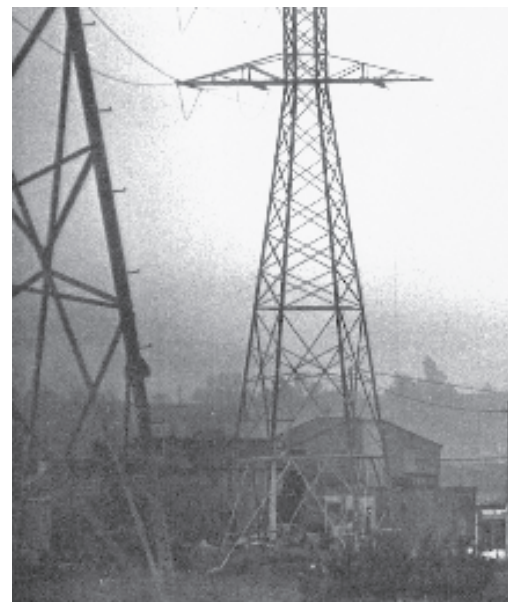




ENSAYO

La economía española: el «dragón europeo» en flujos de energía, materiales y huella ecológica, 1955-1995*

Óscar Carpintero**



«[algunos estados]...han acumulado dentro de su pequeño territorio y mediante el comercio exterior una cantidad de riqueza que excede en mucho a lo que podría esperarse de sus posibilidades físicas».

Th. R. Malthus, *Principios de economía política*, 1820

INTRODUCCIÓN

Las páginas que siguen quieren ser una contribución al esfuerzo que durante los últimos años —y con más o menos énfasis— se ha llevado a cabo para conocer las «bases materiales» de

las principales economías industriales. Un esfuerzo que, no por casualidad, ha encontrado acomodo en el último episodio de esa ya antigua polémica sobre los límites físicos al crecimiento económico. Pues no otra cosa hay detrás del debate sobre la «sostenibilidad», desplegado a nivel internacional para paliar — en el terreno de las ideas y los compromisos institucionales— la falta de proyectos serios con que modificar el rumbo real del deterioro ambiental. No han faltado las posturas enfrentadas entre los que piensan que el desafío de la sostenibilidad es resoluble —tanto teórica como prácticamente— desde el enfoque ordinario; y aquellos que demandan la necesidad de tratamientos alternativos a los meramente convencionales. Desde aquí defenderemos que la cuestión de la sostenibilidad no es abarcable únicamente con el instrumental analítico y las variables monetarias al uso (sostenibilidad *débil*). Si optamos por esta aproximación nos encontraremos con unos resultados parecidos a los aportados por el indicador elaborado hace algunos años por Pearce y Atkinson, que llegaba al sorprendente resultado de

* Texto presentado al IX Simposio de Historia Económica celebrado en Barcelona el 6 y 7 de junio de 2002. Este trabajo resume algunos de los resultados de mi tesis doctoral que será leída próximamente en la Universidad de Valladolid, estando prevista su publicación dentro de la Colección «Economía vs. Naturaleza» de la Fundación César Manrique.

**Profesor de Economía Aplicada, Universidad de Valladolid.

que las principales economías industriales eran las más sostenibles (Estados Unidos, Alemania, Japón, etc.), acusando a la mayoría de los países pobres (Burkina Faso, Etiopía, Indonesia o Madagascar) de insostenibilidad ambiental manifiesta. Un resultado éste que, al tener como criterio de «sostenibilidad» la capacidad de ahorro necesaria para reparar la depreciación del capital natural y manufacturado generada con la actividad económica, hacía de los países ricos los principales candidatos al título de economías «sostenibles».¹ Creemos, por el contrario, que la sostenibilidad tiene que ver con el tamaño que el sistema económico ocupa dentro del total de la biosfera (sostenibilidad *fuerte*),² y esto se puede cuantificar por diferentes métodos. Entre los propuestos recientemente figuran dos de especial trascendencia e importancia, a saber: el seguimiento de los flujos (inputs) de energía y materiales con sus correspondientes «mochilas ecológicas» que recorren el sistema económico (Requerimientos Totales de Materiales); y las exigencias territoriales necesarias para satisfacer el modo de consumo y la asimilación de residuos generados por la población (huella ecológica). Una aproximación ésta que nos permitirá analizar la contribución de los recursos naturales a las fases de crecimiento y recesión de la economía española, salvando así la ausencia de éstos como fuente de crecimiento económico en las funciones de producción agregada manejadas por los economistas, y que se centran exclusivamente en el capital y el trabajo como origen de la expansión de la producción. Esta información sobre la utilización crecientemente insostenible de estos flujos 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, de paso, 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. Asimismo, la Huella Ecológica mostrará algo ya intuido, pero pocas veces cuantificado: que los habitantes de este país cada vez ejercemos una mayor presión sobre el resto de territorios para abastecernos y mantener nuestros actuales patrones de producción y consumo (alimentación, consumo de energía, etc.) superando esta apropiación de recursos las dimensiones, no sólo de la porción de tierra ecológicamente disponible, sino las fronteras adminis-

trativas del propio territorio. El carácter inédito de la aplicación de ambos indicadores para el conjunto de la economía española y para el período de tiempo elegido, hacen que los resultados presentados se puedan considerar una primera aproximación susceptible de mejora a medida que la información disponible así lo permita.

SOBRE LA RELEVANCIA DEL «METABOLISMO ECONÓMICO»

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. Desde hace algún tiempo existe constancia de los esfuerzos «pioneros» que a finales del siglo XIX y principios del XX, desarrollaron gentes como P. Geddes, S. Podolinsky, J. Popper-Lynkeus, o F. Soddy. Sus preocupaciones porque 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 recorrían el sistema socioeconómico y que conformaban su particular «metabolismo».³ La labor de estos científicos, casi siem-

¹ Pearce, D. G., Atkinson, (1993): «Capital theory and the measurement of Sustainable Development: An Indicator of weak sustainability», *Ecological Economics*, 8, pp. 103-108. Lo que no quiere decir que estos autores obviarán la importancia de la interdependencia económica en el logro de la sostenibilidad. «Es perfectamente posible —escriben David Pearce y sus colaboradores— que una nación en concreto pueda asegurarse un patrón de desarrollo sostenible (...) pero a costa de la no sostenibilidad de otro país. (...) Podría decirse que la sostenibilidad es en parte algo que puede conseguirse 'importándolo' a través de la no sostenibilidad de otras naciones». Pearce, D. et al, (1989): *Blueprint for a green economy*, London, Earthscan, p. 45.

² He abordado la polémica sobre la sostenibilidad y sus indicadores, con más detalle, en: Carpintero, O, (1999): *Entre la economía y la naturaleza*, Madrid, Los Libros de la Catarata, cap. 4.

³ Una buena muestra de las propuestas que dichos autores realizaron en favor de esa necesaria reconstrucción de la economía política se puede encontrar en: J. Martínez Alier, (ed.), (1995): *Los principios de la economía ecológica*. Textos de P. Geddes, S.A. Podolinsky y F. Soddy, Madrid, Fundación Argentaria-Visor Distribuciones. *La recuperación de estos y otros «clásicos» de la economía ecológica (fundamentalmente respecto a los flujos energéticos y hasta la década de 1940) fue acometida por Martínez Alier desde comienzos de los ochenta, primero en ver-*



ENSAYO

pre ajenos al incipiente gremio de los economistas, favorecía la mirada limpia y la crítica honesta desde el punto de vista *externo*, habida cuenta que muchos de los postulados enarbolados por la economía política de aquellos años —o no tenían en consideración o entraban en franca contradicción— con las más elementales leyes físicas y biológicas. Este fenómeno de «crítica y enriquecimiento interdisciplinar» en torno a la noción de «metabolismo social» se extendió también a otras cien-

cias sociales por lo que la «historia intelectual del análisis de flujos materiales» es más plural de lo que pudiera parecer a primera vista.⁴ Años más tarde, el peculiar ambiente de los años sesenta y setenta permitió reflexiones como las de Abel Wolman sobre el «metabolismo de las ciudades»; las de Keneth Boulding y su «nave espacial tierra», o las derivadas de la insatisfacción de Georgescu-Roegen frente al paradigma neoclásico plasmadas en *La ley de la entropía y el proceso económico*. Simultáneamente a estas aportaciones, la publicación en 1970 de un primer *balance material* de Estados Unidos⁵ permitió ejemplificar con datos reales el orden de magnitud de los recursos captados por la economía estadounidense en forma de *input*, así como la importancia de los residuos generados como *output* no deseados de la actividad económica. En este sentido seguir hablando de externalidades y contaminación como fenómenos más o menos ocasionales pero no intrínsecos a la actividad económica se demostró totalmente inadecuado.

Entre la elaboración, en 1972, del informe sobre *Los límites al crecimiento*, y la ulterior propuesta de *desarrollo sostenible* manejada a partir de la publicación del Informe Brundtland en 1987, la discusión sobre economía y medio ambiente en su vertiente «metabólica» confluyó con la crisis económica y energética de los setenta. Por motivos de ahorro y de mejora en la eficiencia se mantuvo vivo el interés por conocer los niveles de utilización de los recursos y las consecuencias derivadas de la emisión de los residuos. Sin embargo, en esa coyuntura de escasez y preocupación ambiental, los economistas partidarios del crecimiento sin limitaciones encontraron un asidero teórico y empírico al que amarrarse en pleno temporal. Desde finales de los setenta se empezaron a «percibir» ciertos rasgos en la evolución de las economías industriales que hacían presagiar una *menor intensidad de uso* de energía y materiales, sugiriéndose una cierta «independencia» del crecimiento económico respecto al consumo de energía y recursos naturales;⁶ todo ello en un proceso que fue bautizado más tarde como *desmaterialización*. Desde entonces la bibliografía en torno a esta cuestión no ha dejado de aumentar basculando, de un lado, entre los análisis referidos a la reducción del consumo relativo de ciertos recursos naturales por la industria (hierro, cobre, acero, ...), y, por otro, la posibilidad de extrapolar a nivel nacional e internacional estas tendencias.⁷ Aunque en un

sión catalana en 1984: L'ecologisme y l'economia. Historia d'unes relacions amagades, Barcelona, Edicions 62; después en inglés en colaboración con K. Schlüpman, Ecological Economics, Oxford Blackwell, 1987, y reeditada más tarde en castellano por FCE con el título La ecología y la economía, 1991. Para la etapa más reciente puede consultarse con provecho: Fischer Kowalski, M, 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.

⁴ Para el impacto sobre la antropología o la geografía, véase: Fischer Kowalski, M, (1998): «Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970», Journal of Industrial Ecology, 2, (1) pp. 66-69.

⁵ Kneese, A; R.U. Ayres, R.C d'Arge, (1970): Economics and environment. A Materials Balance Approach, Washington, Resources for the Future.

⁶ El texto que inició la posterior polémica fue el de: W. Malembaum, (1978): World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000, MacGraw-Hill, New York, donde se verificaba la reducción en la intensidad de uso de diferentes materias primas por unidad de PIB. Una continuación de los esfuerzos de Malenbaum es la encabezada por J. Tilton, (ed.), (1990): World Metal Demand, Resources for the Future, Washington, D.C.

⁷ Pueden consultarse, entre la creciente bibliografía, los siguientes trabajos: Herman, R; S.A. Ardekani; J. H. Ausubel, (1989): «Dematerialization», en: National Academy of Engineering, (1989): Technology and Environment, National Academy Press, pp. 50-69; Bernardini, O; R. Galli, (1993): «Dematerialization: Long-Term Trends in the Intensity of Use of Materials and Energy», Futures, Mayo, pp. 431-448; Wernick, I.K, et al, (1996): «Materialization and dematerialization», Daedalus, 125, pp. 171-198. El artículo de C. Cleveland y M. Ruth, (1999): «Indicators of Dematerialization and the Materials Intensity of Use», Journal of Industrial Ecology, Vol 2, nº 3, pp. 15-50, 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 zanjan 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).

primer momento la desmaterialización se cionó principalmente a la reducción relativa del consumo de recursos por unidad de PIB, el razonamiento se acompañó de otras circunstancias que en esta nueva etapa caracterizarían las relaciones entre la producción de bienes y servicios y medio ambiente. Ahí estaba, por ejemplo, la progresiva emergencia de sociedades «terciarizadas», queriendo expresar así que el crecimiento constante experimentado por la participación del sector servicios en el Producto Nacional Bruto (PNB), reduciría el impacto ambiental de la actividad económica en general. O también, en la misma línea, el proceso de descontaminación generalizado consecuencia del «éxito» de ciertas políticas ambientales en los países industrializados, y que habría llevado a una reducción de la generación de residuos y la contaminación por unidad de PNB. 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*.⁸ 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. Esta distinción será importante también en el caso de la economía española.

A finales de la década de los ochenta, la discusión se bifurcó en dos direcciones que, al cabo de los años, acabaron encontrándose. Por un lado, la cuestión de la desmaterialización se llevó también al ámbito de los residuos atmosféricos y la contaminación, queriendo demostrar que no sólo el crecimiento consumía menos recursos naturales sino que generaba menos residuos y ayudaba a reducir la contaminación. La verificación estadística de esta relación entre contaminación y crecimiento económico dio lugar a una polémica sobre la presencia de lo que —por analogía con la relación propuesta por Kuznets para el crecimiento y los niveles de desigualdad, hace casi ya medio siglo— ha dado en llamarse «Curva Ambiental de Kuznets (EKC)». No nos detendremos ahora en desentrañar las incorrecciones que hay detrás de la famosa «curva». ⁹ Tan sólo anticiparemos que en el caso de la economía española no se ha descrito esta tendencia. Más nos interesa constatar que, en las mismas fechas, el afán por hacer operativa la noción de

«sostenibilidad» más allá de los simples indicadores monetarios, abrió una etapa especialmente fértil desde el punto de vista del conocimiento de las «bases materiales de las economías industriales». Algunos debates en el seno de Naciones Unidas y la UNESCO dieron como resultado que autores como R. Ayres y U. Simonis recogiesen, a finales de los ochenta, la vieja metáfora algo abandonada y popularizasen 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 sociedad convierte materias primas, energía y trabajo en bienes finales de consumo —más o menos duradero—, infraestructuras y residuos¹⁰. 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 viviendo más allá de sus posibilidades en términos de recursos, o han superado la capacidad de los ecosistemas para absorber los residuos. En cierto sentido se recuperaba con nueva savia la propuesta del «balance de materiales» que en su día realizaron Kneese y Ayres, pero profundizando en los procesos y elaborando los indicadores adecuados que permitiesen comparaciones internacionales. Por aquellas mismas fechas dos químicos de prestigio también pusieron de manifiesto que, frente al razonable conocimiento del

⁸ La distinción y su formalización se deben a S.M. de Bruyn y J.B. Opschoor, (1997): «Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations», *Ecological Economics*, 20, p. 258.

⁹ Un excelente repaso crítico sobre la «evidencia empírica» de la EKC en: Ekins, P. (1997): «The Kuznets Curve for the environment and economic growth: examining the evidence», *Environment and Planning*, 29, pp. 805-830.

