bancaixa.
- AYRES, R. (1989): «Metabolismo industrial y cambio mundial», *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 121, pp. 391-402.
- AYRES, R. y SIMONIS, U. (eds.) (1994): *Industrial Metabolism: restructuring for sustainable development*, United Nations University Press.
- AYRES, R. U. y AYRES, L. W. (eds.) (2002): *Handbook of Industrial Ecology*, Chentelham, Edward Elgar.
- BANCO DE ESPAÑA (2001): *Cuentas financieras de la economía española (1995-2000)*, Madrid.
- BANCO DE ESPAÑA (2002): *Balanza de Pagos*, Madrid.
- BARRACO, H., PARÉS, M., PRAT, A. y TERRADA, J. (1999): *Barcelona 1985-1999. Ecología d'una ciutat*, Ajuntament de Barcelona.
- BERNARDINI, O. y GALLI, R. (1993): «Dematerialization: Long-Term Trends in the Intensity of Use of Materials and Energy», *Futures*, mayo, pp. 431-448.
- BRINGEZU, S. y SCHÜTZ, H. (1998): *Material Flow Accounts Part II: construction materials, packagings, indicators*, Wuppertal, Wuppertal Institute.
- BRINGEZU, S. y SCHÜTZ, H. (2001): *Total Material Requirement of the European Union*, European Environmental Agency, Technical Report, nº 55.
- BUSTILLO REVUELTA, M. y LÓPEZ JIMENO, C. (2000, 2ª edición): *Recursos minerales*, ETSI Minas, Madrid.
- BUTLER, J. (1986): *Geografía económica*, México, Limunsa.
- CAMPOS, P. (1981): «Producción y uso de energía en las explotaciones familiares del occidente asturiano (1950-1980)», en J. Mª Sumpsi (ed.) (1981): *La política agraria ante la crisis energética*, Madrid, UIMP, pp. 241-277.
- CAMPOS, P. (1984): *Economía y energía en la debesa extremeña*, Madrid, MAPA.
- CAMPOS, P. y NAREDO, J. M. (1978): «La conversión de la energía solar, el agua y la fertilidad del suelo extremeño en productos

agrarios para cubrir el déficit de los centros burocrático-industriales», en M. Gaviria *et al.*, *Extremadura saqueada*, París, Ruedo Ibérico, pp. 63-72.

CAMPOS, P. y NAREDO, J. M. (1980): «La energía en los sistemas agrarios», *Agricultura y Sociedad*, 15, pp. 17-113.

CARPINTERO, O. (1999): *Entre la economía y la naturaleza*, Madrid, Los Libros de la Catarata.

CARPINTERO, O., ECHEVARRÍA, S. y NAREDO, J. M. (1999): «Flujos físicos y valoración monetaria en el comercio mundial», en J. M. Naredo, A. Valero (dirs.) (1999): *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, pp. 325-348.

CARPINTERO, O. (2004): *El metabolismo económico de España: Flujos de energía, materiales y huella ecológica (1955-2000)*, Fundación César Manrique, Colección Economía versus Naturaleza (en prensa).

CASTEJÓN, R. (1986): «El siglo crucial de la minería española (1850-1950)», *Papeles de Economía Española*, 29, pp. 30-48.

CARPINTERO, O. (2002): «La economía española: el "dragón europeo" en flujos de energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995», *Ecología Política*, 23, pp. 85-125.

CLEVELAND, C. y RUTH, M. (1999): «Indicators of Dematerialization and the Materials Intensity of Use», *Journal of Industrial Ecology*, vol. 2, nº 3, pp. 15-50.

DE BRUYN y OPSCHOOR, J. B. (1997): «Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations», *Ecological Economics*, 20, pp. 255-268.

DE MARCO, O., LAGIOIA, G. y PIZZOLI MAZZACANE, E. (2000): «Material Flow Analysis of the Italian Economy», *Journal of Industrial Ecology*, 4 (2), pp. 55-70.

DEL VAL, A. (2001): «El PNRU, una lectura crítica de un Plan que lo pudo ser y que se quedó en el intento», *16 Encuentros de Amantes de la Basura*, Valladolid.

DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANAS (varios años): *Estadísticas de comercio exterior*, Madrid.

DIRECCIÓN GENERAL DE COMERCIO E INVERSIONES (varios años): *Inversiones españolas en el exterior*, Madrid.

DOLDÁN GARCÍA, X. (1999): *Problemas metodológicos referidos ao cómputo económico dos fluxos de materiais, enerxía e auga na industria*, Santiago de Compostela.

DOUGLAS, I. *et al.* (2000): «Closing the materials flow cycle and reducing geomorphic change: case studies in reclamation», mimeo.

DOUGLAS, I. y LAWSON, N. (1998): «Problems associated with establishing reliable estimates of material flows linked to extractive industries», en R. Kleijn *et al.* (eds.) (1998):



Ecologizing Societal Metabolism, Third ConAccount Meeting, Amsterdam.

ESTÉVAN, A. y SANZ, A. (1994): *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*, Madrid, Los Libros de la Catarata.

EUROSTAT (2001): *Economy-wide material flow accounts and derived indicators*, Luxemburgo.

EUROSTAT (2002): *Material Use in the European Union 1980-2000: Indicators and analysis*, Luxemburgo.

FRÍAS, J. (1994): «Una visión nueva de la industria: los flujos de materiales, energía y residuos», *Economía Industrial*, mayo-junio, pp. 83-96.

FRÍAS, J., GARRIDO, S., GASCÓ, J. M., HIDALGO, R. y NAREDO, J. M. (1986): *Los flujos de agua, materiales y energía en la Comunidad de Madrid*, Consejería de Economía y Hacienda.

FISCHER-KOWALSKI, M. y HÜTLER, W. (1999): «Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part II, 1970-1998», *Journal of Industrial Ecology*, 2 (4) pp. 107-136.

GARRABOU, R. y NAREDO, J. M. (eds.) (1996): *La fertilización en los sistemas agrarios: una perspectiva histórica*, Fundación Argentina Visor-Distribuciones.

GARRABOU, R. y NAREDO, J. M. (eds.) (1999): *El agua en los sistemas agrarios: una perspectiva histórica*, Fundación Argentina Visor-Distribuciones.

GAVIERIA, M., NAREDO, J. M. y SERNA, J. (coords.) (1978): *Extremadura saqueada*, París, Ruedo Ibérico.

GEA JAVALOY, R. (1986): «El sector del plomo», *Papeles de Economía Española*, 29, pp. 271-281.

GEA JAVALOY, R. (1986): «El sector del zinc», *Papeles de Economía Española*, 29, pp. 321-331.

HERMAN, R., ARDEKANI, S. A. y AUSUBEL, J. H. (1989): «Dematerialization», en National Academy of Engineering (1989) *Technology and Environment*, National Academy Press, pp. 50-69.

IHOBE (2002): *Necesidad Total de Materiales del País Vasco*, Bilbao.

INE (varios años): *Censo de edificios*, Madrid.

INE (varios años): *Censo de viviendas*, Madrid.

INE: *Anuarios estadísticos*, Madrid.

INE: *Contabilidad Nacional de España*, Madrid.

INE (2003): *Estadísticas Ambientales. Balance y contabilidad de flujos materiales*, Madrid, Documento de Trabajo.

ITGME (varios años): *Panorama Minero*, Madrid.

JIMÉNEZ BELTRÁN, D. (2002): «La Cumbre de Johannesburgo de agosto de 2002: ¿qué se puede esperar?», en C. Flavin y otros, *La situación del mundo en 2002*, Barcelona, Icaria, pp. 401-445.

KESLER, S. (1994): *Mineral resources, economics and environment*, Londres, MacMillan.

KOERTING WIESE, G. (1986): «La minería del hierro», *Papeles de Economía Española*, 29, pp. 332-347.

LÓPEZ-GÁLVEZ, J. y NAREDO, J. M. (1996): *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos*, Madrid, Fundación Argentina-Visor.

LÓPEZ LINAJE, J. (1985): «Perspectiva energética de la cría bovina en Asturias», *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 132, pp. 75-125.