¹⁰ R. Ayres, (1989): «Metabolismo industrial y cambio mundial», *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 121, p. 391-402. Este número de la revista citada acogió las principales aportaciones de la Conferencia de Tokyo de septiembre de 1988. Más tarde estos trabajos fueron completados con un «Workshop on Industrial Metabolism» en Maastricht bajo el patrocinio de la Universidad de Naciones Unidas y el IFIAS. El resultado conjunto de ambos encuentros se publicó años más tarde en forma de libro. Vid. R. Ayres, U. Simonis, (eds), (1994): *Industrial Metabolism: restructuring for sustainable development*, *United Nations University Press*.



ENSAYO

funcionamiento de la atmósfera, la hidrosfera, o la litosfera, apenas comenzábamos a vislumbrar las consecuencias físicas, químicas y biológicas de la producción de bienes y servicios propias de la «antroposfera». Y esto era así porque el metabolismo real de las sociedades nos era ajeno debido a la escasa utilización de la contabilidad de flujos materiales a nivel nacional.¹¹ No debe extrañar que, con este caldo de cultivo, las mismas preocupaciones llevaran a que dos importantes institutos se pusieran a la cabeza, desde comienzos de los noventa, en la investigación sobre flujos materiales a nivel internacional: se trataba del *Wuppertal Institut* alemán y del *Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung* (IFF) austriaco. En el primer caso, la aportación de Frederick Schmidt-Bleek resul-

tó 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.¹² Un papel similar al desempeñado por Schmidt-Bleek en Wuppertal lo ha venido realizando Marina Fischer-Kowalsky en el IFF vienés. Con una ligera diferencia: mientras el alemán procedía del campo de las ciencias naturales y la ingeniería, ésta llegó al estudio de las relaciones economía-medio ambiente desde las ciencias sociales. En todo caso, el trabajo en Wuppertal derivó, por ejemplo, en estimaciones sobre los input de materiales de la economía alemana, en un esfuerzo que tiempo después se extendió coordinadamente a Holanda, Estados Unidos y Japón, dando lugar a la publicación, en 1997, de un estudio titulado *Resource Flows* que se convertiría en una referencia obligada en el campo de la contabilidad de flujos materiales.¹³ Sorprendentemente Austria quedó al margen de esta investigación, lo que resulta aún más incomprensible dado que el IFF vienés había realizado balances de materiales para la economía austriaca desde comienzos de los noventa.¹⁴ Así encaminadas las cosas, no debe sorprender que haya cundido el ejemplo, de tal suerte que es posible disponer ya de una variada gama de estudios referidos a los flujos de energía y materiales en diferentes países. Pues aparte de los ya mencionados, disponen de estudios similares Reino Unido, Italia, Finlandia, Suecia, además de la Unión Europea en su conjunto.¹⁵ A esta lista hay que sumar, por su importancia poblacional a nivel mundial, la reciente estimación de los flujos físicos de China que muestra bien a las claras unas tendencias preocupantes.¹⁶ En todo caso, a mediados de los noventa y como plataforma para organizar los esfuerzos realizados en diferentes países para afianzar la contabilidad de flujos materiales, se creó una Acción Concertada a nivel internacional denominada *ConAccount* («Coordination of Regional and National Material Flow Accounting for Environmental Sustainability»), apoyada por la DGXII de la Unión Europea y que ha contribuido notablemente, a través de sucesivas conferencias anuales, al avance en el conocimiento del metabolismo

¹¹ Baccini, P.; P. H. Brunner, (1991): *Metabolism of the Anthroposphere*, Berlin, Springer-Verlag.

¹² 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 libros: *Wieviel Umwelt braucht der Mensch?*, Birkhäuser-Verlag, 1994; y también: *Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch-mehr Lebensqualität durch Faktor 10*, Birkhäuser Verlag, 1998.

¹³ Adriaanse, A., et.al, (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.

¹⁴ Vid. A. Steurer, (1994): «Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990», Schriftenreihe des IFF-Soziale Ökologie, Band 34. Por suerte, en la segunda parte de *Resource Flows...* dedicado al análisis de los flujos en forma de outputs (residuos) para los mismos países, esta ausencia se corrige apareciendo Austria en pie de igualdad con el resto. Vid. E. Mathews, et.al, (2000): *The weight of nations*, World Resources Institute, pp. 48-65.

¹⁵ EUROSTAT ha mostrado en los últimos años un especial interés por estas cuestiones. Así en 1995 realizó un «Expert Meeting on Material Flow Accounting» sobre las diferentes experiencias en las oficinas estadísticas de los países miembros, cuyos resultados se publicaron dos años después. Vid. EUROSTAT, (1997): *Material Flow Accounting. Experience of Statistical Institutes in Europe*. Luxembourg. En 2000 se realizó un «Task Force on Material Flow Accounting» donde se dio cuenta de los progresos realizados hasta ese momento. Los resultados por países se han publicado en forma de *Working Papers* por EUROSTAT y están disponibles en: <http://forum.europa.eu.int/Public>. Además este último grupo de trabajo sirvió para poner a punto las directrices principales de lo que años después sería la guía metodológica de EUROSTAT para la contabilidad de flujos materiales.

¹⁶ X. Chen; L. Qiao, (2001): «A preliminary Material Input Analysis of China», *Population and Environment*, 23, (1), pp, 117-126.

industrial y la construcción de indicadores de sostenibilidad.¹⁷ Estos esfuerzos internacionales fueron complementados en nuestro país por el trabajo de un equipo investigador que, dirigido por J.M. Naredo y A. Valero, realizaron, entre otras aportaciones, una estimación de los RTM a nivel planetario así como una primera aplicación del coste exergético al capital mineral de la Tierra.¹⁸

A la vez que se apuntalaban los estudios sobre el metabolismo de las sociedades industriales, en 1995 apareció un texto en el que se sistematizaban los trabajos que, desde tiempo atrás, venían desarrollando William Rees y sus colaboradores en Canadá en torno a la ya citada huella ecológica.¹⁹ Un indicador que, por otro lado, ha alcanzado gran éxito en los análisis sobre la sostenibilidad de las economías, realizándose estimaciones para casi todos los países en los años 1995, 1996 y 1997, así como un seguimiento a nivel planetario desde 1960.²⁰

Los esfuerzos realizados en nuestro país tanto en el caso de los flujos físicos como en el de la huella ecológica han tratado de cubrir una serie de lagunas a partir de estudios sectoriales de diverso alcance. En cuanto al seguimiento de los flujos físicos (en especial de 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.²¹ A esta labor siguió una ampliación tanto en la consideración de los recursos como en el ámbito sectorial y espacial, abarcando los flujos físicos de agua, energía, materiales y residuos de la ciudad de Barcelona o de la Comunidad de Madrid.²² Después de estas investigaciones cuyas metodologías difieren de las empleadas en nuestro trabajo, la década de los noventa se mostró parca en publicaciones. Dentro de las excepciones hay que mencionar, como ejemplo meritorio, la contabilización —«desde la cuna hasta la tumba»— de los flujos de energía y materiales realizada por A. Estevan y A. Sanz para el ciclo completo del transporte en nuestro país.²³ Recientemente se han extendido también esas preocupaciones a nivel industrial para el ámbito territorial de las manufacturas gallegas, arrojando resultados coherentes con análisis similares para otros países.²⁴ Por último, en lo que concierne a la huella ecológica los intentos de cuantificación se han mostrado de interés pero también escasos, centrándose en ámbitos locales, regionales, o en la actividad agraria como proceso productivo²⁵, por lo que los resultados presen-

tados en este trabajo se perfilan como la primera aproximación a nivel nacional para un período tan largo de tiempo.

FLUJOS FÍSICOS, CICLOS ECONÓMICOS Y «DESMATERIALIZACIÓN» EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Merece la pena comenzar señalando que, en términos globales, los Requerimientos Totales de Materiales (RTM, directos más

¹⁷ Un resumen de los propósitos y agenda de investigación de ConAccount puede encontrarse en: S. Brigenzu, et.al, (eds), (1998): The ConAccount Agenda, Wupertal Special, 8. En <http://www.conAccount.net> se pueden obtener también las actas de los cuatro «meetings» realizados hasta la fecha.

¹⁸ Naredo, J.M, Valero, A, (dirs.), (1999): Desarrollo económico y deterioro ecológico, Madrid, Fundación Argenteria-Visor Distribuidores.

¹⁹ Wackernagel, M, Rees, W; (1995): Our ecological footprint, Philadelphia, Gabriola Island, BC.

²⁰ Vid. WWF, et.al, (2000): Living Planet Report. pp. 13-30.

²¹ Se trataría de las aportaciones de P. Campos y J.M. Naredo a través de textos como Extremadura saqueada, Paris, Ruedo Ibérico, 1979, o «Los Balances Energéticos de la Agricultura Española», Agricultura y Sociedad, 15, 1980, pp. 163-256. En la propia década de los ochenta habría que añadir, desde un ángulo más territorial: Campos, P, (1982): «Producción y uso de energía en las explotaciones familiares del occidente asturiano», Agricultura y Sociedad, 24, pp. 61-105; Campos, P, (1984): Economía y energía en la dehesa extremeña, Madrid, MAPA.; López Linaje, J, (1985): «Perspectiva energética de la cría bovina en Asturias», Revista de Estudios Agro-Sociales, 132. Por último, y actualizando a nivel global el análisis de Campos y Naredo para el primer quinquenio de los noventa, el trabajo de X. Simón Fernández, (1999): «El análisis de los sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja», Historia Agraria, 19, pp. 115-136.

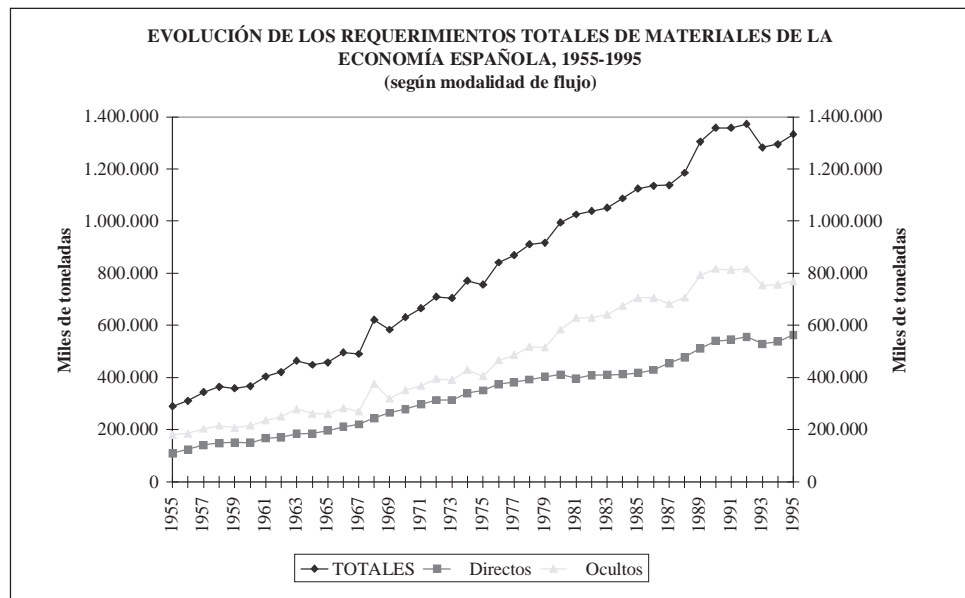
²² Paés, M; Pou, G, Terradas, J, (1985): Ecología d'una ciutat: Barcelona, Centre del Medi Urbà-Programa MAB, UNESCO. Naredo, J.M, Frías, J, (1988): Flujos de energía, agua, materiales e información en la Comunidad de Madrid, Madrid, Consejería de Economía.

²³ Estevan, A; Sanz, A, (1994): Hacia la reconversión ecológica del transporte en España, Madrid, Los Libros de la Catarata.

²⁴ Doldán García, X, (1999): Problemas metodológicos referidos ao cómputo económico dos fluxos de materiais, enerxia e auga na industria», Santiago de Compostela.

²⁵ Ahí estarían los casos Barcelona estimados por A. Prat y los resultados de Ivan Murray para las islas Baleares. Para la agricultura véase: Simón Fernández, X, (1999): «El análisis de sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja», Historia Agraria, 19, pp. 115-136

Gráfico 1



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

ocultos) de la economía española²⁶ han experimentado un crecimiento notable en el último medio siglo, pasando de 290 millones de toneladas en 1955 a 1.333 millones a mediados de la década de los noventa (Gráfico 1). Este incremento en 4,5 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 tn/hab a mediados de la década de los cincuenta, a requerir 34 tn/hab en 1995.²⁷ De esta última cifra, el 42 por 100, esto es, 14 ton/hab, se corresponden con los flujos directos (abióticos, bióticos y demás importaciones), mientras que el resto, casi 20 tn/hab, tienen 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 por 100 se localizaban en el interior de las fronteras, cuarenta años más tarde ese porcentaje se había reducido en treinta puntos, situándose en el 65 por 100; 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.

Ahora bien, esta panorámica general puede completarse añadiendo que, tanto en el plano de los flujos directos como 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

²⁶ Para evitar equívocos, insistimos en que, contablemente, consideramos como inputs (recursos) lo que se entiende por estos en contabilidad nacional, es decir, las extracciones domésticas más las importaciones. Lo que hay que diferenciar del consumo aparente, que detrae de los inputs los flujos de exportaciones.

²⁷ 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): Economy-wide material flow accounts and derived indicators, p. 49; 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 12 toneladas más.

Tabla 1. Estructura porcentual de los RTM de la economía española, 1955-1995
(porcentajes y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995
ABIÓTICOS	65,01	61,76	66,97	73,74	69,92	69,52	68,31
Directos	14,65	18,09	30,62	24,18	27,17	27,59	29,18
Ocultos	50,36	43,67	36,35	49,56	42,75	41,93	39,12
BIÓTICOS	28,94	28,37	19,51	14,67	12,62	12,66	11,78
Directos	22,14	22,48	14,18	10,63	9,11	9,41	8,44
Ocultos	6,79	5,89	5,33	4,04	3,51	3,26	3,34
SEMIMANUFACTURAS energéticas	0,42	0,04	0,25	0,53	0,89	0,86	0,91
SEMIMANUFACTURAS metálicas	0,37	2,43	5,79	4,91	8,44	9,11	11,86
Directos	0,08	0,12	0,57	0,71	0,62	0,60	0,83
Ocultos	0,28	2,31	5,22	4,20	7,82	8,51	11,03
FLUJOS EXCAVADOS	4,86	6,68	6,77	4,97	5,78	5,04	4,23
OTRAS IMPORTACIONES	0,41	0,73	0,72	1,17	2,34	2,82	2,91
REQUERIMIENTOS TOTALES	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Directos	37,71	41,45	46,34	37,22	40,14	41,26	42,28
Ocultos	62,29	58,55	53,66	62,78	59,86	58,74	57,72

Fuente: Véase Anexo Metodológico.

por 100 del total.²⁸ Dada la clasificación de los flujos seguida, cabría la posibilidad de incrementar ese porcentaje (hasta el 80 por 100) si añadimos los inputs procedentes de las semimanufacturas energéticas y metálicas que, aunque conlleven un proceso de manipulación industrial, mantienen un rescoldo abiótico importante. En la Tabla 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) 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 han sido posteriormente utilizados.