MALEMBBAUM, W. (1978): *World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000*, McGraw-Hill, Nueva York.

MALLADA, L. (1890): *Los males de la patria*, Madrid, Biblioteca Regeneracionista, Fundación Banco Exterior, 1990.

MAPA (varios años): *Anuario de producción agrícola*, Madrid.

MAPA (varios años): *Anuario de producción ganadera*, Madrid.

MAPA (varios años): *Anuarios de Estadística Agraria*, Madrid.

MAPA (varios años): *Estadísticas de la producción forestal*, Madrid.

MARTÍNEZ ALIER, J. (1984): *L'ecologisme y l'economia. Historia d'unes relacions amagades*, Barcelona, Edicions 62.

MARTÍNEZ ALIER, J. (ed.) (1995): *Los principios de la economía ecológica. Textos de P. Geddes, S. A. Podolinsky y F. Soddy*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones.

MARTÍNEZ ALIER, J. y SCHLÜPMAN, K. (1987): *Ecological Economics*, Oxford, Blackwell (reeditada más tarde en castellano por FCE con el título *La ecología y la economía*, 1991).

MAS, M. y PÉREZ, F. (dirs.) (2000): *Capitalización y crecimiento de la economía española (1970-1997)*, Bilbao, Fundación BBV.

MATHEWS, E., AMANN, C., BRINGEZU, S., FISCHER-KOWLASKI, M., HÜTTLER, W., KLEJIN, R., MORIGUCHI, Y., OTTKE, C., RODENBURG, E., ROGICH, D., SCHANDL, H., SCHÜTZ, H., VAN DER VOET, E. y WEISZ, H. (2000): *The weight of nations*, Washington, Word Resources Institute.

MINER (varios años): *Estadística Minera de España*, Madrid.

MINISTERIO DE FOMENTO (2000): *Composición y valor del patrimonio inmobiliario en España, 1990-1997*, Madrid.

MORERA, J. E. (1986): «La minería del cobre», *Papeles de Economía Española*, 29, pp. 303-320.

NAREDO, J. M. (1996): *La burbuja inmobiliario-financiera en la coyuntura económica reciente (1985-1995)*, Madrid, Siglo XXI.

NAREDO, J. M. y CARPINTERO, O. (2002): *El Balance Nacional de la Economía Española (1984-2000)*, Madrid, FUNCAS.

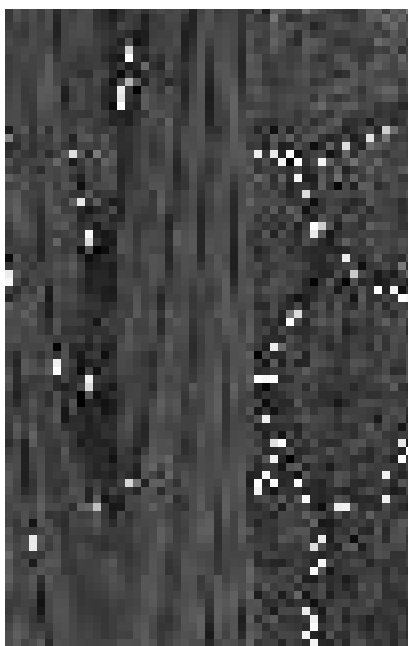
NAREDO, J. M. y FRÍAS, J. (1987a): «Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid», *Pensamiento Iberoamericano*, 12.

NAREDO, J. M. y FRÍAS, J. (1987b): «Recursos naturales: Información y planificación», *Boletín de ICE*, nº 2085, pp. 1813-1816.

NAREDO, J. M. y FRÍAS, J. (1988): *Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid*, Madrid, Consejería de Economía.

NAREDO, J. M. y GASCÓ, J. M. (1992): *Las cuentas del agua en España*, Madrid, MOPU.

NAREDO, J. M. y PARRA, F. (eds.) (2002): *Situación diferencial de los recursos naturales españoles*, Lanzarote, Fundación César Manrique.



NAREDO, J. M. y VALERO, A. (dirs.) (1999): *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuidores.

OECD (varios años): *Energy Balances of OECD Countries*, París.