La exigencia creciente de flujos directos desde los años sesenta

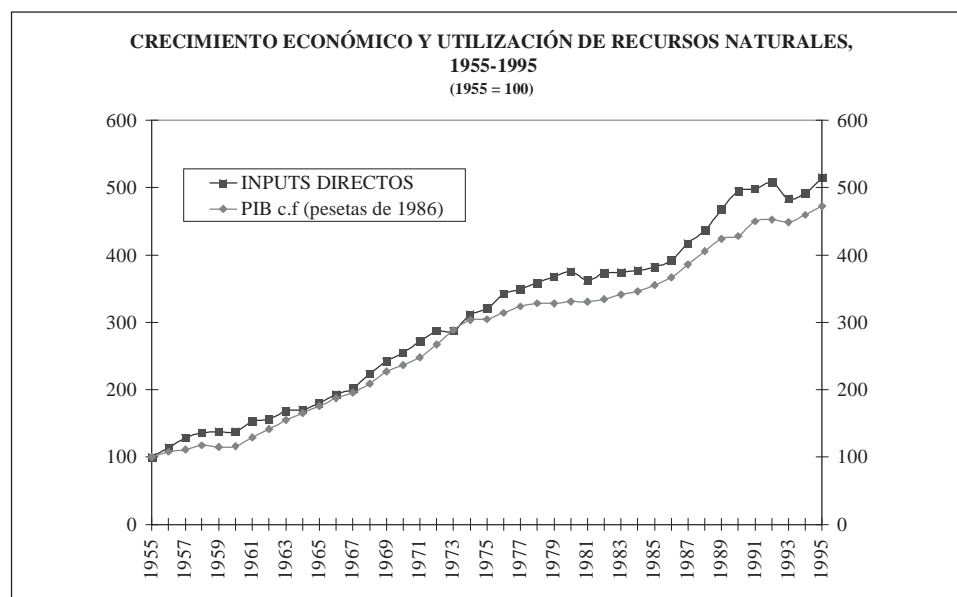
En general, las tendencias manifestadas para los RTM se cumplen cuando descendemos a los dos grandes grupos de flujos

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 cinco veces, de los input directos en el período 1955-1995, superando ampliamente la expansión del PIB c.f. Tal y como se desprende de la Tabla 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. Una tendencia que contrasta con el hecho, bien documentado, del «cambio estructural» asociado al declive de la actividad agraria y al ascenso de la industria y sobre todo de los servicios en el PIB.

²⁸ 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.

ENSAYO

Gráfico 2



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

Tabla 2. Evolución de los input directos de la economía española, 1955-1995, (años seleccionados y miles de toneladas)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995
ABIÓTICOS	42.557	73.000	231.864	271.929	369.024	353.859	389.089
Domésticos	38.364	63.870	174.854	207.675	287.310	274.135	302.253
Importados	4.193	9.130	57.010	64.253	81.714	79.724	86.837
BIÓTICOS	64.326	90.699	107.373	119.548	123.741	120.650	112.548
Domésticos	63.666	88.571	100.409	113.068	114.006	110.947	97.427
Importados	660	2.127	6.964	6.479	9.734	9.703	15.121
OTRAS IMPORTACIONES							
Semimanufacturas energéticas	1.234	142	1.883	6.000	12.136	10.970	12.115
Semimanufacturas metálicas	243	470	4.321	8.030	8.410	7.668	11.078
Otros bienes	1.186	2.965	5.444	13.140	31.782	36.137	38.805
REQUERIMIENTOS DIRECTOS	109.546	167.276	350.885	418.647	545.093	529.284	563.635
Domésticos	102.030	152.441	275.263	320.743	401.316	385.082	399.680
Importados	7.516	14.834	75.622	97.902	143.776	144.202	163.956
CONSUMO DOMÉSTICO DE MATERIALES (Extracción + importaciones - exportaciones)	100.963	157.145	330.296	362.957	490.461	467.809	492.103

Fuente: Véase Anexo Metodológico

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, lejos de menguar, ha crecido globalmente en términos absolutos en las últimas décadas. Parece entonces necesario un análisis que vaya más allá del seguimiento de las actividades extractivas en términos crematísticos y profundice en las realidades físicas de los procesos como antesala a la explicación de la degradación ambiental que producen.

Pues no sólo se trata de que globalmente los inputs directos se hayan multiplicado por 5,1 veces entre 1955 y 1995 (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 directos, en una escalada incesante desde mediados del siglo pasado. En términos globales, esta extracción se multiplicó *por más de 9 veces* entre 1955 y 1995 —pasando de los 40 millones de toneladas a mediados de siglo a los casi 400 millones a finales—, doblando al crecimiento del PIB al coste de los factores para ese mismo período —que se incrementó en 4,7 veces—, y superando ampliamente al crecimiento absoluto de la población que apenas varió en un factor de 1,3. Además, desde un punto de vista más desagregado, los flujos *energéticos* (domésticos e importados) con cargo a las reservas de la corteza terrestre se multiplicaron entre 1955-1995 por 5,8 veces —de los 17 millones de mediados de siglo a los 102 a finales del mismo—, los minerales no metálicos lo hicieron por 7, y los productos de cantera por 17. Sólo la extracción de minerales metálicos con un factor de 1,8 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.

Y 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 acumula-

do una importante tradición. Aunque hay que subrayar que fue a partir de mediados del siglo XX cuando este tipo de actividades sufrieron una severa 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 suelo²⁹ así como la riqueza especial de algunos de ellos tuvo mucho que ver en que apareciéramos como uno de los principales productores mundiales de varios minerales como el hierro, el plomo, la plata, o el cinc.³⁰ No en vano, en algunos casos destacaba la presencia de minas que figuraban entre las más antiguas del mundo (Río Tinto 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». ³¹ 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. La Tabla 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

²⁹ 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 y Almería, etc.

³⁰ 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». Vid. «El siglo crucial de la minería española, (1850-1950)», Papeles de Economía Española, 29, p. 31.

³¹ Mallada, L., (1890): Los males de la patria, Madrid, Biblioteca Regeneracionista, Fundación Banco Exterior, pp. 141-154.

ENSAYO

Tabla 3. Estructura porcentual de los inputs abióticos directos, 1955-1995
(años seleccionados e incluidas semimanufacturas importadas)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995
Energéticos	39,93	31,95	26,93	33,77	26,68	27,06	24,78
Domésticos	32,37	21,58	6,73	14,81	9,14	8,89	7,14
Importados	7,56	10,37	20,19	18,96	17,53	18,17	17,64
Metálicos	17,82	12,71	8,01	5,89	4,07	3,51	3,46
Domésticos	17,65	12,18	4,98	3,56	1,49	0,96	0,84
Importados	0,17	0,53	3,03	2,33	2,58	2,55	2,63
No metálicos	4,29	4,98	3,38	4,20	3,12	2,84	3,23
Domésticos	2,50	3,59	2,73	3,08	2,40	2,25	2,56
Importados	1,79	1,39	0,65	1,12	0,72	0,59	0,67
P. Cantera	34,61	49,53	59,08	51,23	60,86	61,58	62,90
Domésticos	34,61	49,42	59,00	51,17	60,72	61,49	62,77
Importados	0,00	0,11	0,07	0,06	0,14	0,09	0,13
Semimanufacturas energéticas	2,80	0,19	0,79	2,10	3,12	2,94	2,94
Semimanufacturas metálicas	0,55	0,64	1,82	2,81	2,16	2,06	2,69
TOTAL ABIÓTICOS (incl. Semi)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Domésticos	87,12	86,77	73,45	72,62	73,75	73,59	73,31
Importados	12,88	13,23	26,55	27,38	26,25	26,41	26,69

Fuente: Véase Anexo Metodológico.

a tonelaje movilizado, acaparando en 1995 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 el 25 por 100 de los flujos, dejando para los minerales —en sus dos formas— apenas el 10 por 100 restante. Lo que refleja un cambio considerable en la jerarquía de recursos naturales, al pasar de una situación, en 1955, de relativa igualdad entre los productos de cantera y los flujos energéticos, a un escenario en el cual aquéllos han superado en tonelaje ampliamente a los primeros. 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—,³² el grueso del tonelaje se concentra en un puñado 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 le 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 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

³² Se han analizado, para el período 1955-1995, un total 93 sustancias distribuidas del siguiente modo: 7 energéticas, 23 minerales metálicos, 29 no metálicos y 47 productos de cantera.

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 73 por 100 en 1995). 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 dos terceras 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.³³

Dicha relevancia del componente exterior puede verse también para los flujos *energéticos* importados cuya variación absoluta ha cuadruplicado (21,8 veces) el incremento del total de flujos de esa especie (5,8), 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 del siglo pasado, la economía española abastecía su producción en términos energéticos —haciendo de la necesidad virtud— en más del 80 por 100 con recursos procedentes del propio territorio, en 1995 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 absoluta por más de 15 veces desde 1965, representando a mediados de la década de los noventa más de las tres cuartas partes de los inputs por este concepto. Esta tendencia recoge en parte el efecto sustitución de mineral doméstico por el procedente del resto del mundo, muy patente en el caso del hierro que suponía en 1995 casi el 65 por 100 del total de importaciones en tonelaje, y el 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 quí-

mica básica y la exportación para el resto de las minerales.³⁴ 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*.³⁵ 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*. Ya vimos que 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*, la escasa importancia de los flujos importados es algo más particular

³³ Si en vez de centrarnos en los inputs, comparamos la extracción de recursos con el consumo aparente (extracción doméstica + importaciones - exportaciones), la economía española presentaba en 1995 dependencia del exterior en 40 sustancias de las 68 analizadas por el ITGME —en 17 de ellas esta dependencia llegaba al 100 por 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. Véase. ITGME, (1996): Panorama Minero, Madrid, pp. 18-20.

³⁴ La evolución de los principales destinos de las sustancias minerales y energéticas se pueden seguir a través de los anuarios del MINER (varios años): Estadística Minera de España, Madrid; o desde 1983 con ITGME, (varios años) Panorama Minero, Madrid.

³⁵ Fuera ya de nuestro ámbito temporal, desde 1996 el antiguo Ministerio de Industria y Energía y el ITGME consideran estas dos fracciones dentro de la rúbrica «Rocas y Minerales Industriales».

ENSAYO

pues su estructura fundamentalmente nacional responde a que su gran tonelaje y escaso valor unitario dificulta 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 hace 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 aquellos 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).

Tal y como se desprende de la Tabla 4, los flujos bióticos directos (producción agrícola, pastos, productos forestales y pescado) se han multiplicado por 1,7 en el período de referen-

cia, pasando de los más de 64 millones de toneladas a mediados de la década de los cincuenta, para llegar a los casi 113 millones de 1995. 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 más de las tres cuartas partes (77 por 100) al finalizar el siglo. Le sigue 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 por 100.

La pérdida de importancia de los pastos naturales en los flujos bióticos extraídos, se ha venido compensando, precisamente, con la expansión de los cultivos forrajeros y de cereales

Tabla 4. Flujos bióticos directos por grupos, 1955-1995
(miles de toneladas)

	1955	1961	1965	1975	1985	1991	1993	1995
Agrícolas	40.230	56.199	57.886	86.515	97.018	100.325	98.861	87.430
Domésticos	39.963	54.402	54.938	81.025	92.444	94.541	92.104	76.138
Importados	267	1.797	2.948	5.490	4.574	5.784	6.757	11.292
Biomasa pasto	14.334	15.226	12.678	7.450	7.650	5.903	5.818	5.866
Domésticos	14.330	15.213	12.563	7.353	7.530	5.540	5.566	5.582
Importados (animal)	4	13	115	97	120	363	252	284
Forestales	9.070	20.347	19.415	11.973	13.414	15.991	14.053	16.924
Domésticos	8.697	20.042	18.772	10.732	11.918	13.083	12.114	14.263
Importados	373	305	643	1.241	1.496	2.908	1.939	2.661
Pesqueros	692	928	1.158	1.434	1.466	1.521	1.918	2.328
Domésticos	676	915	1.121	1.299	1.176	842	1.163	1.254
Importados	16	13	37	135	290	679	755	884
TOTALES	64.326	92.700	91.137	107.372	119.548	123.740	120.650	112.358
Domésticos	63.666	90.572	87.394	100.409	113.068	114.006	110.947	97.237
Importados	660	2.128	3.743	6.963	6.480	9.734	9.703	15.121

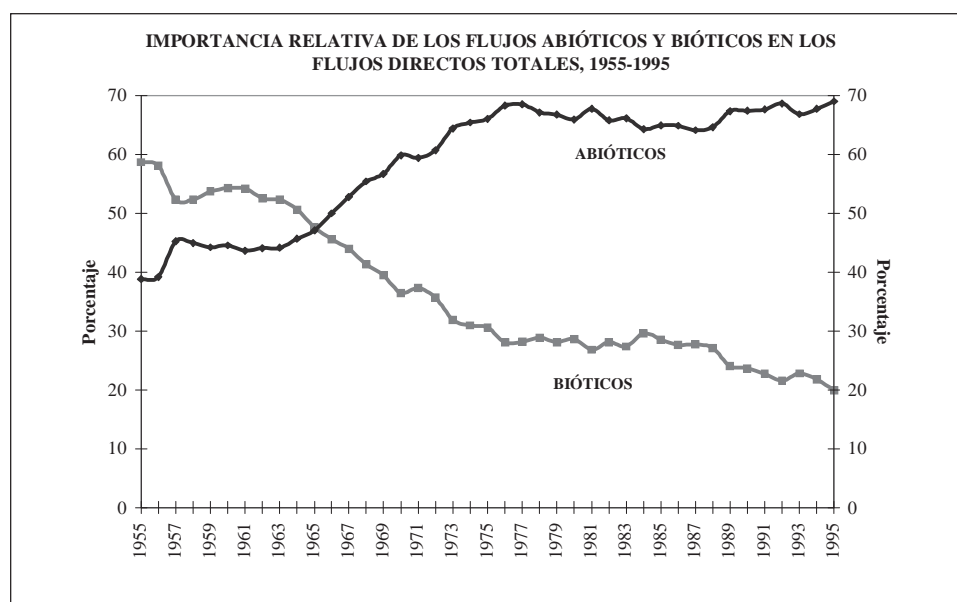
Fuente: Véase Anexo Metodológico

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 diente por el ganado en los pastizales y dehesas. En la misma línea general, los flujos bióticos marinos experimentan un notable incremento triplicando su tonelaje y doblando su participación en el total desde el 1 por 100 de 1955 hasta el 2 por 100 a mediados de la década de los noventa.

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 40 por 100 del total de inputs marinos han sido los principales responsables. A pesar del progresivo recurso al resto del mundo, el menor ritmo de crecimiento global de los flujos de biomasa (agrícolas, forestales, ...) —en comparación con los inputs abióticos— derivó en una pérdida progresiva de una hegemonía que los situaba en la principal fracción de los inputs *directos* en la década de los cincuenta, para acabar el siglo en unos porcentajes más bien modestos (Gráfico 3).

Gráfico 3



Nota: El porcentaje que resta, en cada año hasta 100 (que en 1995 apenas llega al 10 por 100), se debe a las importaciones de semimanufacturas energéticas, metálicas y al resto de bienes importados.