ORTIZ, A. (1993): «Recursos no renovables (reservas, extracción, sustitución y recuperación) de minerales», en J. M. Naredo y F. Parra (comps.) (1993): *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Madrid, siglo XI, pp. 121-173.

PARÉS, M., POU, G. y TERRADAS, J. (1985): *Ecología d'una ciutat: Barcelona*, Centre del Medi Urbà-Programa MAB, UNESCO.

PÉREZ, F., GOERLICH, F. J. y MAS, M. (1996): *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones 1955-1995*, Bilbao, Fundación BBV.

PULIDO, A. (1968): «La función de producción Cobb-Douglas: una importante aplicación econométrica al conocimiento de la riqueza nacional», Universidad de Deusto (1968): *Riqueza Nacional de España*, vol. I, pp. 328-383.

PUNTÍ, A. (1982): «Balances energéticos y costo ecológico de la agricultura española», *Agricultura y Sociedad*, 23, pp. 289-300.

RAMOS-MARTÍN, J. (1999): «Breve comentario sobre la desmaterialización en el Estado español», *Ecología Política*, 18, pp. 61-64.

RAMOS-MARTÍN, J. (2001): «Historical Analysis of Energy Intensity of Spain: From a "Conventional View" to an "Integrated Assessment"», *Population and Environment*, vol. 22, 3, pp. 281-313.

ROCA, J. y ALCÁNTARA, V. (2001): «Energy intensity, CO₂ emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case», *Energy Policy*, 29, pp. 553-556.

ROCA, J., PADILLA, E., FARRÉ, M. y GALLETO, V. (2001): «Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve hypothesis», *Ecological Economics*, 39, pp. 89-99.

RODRÍGUEZ, J. (2001): «La vivienda en España. Datos básicos y coyuntura reciente», *Cuadernos de Información Económica*, 163, pp. 1-17.

RUTH, M. (1995): «Thermodynamic constraints on optimal depletion of copper and aluminium in the United States: a dynamic model of substitution and technical change», *Ecological Economics*, 15, pp. 203-204.

SCHMIDT BLEEK, F. (1994): *Wieviel Umwelt braucht der Mensch?*, Bickáuuser de Verlag.

SCHMIDT BLEEK, F. (1998): *Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch-mehr lebensqualität durch Faktor 10*, Bickáuuser Verlag de Verlag.

SEPPÄLÄ, T., HAUKIOJA, T. y KAIVO-OJA, J. (2000): «The EKC Hypothesis does not hold for Material Flows! Environmental Kuznets Curve Hypothesis of Direct Material Flows in Some Industrial Countries», *ESSE 2000, Transitions Towards a Sustainable Europe, 3ª Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics*, Vienna, 3-6, mayo.

SEGURA, J. (1969): *Función de producción, macrodistribución y desarrollo*, Madrid, Tecnos.

SIMÓN FERNÁNDEZ, X. (1999): «El análisis de los sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja», *Historia Agraria*, 19, pp. 115-136.

SUDRIÁ, C. (1987): «Un factor determinante: la energía», en J. Nadal, A. Carreras y C. Sudriá (comp.) (1987): *La economía española en el siglo XX*, Barcelona, Ariel.

SUDRIÁ, C. (1997): «La restricción energética al desarrollo económico de España», *Papeles de Economía Española*, pp. 165-188.

TILTON, J. (ed.) (1990): *World Metal Demand, Resources for the Future*, Washington, D.C.

UNCTAD (2000): *World Investment Report 2000: Cross-border Merger and Acquisitions and Development*, Nueva York.

UNCTAD (varios años): *Handbook of world mineral trade*, Ginebra.

URIEL, E. y MOLTÓ, M. L. (1995): *Contabilidad Nacional de España Enlazada. Series 1954-1993*, Valencia, IVIE.

VELARDE, J. (1986): «Ante la nueva minería española», *Papeles de Economía Española*, 29, pp. 2-29.

WAHRHUST, A. (1994): *Environmental degradation from mining and mineral processing in developing countries: corporate responses and national policies*, París, OCDE.

WERNICK, I. K. et al., (1996): «Materialization and dematerialization», *Daedalus*, 125, pp. 171-198.