Fuente: Véase Anexo Metodológico



ENSAYO

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.³⁶

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) han mantenido casi siempre una tasa de crecimiento superior para cada período

considerado —ya fuera éste de auge o de declive—. 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 las Tablas 5 y 6, y 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 por 100 más que duplicó la propia tasa de variación del PIB.³⁷

Se alimentó así el crecimiento de un sector industrial —a tasas medias desconocidas del 9 por 100, 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 1973,³⁸ 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 térmicas 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».³⁹ 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 por 100 respectivamente), dejando el 39 por 100 para la hidroeléctricas y un 9 por 100 para las nucleares. Lo que explica también que

³⁶ 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, vendría 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; y, por último, entre finales de 1993 y 1995 podríamos hablar de una última etapa donde el crecimiento del PIB comienza a dar signos de recuperación.

³⁷ 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 por 100 en 1960 al 10 por 100 en 1975.

³⁸ Sudriá, C. (1997): «La restricción energética al desarrollo económico de España», Papeles de economía española, 73, p. 179. También, y de modo complementario: Sudriá, C. (1987): «Un factor determinante: la energía», en: Nadal, J; A. Carreras; C. Sudriá, (comp.), (1987): La economía española en el siglo XX, Barcelona, Ariel, pp. 340-341.

³⁹ *Ibidem*.

Tabla 5. Tasas de variación de los inputs directos en tonelaje de la economía española, 1955-1995 (%)

	1955-1961	1961-1975	1975-1985	1985-1991	1991-1993	1993-1995
ABIÓTICOS	9,41	8,61	1,61	5,22	-2,08	4,86
Domésticos	8,87	7,46	1,74	5,56	-2,32	5,00
Importados	13,85	13,98	1,20	4,09	-1,23	4,37
BIÓTICOS	5,89	1,21	1,08	0,58	-1,26	-3,42
Domésticos	5,66	0,90	1,19	0,14	-1,35	-6,29
Importados	21,54	8,84	-0,72	7,02	-0,16	24,84
OTRAS IMPORTACIONES						
Semimanufacturas energéticas	-30,26	20,28	12,29	12,46	-4,93	5,09
Semimanufacturas metálicas	11,62	17,17	6,39	0,77	-4,51	20,20
Otros bienes	16,50	4,44	9,21	15,86	6,63	3,63
REQUERIMIENTOS DIRECTOS						
Domésticos	6,92	4,31	1,54	3,81	-2,04	1,88
Importados	12,00	12,34	2,62	6,61	0,15	6,63
PROMEMORIA (ptas. de 1986)						
PIB c.f	4,3	6,3	1,5	4,0	-0,1	2,5
VAB agricultura	4,1	2,1	1,6	0,0	-0,8	-10,0
VAB industria	6,4	9,0	0,8	3,6	-1,5	4,0
VAB construcción	1,2	7,9	-1,8	8,4	-5,4	4,1
VAB servicios	3,8	5,8	1,9	4,4	0,0	2,2
PIB per cápita	3,4	5,2	0,7	3,7	-0,3	2,4
Trabajo	0,3	0,7	-1,4	2,6	-3,3	1,7
Stock de capital	—	4,7	2,9	3,6	2,8	2,4
Directos/PIB	4,8	2,1	0,1	1,1	-1,9	2,2
Directos/habitante	8,4	7,4	0,7	4,9	-2,2	4,7

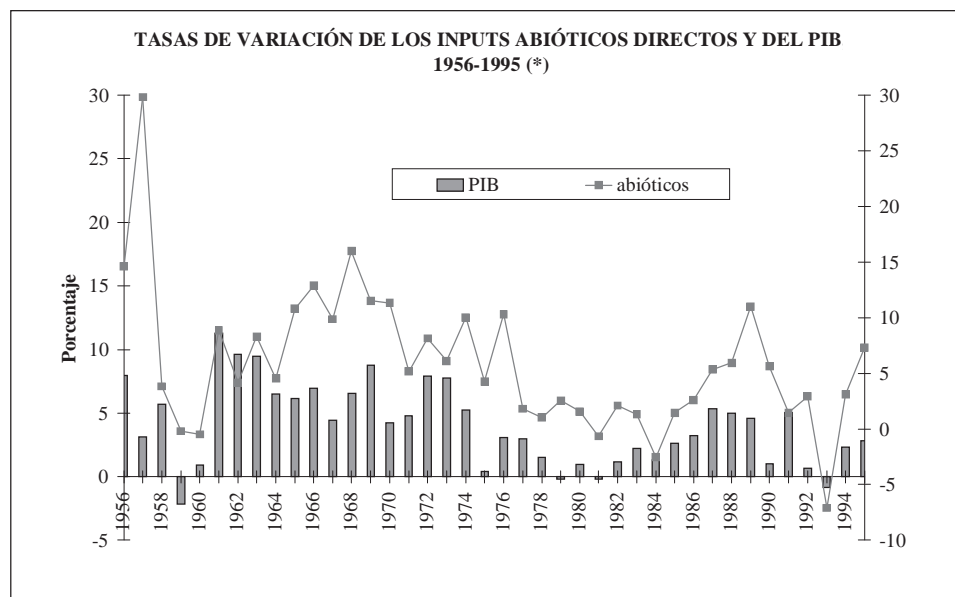
Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

el grueso de los carbones nacionales (hulla, antracita y lignito) 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.⁴⁰ Cambios todos influidos por motivos tecnológicos en el caso industrial o, 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

⁴⁰ En 1959 la siderurgia y coquerías utilizaban el 27 por 100 del carbón, las centrales termoeléctricas el 7,8 por 100, otras industrias el 36,8 y el transporte y consumo doméstico 18,6 y 9,8 por 100 respectivamente. Diez años después, las proporciones eran: 34,5; 40,1; 19,6; 0,2; 5,5. Vid. García Alonso, J.M. (1986): «La minería del carbón», Papeles de economía española, 29, pp. 121-123. Para el caso concreto de los hogares, la cuantificación rigurosa de la energía consumida por los mismos en los diferentes usos (calefacción cocina, sanitarios, etc.) certifica las tendencias apuntadas mostrando un consumo de carbón de sólo un 3,5 por 100. Vid. IDAE, (1998): Consumos de energía de los hogares, 1995, Madrid, MINER., p. 20. Este estudio del IDAE aprovecha la Encuesta de Presupuestos Familiares 1990-1991 y extrapola los resultados para 1995. A nivel de la Unión Europea, el seguimiento de los mismos datos para una buena muestra de países en 1988 puede consultarse en: EUROSTAT, (1993): Energy consumption in Households, Bruselas.

ENSAYO

Gráfico 4



(*) Incluye las semimanufacturas

Fuente: Véase Anexo Metodológico

Tabla 6. Tasas de variación media anual acumulativa de los inputs abióticos directos en tonelaje, 1955-1995, (%)

	1955-1961	1961-1975	1975-1985	1985-1991	1991-1993	1993-1995
Energéticos	4,97	7,42	4,18	1,23	-1,51	0,67
Domésticos	1,82	0,07	10,20	-2,85	-3,55	-5,71
Importados.	14,84	14,05	1,21	3,92	-0,46	3,65
Metálicos	2,97	5,22	-1,24	-0,98	-9,19	4,41
Domésticos	2,41	2,02	-1,52	-8,93	-21,35	-2,05
Importados	31,16	23,13	-0,80	7,12	-2,87	6,75
No metálicos	11,69	5,78	4,08	0,19	-6,72	12,33
Domésticos	15,73	6,64	3,08	1,01	-5,41	12,41
Importados	4,43	3,02	7,53	-2,23	-11,23	12,02
P. Cantera	15,65	10,12	0,41	8,35	-1,64	6,32
Domésticos	15,60	10,13	0,41	8,33	-1,60	6,29
Importados	108,43	5,52	-0,06	21,33	-20,37	24,21
Semimanufacturas energéticas	-30,26	20,28	12,29	12,46	-4,93	5,09
Semimanufacturas metálicas	11,63	17,17	6,39	0,78	-4,51	20,19
TOTAL ABIÓTICOS (incl. Semi)	8,94	21,61	3,10	5,29	-0,74	1,71
Domésticos	8,87	18,28	2,91	5,56	-0,78	1,64
Importados	9,44	14,29	2,16	4,55	-1,92	5,77

Fuente: Véase Anexo Metodológico

Tabla 7. Evolución del número de minas o grupos mineros por tipos de sustancias, 1955-1995

	1955	1965	1975	1985	1991	1993	1995
Energéticos	560	416 ¹	162	268	171	162	135
M. Metálicos	645	355 ²	148	71	21	13	15
M. No metálicos	252	544	460	301	210	193	190
P. Cantera	1964	3309	3666	2981	3044	3147	3158
Total	3421	4624	4436	3621	3446	3515	3498

¹ Incluye las explotaciones de uranio; ² Incluye las explotaciones de bauxita
 Fuente: MINER, (varios años): *Estadística Minera de España*.

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 la Tabla 7 supuso una auténtica sangría con reducciones de más del 50 por 100 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 1970,⁴¹ 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 del 5,2 y 5,7 por 100 respectivamente. 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,⁴² como del esfuerzo que, en términos de importaciones (con tasas del 23,1 y 3,1 por 100), fue preciso realizar para alimentar una maquinaria económica que no se detenía en sus exigencias de minerales y metales. Todo ello casa bien con el auge de importaciones de semi-manufacturas 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 ex-

tracción 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 construcción de viviendas para acoger a un 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 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 (1,7 y 1,5 por 100) de ambas variables (flujos directos y PIB). En este escenario, sin embargo, la evolución de los yacimientos energéticos domésticos siguió

⁴¹ Cifras similares de reducción se pueden ofrecer también para el caso del estaño, el plomo o el zinc. Vid. MINER, Estadística minera de España, Madrid. Además para la evolución hasta mediados de los ochenta de algunos minerales pueden consultarse los artículos aparecidos en el nº 29 de la revista Papeles de economía española.

⁴² Que se corresponde con el incremento sustancial en la utilización de explosivos y de potencia (C.V) en las explotaciones, directamente relacionado con un mayor impacto ambiental de las mismas.



ENSAYO

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 apertura 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. En efecto, el nuevo escenario presentaba unas tasas medias de crecimiento del PIB y de los inputs abióticos directos del 4,0 y del 5,2 por 100 respectivamente para 1985-1991, si bien conviviendo con una reducción global de la utilización de minerales metálicos —con una tasa global negativa de 0,9 por 100— y una ralentización del crecimiento en el caso de los no metálicos (0,1 por 100). 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 la Tabla 7, 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 por 100) con el cierre masivo de explotaciones —pasando de las ya menguadas 71 en 1985 o las 21 de 1991— que afectaron 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 por 100) no lograron enderezar del todo el declive del grupo (-0,9 por 100, sin contar las importaciones de semimanufacturas metálicas que crecieron al 0,7 por 100).

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.⁴³ 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 por 100) proporcionaron los suficientes recursos con que alimentar el boom inmobiliario y económico de finales de los ochenta (1985-1991)⁴⁴ que deparó tasas de crecimiento que, como en el caso de los productos de cantera (8,3 por 100), doblaron al incremento del producto interior bruto (4,0 por 100). 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 por 100 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. Pero, dado que el agente principal de la recuperación fue el sector de la construcción conviene adelantar algunas cuestio-

⁴³ Véase para el caso del hierro: Koerting Wiese, G. (1986): «La minería del hierro», *Papeles de Economía Española*, 29, p. 332. La ascensión de estos nuevos productores se puede seguir a través de los anuarios de la UNCTAD, *Handbook of world mineral trade*, Ginebra.

⁴⁴ Naredo, J.M. (1996): La burbuja inmobiliario-financiera en la coyuntura económica reciente (1985-1995), *Madrid, Siglo XXI*, pp. 1-70.

nes, 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.⁴⁵ Cabe apuntar, pues, que el uso generalizado de productos de cantera en ese quinquenio 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.⁴⁶ Y 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 antigüedad, 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».⁴⁷ 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 cuadrado de carretera demanda también 1,9 toneladas. Lo que se agrava aún más al comprobar que, en el caso de las viviendas, el 97 por 100 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 por 100 cuando se trata de las infraestructuras de carretera.⁴⁸

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. Un declive confirmado además por tasas de crecimiento negativas para todos

los input de recursos naturales. Como es sabido, el momento más agudo coincidió con una oleada de especulación contra el SME y de escepticismo político respecto al futuro de la UEM, que se saldó con sendas devaluaciones de nuestra moneda, aunque los daños remitieron conforme se fue recuperando el clima de confianza en el proceso. Entre finales de 1993 y 1995, el PIB comenzó a experimentar tasas positivas de crecimiento (2,5 por 100) alimentadas por un incremento importante de los input de recursos naturales abióticos (5,0 por 100) muy por encima del PIB y de los VAB de los diferentes sectores (industria, construcción y servicios), llevándose la palma los

⁴⁵ Transformaciones que tendrán una continuación más acentuada si cabe 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, J.M y O. Carpintero, (2002): El Balance Nacional de la Economía Española: (1984-2000), Madrid, FUNCAS.

⁴⁶ Vid. INE, (varios años): Censo de viviendas, Madrid; INE, (varios años): Censo de edificios, Madrid. En especial, para la mayor parte de la década de los noventa, tiene mucho interés el estudio: Composición y valor del patrimonio inmobiliario en España, 1990-1997, Madrid, Ministerio de Fomento, 2000.

⁴⁷ Ministerio de Fomento, (2000): Composición y valor del patrimonio inmobiliario... op.cit, p. 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 por 100), 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 por 100). (Ibid, p. 23). Esto no quiere decir, sin embargo, que la demolición de viviendas y edificios en Alemania afecte principalmente a los más antiguos pues a comienzos de los noventa, el 55 por 100 de las viviendas y edificios demolidos se habían construido con anterioridad a 1918. Vid. Brigenzu, S; Schütz, H, (1998): Material Flow Accounts Part II: construction materials, packagings, indicators, Wuppertal, Wuppertal Insitute, p. 24.

⁴⁸ Datos relativos a Alemania. Cuando se diferencia por tipo de viviendas, las cifras disponibles en términos de kg/m³ arrojan resultados que van desde los 360 kg/m³ hasta los 497 kg/m³ dependiendo del tipo de vivienda o edificio, unifamiliar o de plantas. Vid. Brigenzu, S; Schütz, H, (1998): Material Flow Accounts..., op.cit, pp. 37-38.



ENSAYO

minerales no metálicos (12,3 por 100) y otra vez los productos de cantera (6,3 por 100) que triplicaron el valor del PIB; seguidos por las sustancias metálicas (4,4 por 100) y los productos energéticos (0,6 por 100). Tal vez lo que más llame la atención de este período sea la debacle coyuntural que experimenta el VAB de la agricultura que cae un 10 por 100 en esos años —por influencia de una intensa sequía que menguó la producción— quedando al margen del proceso de recuperación general.

Una mochila ecológica que se muestra demasiado pesada

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 «destruir» para obtener en forma útil lo que más tarde se incorporará a la cadena del valor económico. Desafortunadamente, el tratamiento de las consecuencias ecológicas y sociales de las actividades extractivas —a pesar de los motines pioneros reivindicando la mejora de las condiciones de trabajo en las minas y en defensa de la salud pública⁴⁹— ha tenido muchas veces que bregar con la actitud reverencial hacia la dura labor de los mineros y la

fuerte implantación e influencia social de la mayoría de las explotaciones en el norte y el sureste de España. La excesiva dependencia de las comarcas respecto del negocio extractivo y el lógico miedo al desempleo, ahogaron durante largo tiempo una crítica ecológico-social sostenida desde posiciones minoritarias. Un planteamiento que venía destacando hasta nuestros días las consecuencias que en términos de consumo de agua, energía, materiales, generación de residuos, deterioro ambiental y salud pública han acarreado todas las fases de la minería extractiva: desde la exploración por sondeos, a la fase de arranque, extracción y transporte, o finalmente la concentración y refinamiento del metal. Circunstancias todas que han dificultado especialmente unas relaciones minería-medio ambiente donde, simplificando, se pueden encontrar tres elementos. De un lado, la *agresividad intrínseca* de una actividad en la que «...los materiales deben extraerse, a modo de tumor, mediante operaciones quirúrgicas que dejan huecos o cicatrices más o menos espectaculares o visibles»;⁵⁰ a lo que habría que añadir que la propia situación de las minas hace que muchas veces se pongan en peligro zonas de especial interés paisajístico, que se acaban malogrando por la propia actividad extractiva, y por sus consecuencias en relación a la gestión de los residuos producidos. Así nos encontramos que, bordeando las explotaciones de nuestro país, aparecen a menudo auténticos lagos (balsas) que acogen los residuos líquidos procedentes del lavado del mineral, o gigantescas escombreras donde se depositan la ganga y los estériles que acompañan a la obtención del mismo.

Como se especifica en el anexo metodológico, los datos razonablemente solventes 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».⁵¹ 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».⁵² 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,

⁴⁹ Es necesario recordar que, por ejemplo, el 4 de febrero de 1888, el regimiento de Pavía español reprimió una manifestación de campesinos y mineros en Río Tinto en protesta por «los humos». El desenlace: decenas de muertos. Con buen criterio, la revista *Ecología Política*, dirigida por Joan Martínez Alier, ha propuesto esa fecha como *Día Mundial del Ecologismo Popular* y no faltan razones para ello.

⁵⁰ Ortiz, A. (1993): «Recursos no renovables (reservas, extracción, sustitución y recuperación) de minerales», en: Naredo, J.M., Parra, F. (comps.), (1993): *Hacia una ciencia de los recursos naturales*, Madrid, Siglo XXI, p. 145.

⁵¹ Ortiz, A. (1993): «Recursos no renovables...», *op.cit.*, p. 148. 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.

⁵² Velarde, J. (1986): «Ante la nueva minería española», *Papeles de economía española*, 29, p. 5

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 concentrados, 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 conoce 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 río Tinto estaban en un entorno del 1-1,8 por 100,⁵³ 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»,⁵⁴ 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 por 100, (0,60 en Cerro Colorado, 0,47 en Santiago, o 0,58 en Aznalcóllar),⁵⁵ 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 por 100) frente a otras más ricas como la calcosina (79 por 100) o la bornita (63 por 100) lo ha dificultado.⁵⁶ 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 kilo de metal, llegando a cerca de 450 kilos incluyendo la sobrecarga.⁵⁷ Cifras todas importantes si consideramos que, en el caso de Estados Unidos, «el sector de la

⁵³ Morera, J.E. (1986): «La minería del cobre», Papeles de economía española, 29, p. 304.

⁵⁴ *Ibidem*, p. 306.

⁵⁵ *Ibidem*. Esta circunstancia coincide con los cálculos realizados para otros países como EE UU donde la reducción en la ley del cobre ha sido igual de espectacular, pasando del 2,5 por 100 en 1900, al 1,7 por 100 en 1930, para llegar en 1995 al 0,57 por 100. Véase: 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.

⁵⁶ Morera, J.E., (1986): «La minería del cobre», *op.cit.*, p. 320.

⁵⁷ 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». Vid. Kesler, S. (1994): Mineral resources, economics and environment, London, MacMillan, p. 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 por 100. Véase: M. Ruth, (1995): «Thermodynamic constraints...», *op.cit.*, p. 204. 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 por 100 para comienzos de siglo, también sobre datos del U.S. Bureau of Mines. Cfr. Butler, J. (1986): Geografía económica, México, Limusa, p. 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. Véase: Douglas, I; Lawson, N. (1998): «Problems associated with establishing reliable estimates of material flows linked to extractive industries», en: Klejin, R., et al. (eds.), (1998): Ecologizing Societal Metabolism, Third ConAccount Meeting, Amsterdam, p. 130.



ENSAYO

minería del cobre por sí sólo es responsable de más de un tercio del total de residuos sólidos generados por el sector de la minería metálica». ⁵⁸ Así las cosas, las bajas leyes unidas a la mala calidad de los yacimientos y la coyuntura de precios muy oscilante y desfavorable llevó 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 en 1995 a una dependencia del 85,5 por 100. ⁵⁹

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 por 100 del noroeste, el 35-40 por 100 del norte, el 44 por 100 del centro y el Levante, o el intervalo del 38-60 por 100 del sureste) ⁶⁰ 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 por 100. ⁶¹

Juntando todos los datos parciales obtenidos para los flujos ocultos subordinados, se puede realizar un ejercicio indicativo del declive experimentado por una —llamémosla así— «ley media» para el conjunto de yacimientos metálicos, con el con-

siguiente incremento de los flujos ocultos por unidad de sustancia extraída. Este descenso de la «riqueza media» de los yacimientos explotados es lo que hemos querido representar a través del Gráfico 5, donde se observa el paso de «leyes medias» de más del 10 por 100 a mediados de la década de los cincuenta, a unos valores que rondan el 2-3 por 100 al finalizar la centuria.

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, ⁶² 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 42 mil de 1995, no siendo ajena a esta tendencia una peculiar coyuntura minera en declive que buscaba rentabilidad al menor coste. La Tabla 8, pone sobre el tapete la importancia adquirida por esta técnica en relación a las toneladas de mineral obtenidas, mostrándose cómo las sustancias metálicas han multiplicado por tres sus requerimientos, pasando de demandar apenas medio kilo de explosivo por tonelada en 1975 a necesitar kilo y medio a mediados de los noventa, haciendo así frente a la reducción de la ley de los yacimientos explotados. 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

⁵⁸ U.S. Environmental Protection Agency, (1985): *Wastes from the extraction and beneficiation of metallic ores*, Washington, DC. Cifr. Ruth, M, (1995): «*Thermodynamic constraints...*», *op.cit.*, p. 204.

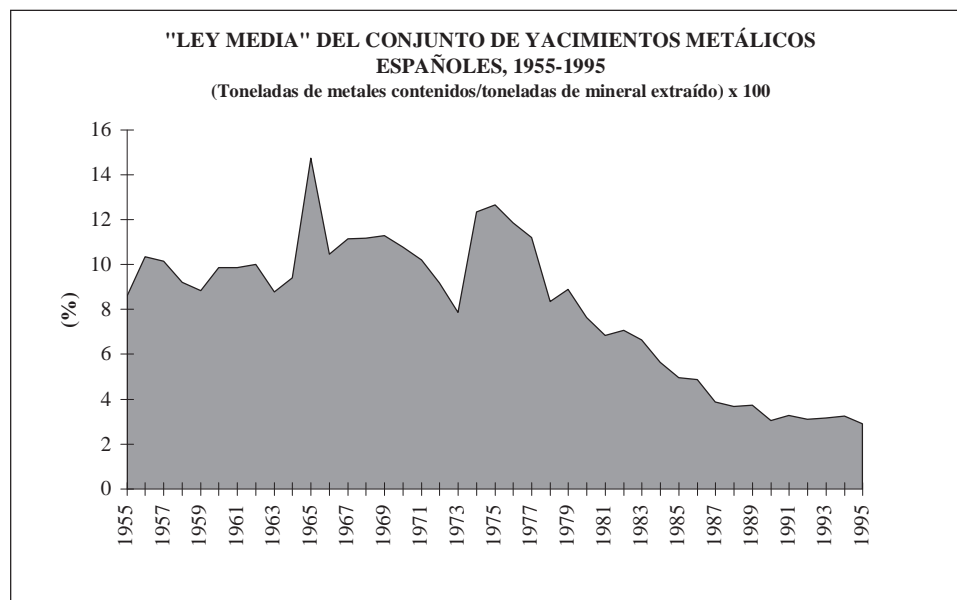
⁵⁹ ITGME, (1995): *Panorama Minero*, Madrid.

⁶⁰ Koerting, G, (1986): «*La minería del hierro*», *op.cit.*, pp. 339-340.

⁶¹ Véase para el caso del zinc: Gea Javaloy, R, (1986): «*El sector del zinc*», *Papeles de economía española*, 29, pp. 321-331; para el estaño y el wolframio, A. Ortiz, (1993): «*Recursos...*», *op.cit.*; y para el plomo Gea Javaloy, R, (1986): «*El sector del plomo*», *Papeles de economía española*, 29, pp. 271-281.

⁶² Wahrhust, A, (1994): *Environmental degradation from mining and mineral processing in developing countries: corporate responses and national policies*, Paris, OCDE, p. 20.

Gráfico 5



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

Tabla 8. Evolución del consumo de explosivos y la extracción de minerales domésticos por grupos de sustancias, 1971-1995 (kilogramos por tonelada)

	1971	1980	1990	1995
Energéticos	0,32	0,20	0,19	0,31
M. Metálicos	0,48	1,11	1,14	1,45
M. No metálicos	0,36	0,25	0,18	0,15
P. Cantera	0,04	0,10	0,10	0,10
TOTAL	0,14	0,19	0,13	0,13

Fuente: Elaboración propia con datos de MINER, (Varios años), Estadística Minera de España.

rodete que permiten no sólo el arranque sino también la carga, sin menoscabo de la maquinaria utilizada tradicionalmente.⁶³

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 movi-

miento de tierras y subproductos estériles sin valor, es preciso poner en juego para extraer los metales y productos energéti-

⁶³ Un recomendable repaso por los diferentes sistemas y maquinaria de explotación a cielo abierto puede encontrarse en: Bustillo Revuelta, M.; López Jimeno, C. (2000, 2ª edición): Recursos minerales, ETSI Minas, Madrid, pp. 216-230.

ENSAYO

Tabla 9. Evolución de los inputs ocultos de la economía española, 1955-1995
(miles de toneladas y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995
ABIÓTICOS	146.303	176.203	275.204	557.440	580.515	537.882	521.595
Domésticos	140.345	167.433	212.065	450.126	441.652	395.747	372.252
Importados	5.958	8.770	63.139	107.314	138.863	142.135	149.342
BIÓTICOS	20.057	23.927	19.113	44.826	46.815	40.958	43.954
Domésticos	19.267	21.376	32.210	38.611	37.624	33.543	31.816
Importados	790	2.551	6.903	6.215	9.191	7.415	12.138
SEMIMANUFACTURAS metálicas	821	9.328	39.493	47.199	106.149	109.125	147.096
FLUJOS EXCAVADOS	14.112	26.939	51.228	55.938	78.539	64.602	56.376
TOTAL INPUTS OCULTOS	181.293	236.397	405.038	705.403	812.018	752.567	769.020
Domésticos	173.724	215.748	295.503	544.675	557.815	493.892	460.444
Importados	7.569	20.649	109.535	160.728	254.203	258.675	308.576

Nota: No se han considerado flujos ocultos de las semimanufacturas energéticas importadas.

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

cos contenidos en la corteza terrestre. Lo que de momento excluye, dada la naturaleza de nuestra investigación, otro tipo de impactos derivados de la extracción como podrían ser la ocupación de territorio,⁶⁴ el vertido los residuos líquidos derivados del lavado de metal, las emisiones de contaminantes a la atmósfera en la fase de procesamiento, problemas de salud pública, etc.⁶⁵

Tal y como atestigua la Tabla 9, el total de los flujos ocultos generados por la extracción e importación total de recursos directos ascendía en 1995 a 769 millones de toneladas, de las cuales el grueso, es decir, el 67 por 100, estaban relacionadas con los flujos abióticos. Si a esta cantidad, se añaden otros flujos que se podrían considerar asimismo dentro de este apar-

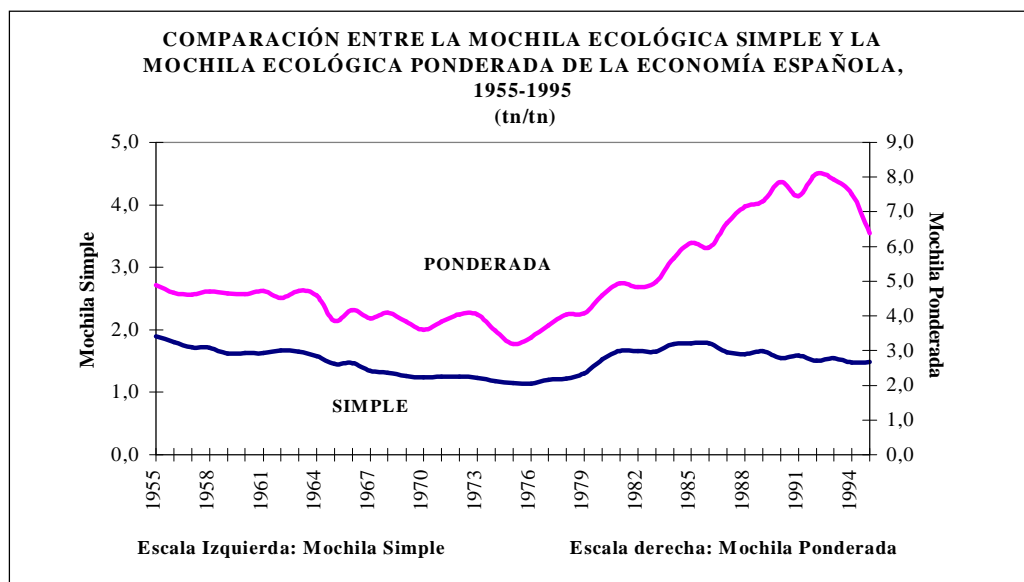
tado (semimanufacturas metálicas y flujos excavados), el montante total ascendería casi al 95 por 100 (716 millones de toneladas). Lo que supera con creces en más de 200 millones de toneladas a la extracción de recursos directos que la economía española incorporaba a la cadena del valor por aquellas mismas fechas.

Y como se desprende de la Tabla 10 y el Gráfico 6, 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 cada tonelada de recursos generaba por término medio 1,90 toneladas de flujos ocultos sólidos abióticos y bióticos, mientras que en 1995 esta cantidad había disminuido hasta las 1,48 toneladas. Esta reducción del 22 por 100 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. Como veremos algunas páginas más adelante este hecho refleja, efectivamente, que la generación de residuos sólidos por tonelada de input ha descendido, aunque a costa de un aumento de la emisión de residuos gaseosos a la atmósfera tal y como la huella ecológica rela-

⁶⁴ Por ejemplo, en el caso de Inglaterra ya son 60.043 hectáreas de terreno (el 0,46 por 100) el que está ocupado por las actividades extractivas mineras. Vid. Douglas, I, et.al, (2000): «Closing the materials flow cycle and reducing geomorphic change: case studies in reclamation», mimeo, p. 3.

⁶⁵ Estas y otras cuestiones relacionadas pueden seguirse a través de: Kesler, S, (1994): Mineral resources, economics..., op.cit, pp. 73-81; o también en: Wahrust, A, (1994): Environmental degradation..., op.cit. pp. 20-32.

Gráfico 6



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

cionada con la absorción de CO₂ pondrá de manifiesto. Fenómeno que por otra parte ha ocurrido también 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.⁶⁶ 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. Pues cabe señalar que, globalmente y sin más consideraciones, el descenso absoluto de la relación ocultos/directos (sin ponderar) se apoya en el peso cuantitativamente ganado por aquellos grupos de sustancias que presentan una menor «mochila ecológica», en detrimento de las extracciones con mayores flujos ocultos. Pero si, en cambio, tenemos en cuenta la distinta importancia de los inputs ocultos domésticos e importados y hallamos una mochila ecológica ponderada que tenga en cuenta esa diferencia, observamos que la mochila resultante, lejos de menguar con el paso de los años, se ha incrementado en un 30 por 100 respecto de 1955, pasando por sucesivas fases de auge y declive, tal y como muestra el Gráfico 6. En términos

cíclicos, en ambos casos (simple y ponderada) se observa una ligera reducción de la mochila ecológica hasta el año 1975 para después iniciar un incremento que, en términos simples llega al 54 por 100 en 1985 y que desde el punto de vista ponderado se coloca en casi el 91 por 100 en esa misma fecha. Las razones en ambos casos 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.⁶⁷ A esta circunstancia hay que sumar

⁶⁶ Vid. Mathews, E, et.al, (2000): The weight of nations, Washington, World Resources Institute.

⁶⁷ 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.

ENSAYO

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.

El crecimiento, ya sea simple o ponderado, 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. Hay que advertir también que, los minerales metálicos (hierro, cobre, zinc, etc.) globalmente considerados han generado crecientes mochilas de deterioro ecológico, al pasar de las 6,17 toneladas (ponderadas) como media por tonelada de sustancia directa extraída e impor-

tada en 1955 a las 16,42 (o 9,94 en términos simples) de 1995. 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 zinc, 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.

Tabla 10. Evolución de la «mochila ecológica» por grupos de flujos, 1955-1995
(tn oculto/tn directo) (*)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995
MOCHILAS PONDERADAS (**)	4,86	4,67	3,15	5,64	7,43	7,90	6,35
Abióticos	5,46	5,21	3,42	6,52	7,91	8,37	6,68
Bióticos	2,28	3,03	3,40	3,06	3,73	3,78	4,59
Semimanufacturas metálicas	3,38	19,84	9,14	5,88	12,62	14,23	13,28
Abióticos con semimanufacturas	5,45	5,25	3,52	6,52	7,97	8,46	6,82
MOCHILAS SIMPLES	1,90	1,63	1,15	1,78	1,58	1,54	1,48
Abióticos	3,44	2,41	1,19	2,05	1,57	1,52	1,34
Bióticos	0,44	0,43	0,54	0,53	0,55	0,49	0,55
Semimanufacturas metálicas	3,38	19,84	9,14	5,88	12,62	14,23	13,28
Abióticos con semimanufacturas	3,34	2,53	1,34	2,14	1,78	1,76	1,68

(*) Se han calculado las mochilas ecológicas sólo de aquellos recursos para los cuales se han considerado flujos ocultos.

(**) Hemos creído oportuno realizar una media ponderada entre las sustancias domésticas e importadas, utilizando como factor de ponderación la proporción de ocultos —domésticos e importados— sobre el total de ocultos de cada grupo. En el caso del total general, la ponderación alcanza también a las semimanufacturas (metales) importadas. En el caso de las semimanufacturas, al tratarse todo de importaciones, coinciden los valores simples y los ponderados.

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Tabla 11. Estructura porcentual de los inputs ocultos abióticos de la economía española, 1955-1995 (porcentajes y años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995
Energéticos	58,31	50,86	34,90	47,84	40,16	40,62	37,45
Domésticos	56,09	49,59	25,97	39,24	28,94	29,12	25,21
Importados.	2,22	1,27	8,92	8,60	11,21	11,50	12,24
Metálicos	32,89	31,12	29,28	30,34	27,09	25,04	21,22
Domésticos	32,57	29,59	19,67	22,78	19,28	15,72	12,45
Importados	0,32	1,54	9,62	7,56	7,82	9,32	8,77
No metálicos	3,72	4,40	5,34	4,16	3,56	3,42	3,93
Domésticos	2,21	2,50	3,83	2,58	2,40	2,29	2,64
Importados	1,51	1,90	1,51	1,57	1,16	1,13	1,29
P. Cantera	4,52	8,59	17,93	9,86	13,73	14,05	15,40
Domésticos	4,52	8,58	17,91	9,85	13,70	14,03	15,37
Importados	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03
Semimanufacturas metálicas	0,56	5,03	12,55	7,81	15,46	16,87	22,00
TOTAL (incluidas Semimanufacturas)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Domésticos	95,39	90,25	67,39	74,45	64,32	61,17	55,67
Importados	4,61	9,75	32,61	25,55	35,68	38,83	44,33

Fuente: Véase el Anexo Metodológico.

Lo que, de paso, explica por qué las proporciones de flujos ocultos sobre el total que aparecen en la Tabla 11 dan al traste con las relaciones estudiadas desde el punto de vista de los inputs directos: *mientras 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)*. 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.

A diferencia de lo que ocurría en el caso de los inputs directos, los productos de cantera suponen aquí una fracción menor del total de flujos, acaparando, por el contrario, una importancia destacada las sustancias metálicas, ya sea a través

de los propios minerales o de los metales semimanufacturados importados limpios de polvo y paja. Aparte de que la reducción en la participación de los minerales metálicos en los flujos ocultos se compensó con creces por el volumen de ocultos asociado a las importaciones de estas semimanufacturas, la suma de ambas ascendía en 1995 al 43 por 100 del total, lo que revela el mayor impacto de una actividad extractiva que es precisamente minoritaria en términos de contribución a las sustancias directas utilizadas por la economía.

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.⁶⁸ Tal y como atestigua la Tabla 12 el movimiento de tierras derivado de estas actividades se ha incrementado considerablemente en los últimos cuarenta años, aunque ha expe-

⁶⁸ Sobre el carácter híbrido de estos flujos véase lo dicho en el anexo.

ENSAYO

Tabla 12. Flujos ocultos de excavación (movimiento de tierras) de infraestructuras y viviendas, 1955-1995 (miles de toneladas)

	1955	1961	1975	1985	1990	1995
Excavación						
Viviendas	14.112	18.651	47.173	24.121	35.377	27.937
Carreteras	—	8.288	4.055	31.817	62.496	28.439
TOTAL OCULTOS	14.112	26.936	51.228	55.938	97.873	56.376
Ocultos/VAB construcción (tn/millón)	21,5	28,3	21,5	28,1	31,1	18,0
Ocultos/PIB c.f (tn/millón)	1,6	2,5	1,4	1,4	2,7	1,4
Ocultos/Habitante	0,4	1,1	2,0	1,8	2,5	1,4

Promemoria

Residuos de construcción y demolición(*) para 1999, entre 19 y 36 millones de tn.

(*) Excluido movimiento de tierras, según PNRCD.

Fuente: Véase el anexo metodológico.

rimentado fuertes oscilaciones como consecuencia, principalmente, del comportamiento intermitente en la construcción de carreteras y autopistas. Las cifra estimada de 56,3 millones de toneladas supera ampliamente (entre 1,5 y 2,9 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 española⁶⁹ —suponiendo el año 1995

como término de comparación con 1999. 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. Es probable que las distancias sean mayores dado que este resultado infravalora ampliamente las cantidades, al relacionar el final de un período de declive en la actividad constructora a mediados de los noventa, frente al año 1999, que se encuentra en el centro del auge inmobiliario de finales de la misma década.

A los datos comentados habría que añadir 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 residuos⁷⁰ (excluido el movimiento de tierras), de los cuales más del 95 % tenían como destino el vertedero y menos del 5 % eran reutilizados o reci-

⁶⁹ 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, nº166, 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 fracciones con alto contenido tóxico dentro de estos residuos, a saber: CFCs, PCBs, transformadores, níquel-cadmio, etc.

⁷⁰ 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, nº166, 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. Vid. 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, p. 2. Sin embargo, estas cifras difieren notablemente de los 13 millones planteados en el estudio comparativo citado anteriormente

clados. Estas cifras contrastan con las de otros países como Holanda donde se invierten justamente los porcentajes (90 por 100 de reutilización y reciclaje), Bélgica (87 por 100), Dinamarca (81 por 100), o Reino Unido (45 por 100). Lo que demuestra que países como España, junto a Irlanda y Portugal que presentan similares porcentajes, ofrecen en términos de energía y materiales una imagen de dispendio 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 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...».⁷¹

La desmaterialización que no acaba de llegar: ¿una curva ambiental material de Kuznets para la economía española?

Una vez aportada información 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» de las economías industriales en las últimas décadas. Los datos precedentes han mostrado sobradamente que, en términos *absolutos*, los requerimientos de materiales en nuestro país no han dejado de incrementarse incluso desde los años setenta, por lo que no parece oportuno hablar, de momento, 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» (*delinking*) 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.

El Gráfico 7 permite observar cómo la intensidad material, esto es, los requerimientos directos por millón de PIB (a precios constantes de 1986), apenas han variado (un 10 por

100) en los últimos cuarenta años, desde las 13,1 toneladas/millón de 1955 a las 14,3 de 1995. Lo que, por el contrario, sí se ha modificado ha sido la composición de este indicador y la contribución de cada grupo de sustancias al total (Gráfico 8). Mientras en 1955, de las 13,1 tn/millón, 7,7 tn/millón correspondían a flujos bióticos (agrícolas, forestales, ...), en 1995 esa contribución desciende espectacularmente al 20 por 100 (2,8 tn/millón). El mismo recorrido, pero en sentido contrario lo realizan los flujos abióticos.

No en vano, ya vimos que la extracción de este tipo de recursos se multiplicó casi por 10 entre 1955 y 1995, doblando al crecimiento del PIB para ese mismo período, y haciendo que la economía española pasase de requerir 42 millones de toneladas en 1955 para generar una renta de 8,3 billones (en pesetas de 1986); a necesitar, cuarenta años después, casi 400 millones de toneladas para conseguir una renta de 39,3 billones de pesetas. Esto quiere decir que nuestro país demandaba a mediados de los noventa más del doble de flujos físicos abióticos por millón de pesetas constantes de PIB que en 1955: exactamente, hemos pasado de las 5,1 toneladas/millón de PIB a mediados de siglo, a las 9,9 toneladas/millón en 1995. Sin embargo, aunque desde el punto de vista ambiental lo relevante es la evolución *absoluta* en la utilización de recursos naturales —que ha sido, como hemos visto, siempre creciente— conviene matizar el reflejo de esta evolución general cuando se desciende al nivel *relativo* en el detalle de flujos físicos involucrados. De los cuatro tipos de sustancias evaluadas, tres de ellas, los productos de cantera, los energéticos y los minerales no metálicos, mostraron una tendencia a largo plazo en cierta medida creciente entre 1955 y 1995 y, en el peor de los casos, estable con leves oscilaciones a la baja desde comienzos de los ochenta.⁷² Por ejemplo, en el caso de algunos flujos 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 corrobora

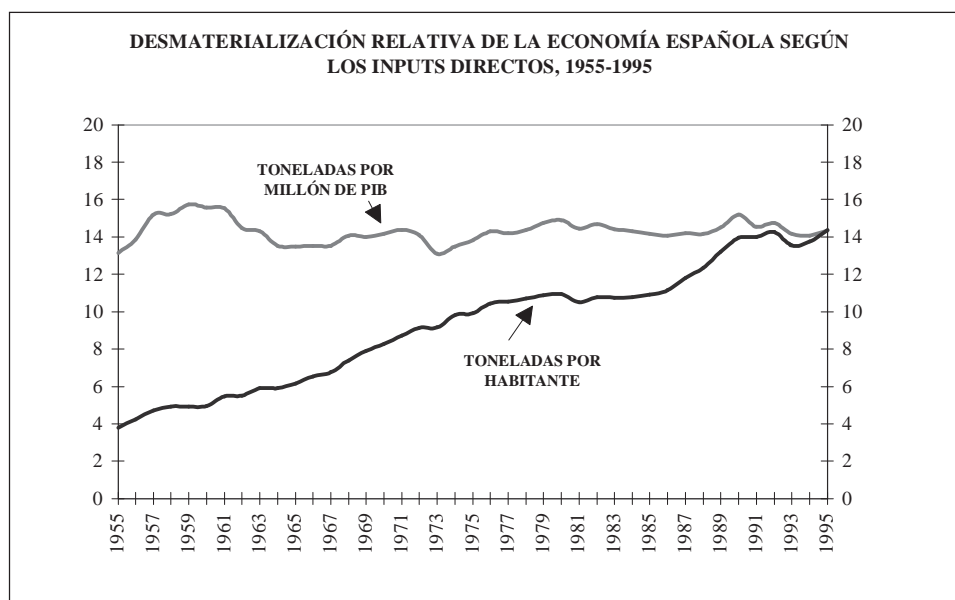
⁷¹ Ministerio de Fomento, (2000): Composición y valor del patrimonio inmobiliario en España, 1990-1997, Madrid, pp. 22-23

⁷² El caso de los minerales metálicos, que sería la excepción, verá atemperada su tendencia a la baja con las importaciones de seimanufacturas metálicas.



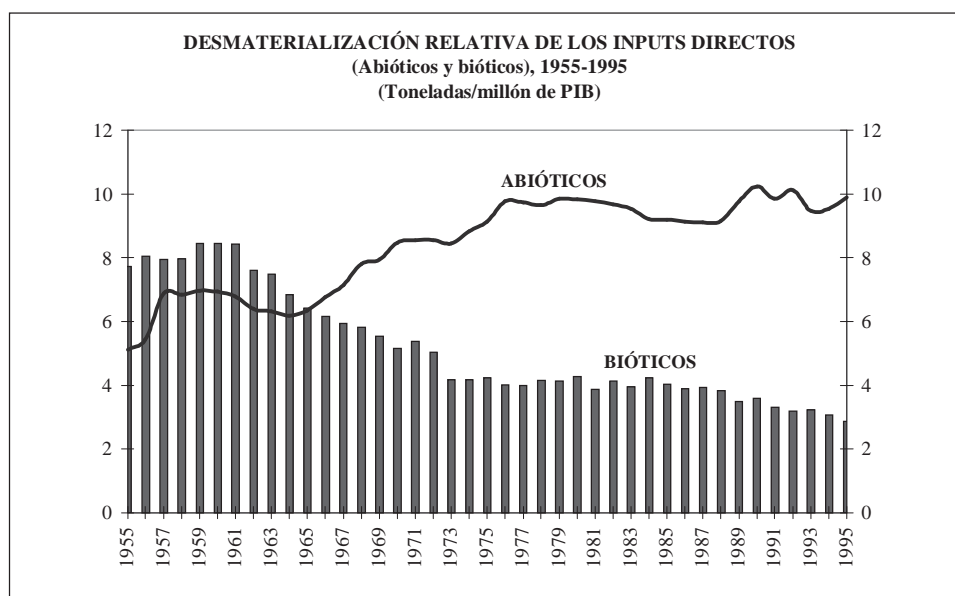
ENSAYO

Gráfico 7



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

Gráfico 8



Fuente: Véase Anexo Metodológico.



raría la tesis 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.⁷³ Pues mientras que en 1955 el input energético primario de combustibles fósiles por unidad de producto⁷⁴ 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—llegándose a un máximo en 1983 de 2,58 tep/millón (0,49 nacionales y 2,09 del resto del mundo).⁷⁵ De hecho, *no será hasta 1995 cuando se recuperen los niveles de eficiencia energética previos a la crisis de los años setenta*. Y decimos contradictoriamente porque uno de los efectos más contrastados que tuvo la subida de los precios del crudo en los años setenta fue la mejora de la eficiencia en el uso de la energía por parte de los países industrializados, que vieron cómo sus requerimientos por unidad de producto descendían, tal y como les sucedió a Alemania, Italia, Estados Unidos o Reino Unido.⁷⁶ Sin embargo, en los años más duros de la crisis que comprendieron las dos subidas de precios del petróleo (1973-1980), el input energético primario en España por unidad de PIB, lejos de descender, aumentó a una tasa del 1,9 por 100; aunque si dejamos al margen las equivalencias en tep y nos fijamos en el tonelaje extraído (tn), el incremento fue aún más espectacular llegando a una tasa del 3,3 por 100. Y parece demostrado que este incremento fue espoleado por la mayor demanda del consumo doméstico, los servicios y el transporte. En cuanto a éste último, por ejemplo, el aumento en el consumo energético (casi exclusivamente debido a transporte por carretera de personas y mercancías) supone «por sí solo más del 40 por 100 del aumento en el uso total de energía primaria que se produjo en el período [1975-1990]».⁷⁷

Cabe preguntarse además si desde el punto de vista, también relativo, pero de la utilización «per cápita», las conclusiones avanzan por la misma senda. Aquí la tendencia al alza en los requerimientos se presenta con poco lugar para la duda: mientras el PIB c.f por habitante se ha multiplicado por 3,4 entre 1955 y 1995, la utilización de recursos naturales directos per cápita se ha multiplicado por 3,8 veces pasando de las 3,7 tn/hab de 1955 a las 14,3 de mediados de la década de los noventa, *en una secuencia creciente válida para todos los grupos de sustancias*. Aunque tal vez, la tendencia más espectacular la

hayán protagonizado los flujos abióticos que casi han doblado la variación absoluta del PIB/hab, aumentando en 6,7 veces en el mismo período, pasando de 1,47 toneladas por habitante a mediados de siglo, a las 9,93 toneladas de 1995. Una tendencia que se ratifica cuando recordamos que el ritmo de crecimiento en la utilización per cápita de recursos abióticos directos ha sido en cada fase del ciclo siempre superior o, como mucho igual, al incremento del PIB por habitante. Lo que corrobora que el modo de producción y consumo de una frac-

⁷³ En un efecto conseguido con datos relativos al consumo (producción + importaciones - exportaciones) de energía por J. Ramos-Martín, (1999): «Breve comentario sobre la desmaterialización en el estado español», *Ecología Política*, 18, pp. 61-64. Del mismo autor pero comparando con mayor detenimiento los resultados del análisis convencional con los desarrollados por un enfoque evolutivo, también resulta de mucho interés: «Historical Analysis of Energy Intensity of Spain: From a 'Conventional View' to an 'Integrated Assessment'», *Population and Environment*, Vol. 22, 3, 2001, pp. 281-313.

⁷⁴ Excluidas, por razones metodológicas, la hidroelectricidad y la energía nuclear.

⁷⁵ El comportamiento contradictorio, más que a la evolución del input energético (extracción + importaciones), se refiere al consumo final aparente (extracción + importaciones - exportaciones) por unidad de PIB, aunque esta diferencia resta muy poco al argumento de fondo. 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 destacado en diversos trabajos. Véase, por ejemplo, la revisión panorámica, aunque matizable en algún aspecto, de Carles Sudrià, (1997): «La restricción energética al desarrollo económico de España», *Papeles de Economía Española*, pp. 165-188. 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): «Tendencias en el uso de la energía en España», *Economía Industrial*, pp. 161-166.

⁷⁶ Véase. OEDC, (varios años): *Energy Balances of OECD Countries*, París. Aunque conviene matizar lo anterior añadiendo que esa eficiencia relativa se vio compensada por el denominado «efecto rebote» que supuso el incremento del consumo, en términos absolutos, de los recursos utilizados.

⁷⁷ Vid. Alcántara, V; Roca, J, (1996): «Tendencias...», art.cit, p. 163. En un enfoque «desde la cuna hasta la tumba» que incluye la energía necesaria para la fabricación de las infraestructuras y los vehículos a disposición de los usuarios, este porcentaje llegaría casi al 50 por 100. Vid. Estevan, A; Sanz, A, (1994): *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*, Madrid, Los Libros de la Catarata.

ENSAYO

ción de población en estancamiento y declive demanda cada vez más recursos para la fabricación de unos bienes y servicios también crecientes.

Las tendencias anteriores también se pueden percibir al comparar los RTM y la proporción de flujos ocultos e importados. En este sentido la economía española presenta los porcentajes más bajos en cuanto a flujos ocultos e importados sobre el total. Lo que, por otra parte, está menos alejado de lo que cabría esperar dadas las diferencias en renta per cápita en-

tre los países, y explica que las 13 tn/hab de requerimientos directos de España en 1994 no se distancien en exceso de las 16 tn/hab de Japón. En resumidas cuentas, la Tabla 13 atestigua que el papel de España cada vez se homologa más al comportamiento de aquellos países más intensivos en la utilización de recursos naturales, que se vienen apoyando cada vez en mayor proporción, tanto en los recursos procedentes de otros territorios, como en la extracción de flujos ocultos, generando un considerable deterioro ambiental interno.

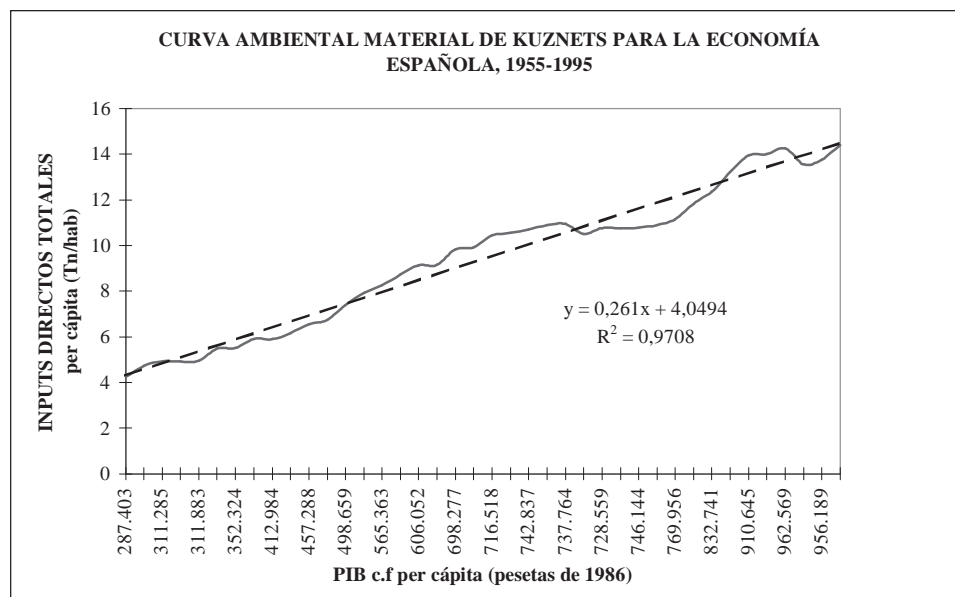
Tabla 13. Comparación internacional de RTM de las principales economías industriales y España, 1975-1994 (toneladas por habitante y porcentajes)

	1975	1980	1985	1990	1994
Alemania					
RTM p.c	63	68	60	66	69
% Ocultos	63,7	64,3	64,0	65,4	63,4
% Importados	49,7	44,7	41,0	46,0	34,4
RDM p.c	23	24	21	22	24
Estados Unidos					
RTM p.c	72	73	66	72	70
% Ocultos	71,7	71,0	69,2	69,7	69,2
% Importados	6,7	6,5	6,4	6,0	5,9
RDM p.c	20	21	20	22	22
Japón					
RTM p.c	37	36	36	45	44
% Ocultos	61,4	61,4	62,9	63,0	66,1
% Importados	50,1	53,7	57,0	56,2	56,9
RDM p.c	14	16	14	18	16
España					
RTM p.c	21	26	29	35	34
% Ocultos	53,6	58,7	62,7	59,8	58,4
% Importados	24,4	26,0	23,0	29,3	32,2
RDM p.c	10	11	11	14	13

Nota: Excluida de los cálculos la erosión en todos los casos. De incluir la erosión noa encontraríamos con la sorpresa de que en el caso de los EE UU los porcentajes son siempre números enteros dándose la circunstancia de que además el porcentaje de flujos importados respecto de los RTM es siempre el mismo, el 5 por 100.

Fuente: Ver Anexo.

Gráfico 10



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

Estamos, pues, en disposición de analizar si la economía española responde a la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (EKC) mencionada al comienzo de esta comunicación o, por el contrario, su evolución se desmarca de esa polémica tendencia. A juzgar por los datos contenidos en el Gráfico 10 no parece razonable pensar que España haya entrado en una senda de aumento del PIB a la vez que se reduce su utilización de recursos naturales directos. 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 EKC, al menos para el caso de los inputs directos.⁷⁸ No parece, pues, 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 convivan con disminuciones significativas en la utilización de recursos naturales. Es cierto que siempre se podrá argumentar

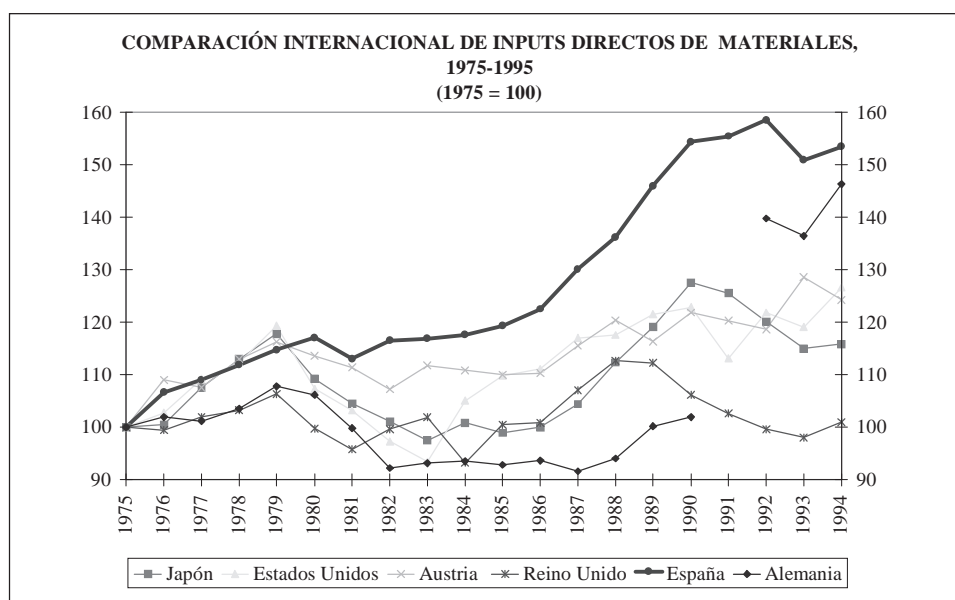
que, la nuestra, es una economía cuyo comportamiento responde a la primera parte de la EKC, pero habría que concluir también que nuestro nivel de desarrollo se encuentra en sus «primeras fases».

Descartando la hipótesis «subdesarrollista», el resultado coincide con las conclusiones que para España, y durante el período 1988-1997, realiza un reciente trabajo de ámbito europeo⁷⁹ donde se estiman los requerimientos totales y directos

⁷⁸ En algún caso como el japonés, el R^2 del ajuste polinómico se encuentra por debajo de 0,2. Vid. Seppälä, T; T. Haukioja; J. Kaivo-oja, (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, 3rd Biennial Conference of the European Society for Ecological Economics, Vienna, 3-6. May 2000. Reproducido recientemente como artículo en la revista Population and Environment, 23, 2, pp. 217-238.

⁷⁹ Brigenzu, S; H. Schutz, (2001): Total Material Requirement of the European Unión, European Environmental Agency, Technical Report, nº. 55. La parte metodológica del estudio, con el mismo título, se puede encontrar en el nº 56.

Gráfico 11



Fuente: España: Elaboración propia a partir de las fuentes especificadas en el anexo. Para el resto de los países: Adriaanse, et.al, (1997): *Resource Flows...* op.cit; Mathews, E, et.al, (2000): *The weight of nations*, op.cit; Schandl, H; Schulz, N, (2000): «Using Material Flow Accounting to operationalize the concept of Society's Metabolism. A preliminary MFA for the United Kingdom for the period of 1937-1997», *ISER-Working Papers*, 3.

de la UE (tanto para los distintos países como para el conjunto de la misma). Nuestro país se encontraría así entre aquellos que —junto a Holanda, Bélgica, Austria, Dinamarca y Portugal— compaginaría tasas de crecimiento del PIB con elevados ritmos de utilización de inputs directos. 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 ECK—, acompasando incrementos importantes del PIB junto a reducciones en la utilización de inputs directos.⁸⁰ 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.

⁸⁰ *Ibid*, p. 28. El caso de Finlandia entraría en cierta contradicción con las conclusiones del trabajo citado en la nota 78, aunque por otro lado los períodos de análisis sólo coinciden en parte.

Abundando aún más en el argumento, la particular forma de la Curva Material de Kuznets que hemos mostrado explicaría además *que haya sido nuestro país el protagonista del mayor incremento en la utilización de inputs directos 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 los requerimientos directos de materiales se han incrementado en más de un 50 por 100 mientras que países como Estados Unidos, Japón o el Reino Unido han experimentado aumentos mucho más modestos. El caso de Alemania, que sería el que más se aproxima a la economía española explica la explosión de sus inputs directos a partir de 1991 por el proceso de reunificación interna del país. Cifras todas que, por analogía, 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.

Con todo, cabe subrayar que el resultado obtenido por nosotros para la economía española en ese período de 40 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 EKC para todos los compuestos más importantes (salvo el SO₂) como el CO₂, COVs, metano, etc.⁸¹

«COMO UNA MANCHA DE ACEITE»: LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Parece oportuno que intentemos ahora traducir a términos territoriales la utilización de una buena parte de los recursos naturales que hemos considerado en páginas atrás. En este sentido, el instrumento mencionado al comienzo y que responde al nombre de huella ecológica puede sernos útil para esta tarea.⁸² Más que detenernos en un prolija discusión sobre las diferentes posibilidades de cálculo de la huella ecológica y los variados procedimientos para ello, nos centraremos en comentar los resultados obtenidos aceptando que son interpretables, según el caso, en términos de tierra ecológicamente productiva (y ecológicamente disponible), necesaria para producir la biomasa (agrícola, pastos, forestal y marina) consumida anualmente por la población española; más aquella parte destinada a los ecosistemas forestales necesarios para absorber el CO₂ emitido por la quema de los combustibles fósiles (huella energética).⁸³

Pasemos, pues, a considerar la evolución de este indicador para nuestra economía en el último medio siglo. Por el momento no nos va a interesar tanto la comparación espacial como el seguimiento temporal de la huella, de manera que en los cálculos que aquí presentamos hemos preferido tener en cuenta los *rendimientos realmente existentes en las tierras productivas españolas* frente a otras alternativas que se han venido utilizando para permitir comparaciones internacionales entre diferentes territorios.⁸⁴

El Gráfico 12 se encarga de mostrar cómo en las décadas que van de 1955 a 1995, la huella ecológica por habitante en nuestro país se ha duplicado, pasando de las 2,34 ha/hab (67 millones de hectáreas) en la primera de esas fechas a las 4,67 ha/hab (183 millones de hectáreas) de 1995. Esta cantidad triplica por sí misma la superficie total (terrestre y marítima)

asignada al estado español (62 millones de hectáreas) lo que muestra bien a las claras la insostenibilidad actual de nuestro modo de producción y consumo.

Si dejamos por el momento de lado la superficie total (ST) veremos que, a mediados de la década de los cincuenta, la superficie ecológicamente productiva (SP) del país —incorporando la zona económica exclusiva marítima⁸⁵— permitía que en 1955 cada habitante dispusiese de 1,99 hectáreas para satisfacer su modo de producción, consumo y asimilación de residuos en forma de CO₂, que comparado con la huella ecológica para ese año, arrojaba un déficit «tolerable» de 0,35 ha/hab. Cuarenta años después las condiciones empeorarán por un doble motivo. De un lado, el incremento de la población reducirá la disponibilidad de tierra en un 35 por 100 para dejarla en 1,47 ha/hab, circunstancia a la que hay que sumar la expansión en las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y que no será suficientemente compensada por el aumento en el rendimiento de las tierras agrícolas y forestales. Dada la importancia de lo que se ha llamado huella «energética», hemos creído oportuno considerar los cálculos de déficit tanto en presencia como en ausencia de la misma. Y si prescindimos de este factor, los datos de la Tabla 14 revelan que el exceso de la huella sobre la superficie productiva no se presenta como grave hasta finales de los ochenta, llegando en 1995 a alcanzar el 22 por 100 de la

⁸¹ Esto se demuestra en los artículos de J. Roca, et.al, (2001): «Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve hypothesis», *Ecological Economics*, 39, pp. 89-99; y J. Roca y V. Alcántara, (2001): «Energy intensity, CO2 emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case», *Energy Policy*, 29, pp. 553-556.

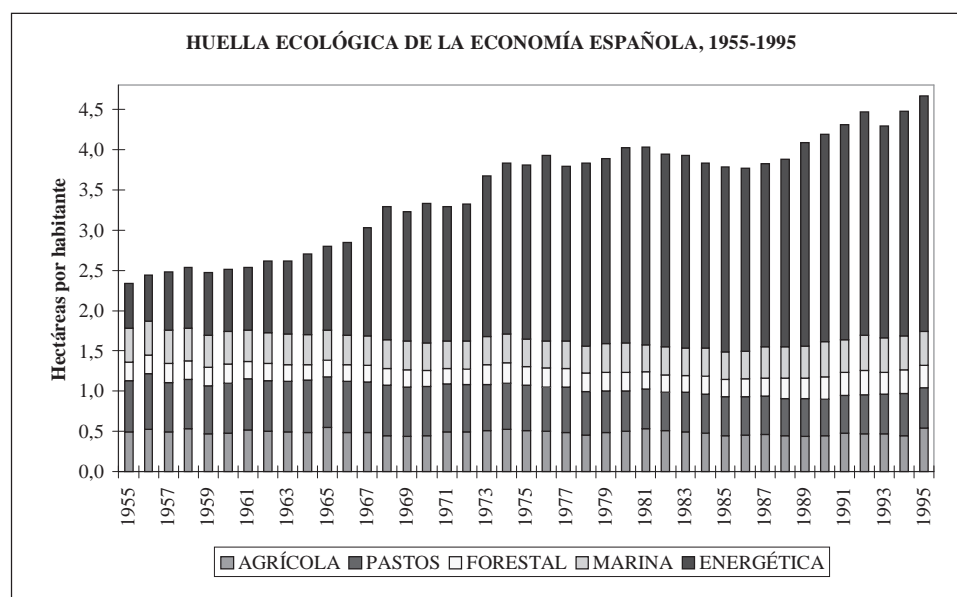
⁸² Hay que advertir, sin embargo, que a diferencia de los RTM en que considerábamos los inputs de recursos (extracción doméstica + importaciones), en esta ocasión expresaremos en las unidades territoriales correspondientes el consumo aparente (extracción doméstica + importaciones - exportaciones) de los mismos

⁸³ No hemos creído oportuno aventurarnos a dar cifras sobre la evolución de la superficie construida. Las razones para ello se pueden consultar en el anexo.

⁸⁴ Vid. Anexo Metodológico.

⁸⁵ Aunque el derecho sobre las doscientas millas no se generaliza hasta su entrada en vigor a nivel internacional en 1977, hemos considerado oportuno mantener el criterio para todo el período.

Gráfico 12



Fuente: Véase Anexo Metodológico.

superficie ecológicamente productiva, es decir, 10,6 millones de hectáreas.

Ahora bien, desde hace algún tiempo, en la consideración de la tierra ecológicamente productiva, se ha impuesto la idea de reservar —tal y como advertía la Comisión Mundial para el Desarrollo y el Medio Ambiente en 1987— un 12 por 100 de la superficie para el mantenimiento de la biodiversidad o, lo que es lo mismo, para la supervivencia del resto de especies animales que no son la nuestra. Aplicando este porcentaje al terreno anterior, obtenemos la superficie ecológicamente *disponible* (SD) y, como cabría esperar, los resultados empeoran al disponer de menor territorio. El déficit ecológico pasa, en 1995, de 3,20 hectáreas a 3,37, lo que tampoco se atenúa cuando prescindimos del efecto provocado por la huella energética. A diferencia del caso anterior en que el desequilibrio en ausen-

cia de la huella energética no aparecía hasta finales de los ochenta, ahora el déficit se extiende a todos los años entre 1955 y 1995: desde una exigua 0,04 ha/hab (0,7 por 100) en 1955, hasta alcanzar las 0,45 ha/hab de 1995, es decir, casi el 35 por 100 de la superficie ecológica disponible (17,2 millones de hectáreas). Este incremento del déficit ecológico al margen de la huella energética en más de 11 veces, muestra las crecientes dificultades que ofrece nuestro territorio para satisfacer el nivel de consumo y producción actuales. Es preciso subrayar que, en esa cantidad, están incluidas, por ejemplo, los casi 2,4 millones de tierra agrícola que la economía española ocupa en terceros países para sostener nuestro modo de alimentación; los 2,8 millones de superficie forestal para nutrir de madera y otros productos nuestros hogares, fábricas e industrias papele-⁸⁶ ras, o los 3,1 millones de hectáreas de superficie marítima necesaria para satisfacer la dieta de una población que ha incrementado la proporción de proteínas animales que ingiere a través del pescado. A esto último habría que sumar las casi 400.000 hectáreas que sustentan nuestras importaciones de carne procedentes únicamente del ganado vacuno.

⁸⁶ A lo que no es ajeno el que España esté entre los cuatro principales importadores de la UE de madera tropical, buena parte de la cual procede, o bien de talas ilegales, o de explotaciones escasamente sostenibles.

Tabla 14. Evolución de la huella ecológica, la superficie disponible y el déficit ecológico de la economía española, 1955–1995, (hectáreas por habitante)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995
HUELLA							
Agrícola	0,49	0,52	0,51	0,45	0,48	0,47	0,54
Pastos	0,64	0,63	0,56	0,48	0,48	0,49	0,51
Forestal	0,23	0,22	0,23	0,22	0,28	0,28	0,28
Marina	0,42	0,39	0,35	0,34	0,41	0,43	0,42
Energética	0,55	0,78	2,16	2,30	2,67	2,63	2,93
Huella total (salvo energética)	1,78	1,76	1,65	1,49	1,65	1,67	1,75
Huella total	2,34	2,54	3,81	3,79	4,32	4,29	4,67
Huella total (miles de ha)	67.853	77.759	134.972	145.376	167.840	167.807	183.041
SUPERFICIE							
Agrícola	0,71	0,68	0,59	0,53	0,52	0,50	0,48
Pastos	0,64	0,63	0,56	0,48	0,47	0,48	0,5
Forestal	0,21	0,21	0,18	0,19	0,19	0,19	0,18
Marina	0,42	0,40	0,34	0,32	0,31	0,31	0,31
Ecológicamente productiva (SP)	1,99	1,92	1,67	1,52	1,49	1,49	1,47
(Miles de hectáreas)	57.630	58.580	59.255	57.979	57.802	58.143	57.752
Conservación biodiversidad (B) (Miles de ha)	6.916	7.030	7.111	7.004	6.936	6.977	6.930
Ecológicamente disponible (SD)	1,75	1,69	1,47	1,34	1,31	1,31	1,30
(Miles de hectáreas)	50.174	51.550	52.145	51.364	50.866	51.666	50.821
Superficie total del estado (tierra + mar) (ST)	2,16	2,05	1,77	1,63	1,61	1,60	1,60
(Miles de hectáreas)	62.542	62.669	62.665	62.671	62.662	62.674	62.674
DÉFICIT (-) ECOLÓGICO							
Déficit sobre SP (has/hab)	-0,35	0,62	2,14	-2,27	-2,83	-2,81	-3,2
Porcentaje sobre SP	-17,6	32,3	127,9	-152,4	-190,5	-188,9	-217,1
Déficit sobre SD (has/hab)	-0,59	-0,85	-2,34	-2,45	-3,01	-2,98	-3,37
Porcentaje sobre SD	-34,1	-50,4	-158,9	-185,6	-230,3	-225,4	-259,9
Déficit sobre ST (has/hab)	-0,18	-0,49	-2,04	-2,15	-2,7	-2,69	-3,07
Porcentaje sobre ST	-8,3	-23,9	-115,2	-133,5	-167,7	-167,7	-192,0
Déficit sobre SP (sin huella energética)	0,2	0,16	0,03	0,03	-0,16	-0,18	-0,27
Porcentaje sobre SP	10,1	8,3	1,8	2,0	-10,8	-12,1	-18,3
Déficit sobre SD (sin huella energética)	-0,04	-0,05	-0,18	-0,15	-0,33	-0,36	-0,45
Porcentaje sobre SD	-2,3	-3,0	-12,2	-11,4	-25,2	-27,2	-34,7
Déficit sobre ST (sin huella energética)	0,37	0,29	0,12	0,14	-0,03	-0,06	-0,15
Porcentaje sobre ST	17,1	14,1	6,8	8,7	-1,9	-3,7	-9,4

Fuente: Elaboración propia



ENSAYO

Por razones metodológicas los cálculos presentados sólo incorporan el consumo aparente de los diferentes cultivos o productos, de tal suerte que si quisiéramos estimar la huella ecológica que genera, por ejemplo, la propia actividad agraria a través de la utilización de sus inputs de recursos (electricidad, fertilizantes, alimentación animal), los resultados serían todavía más impactantes. Como se ha demostrado recientemente,⁸⁷ el rastro dejado por la huella ecológica de la agricultura medida en esos términos sería, para finales de los setenta (1977-1978) un 53 por 100 mayor que la superficie total del estado, llegando a comienzos de los noventa (1993-1994) al 83 %. Más en concreto y con un ejemplo de lo que ha supuesto la transformación energética en la agricultura: si quisiéramos sustituir la potencia instalada en la agricultura a través de la maquinaria por su homóloga en forma de tracción animal, la superficie necesaria para alimentar a la cabaña de tiro sería de 36 millones de hectáreas, es decir, el 72 % del territorio estatal.

A MODO DE CONCLUSIÓN

En las páginas precedentes hemos querido aportar —desde una perspectiva inédita para la economía en su conjunto, y durante un período de cuarenta 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 los recursos naturales han tenido en la configuración del crecimiento económico de España en ese período, ofreciendo así un contrapunto a la interpretación convencional sobre las «fuentes» de ese fenómeno. Una interpretación ésta que señala el origen del crecimiento en la acumulación del stock de capital y el «progreso técnico», olvidando los cimientos 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 sus insostenibles pautas de producción y consumo, medidas tanto en RTM como desde el punto de vista de su huella ecológica. Insostenibilidad que se ha manifestado también en un creciente recurso a los flujos procedentes del exterior, así como en una mayor ocupación de espacio ambiental derivado, tanto de las crecientes emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, como del mayor tonelaje de flujos ocultos asociados a la utilización de recursos naturales domésticos. Como consecuencia de estos resultados, 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. Y ello aunque alguno de esos «otros», como el capital o la tecnología, no sepamos todavía muy bien cómo medirlos.

ANEXO METODOLÓGICO

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 detectar 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): *Contabilidad Nacional de España Enlazada. Series 1954-1993*, Valencia IVIE.

Sobre los RTM:

Nuestro análisis se centra en determinar los inputs totales de la economía española entre 1955 y 1995. Lo que quiere decir que consideraremos éstos tal y como lo hacen los SCN con los recursos, a saber: como la extracción doméstica más las importaciones

⁸⁷ Simón Fernández, X, (1999): «El análisis de sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica...», *op.cit.*, pp. 115-136.

(incluyendo nosotros además los flujos ocultos —tanto internos como importados—), *pero no las exportaciones*.

Definiciones.

- Inputs Directos = extracción doméstica + importaciones
- Inputs Ocultos = fracción de los RTM que nunca entra a formar parte de los productos y que se genera en la fase de cosecha o extracción de los materiales.
- Requerimientos Totales de Materiales (RTM) = Inputs directos (domésticos e importados) + Inputs ocultos (domésticos e importados)
- Consumo de Materiales Doméstico = Inputs Directos - Exportaciones

a) **Flujos directos:** Para los flujos *abióticos* se han considerado durante 1955-1995 un total de 93 sustancias distribuidas en 7 energéticas (no se ha incluido la hidroelectricidad ni la energía nuclear), 23 minerales metálicos, 29 no metálicos y 47 productos de cantera. 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 sólo la parte metálica, dejando como ocultos la ganga y los estériles. Ésta fue la opción manejada por los autores de *Resource Flows...*, lo que nos ha permitido realizar las comparaciones con mayor solvencia. A partir de aquí, las fuentes básicas de información para la elaboración de las Tablas y Gráficos han sido las siguientes: MINER, (varios años), *Estadística Minera de España*; ITGME, (varios años), *Panorama Minero*; Dirección General de Aduanas, (varios años), *Estadísticas de comercio exterior*. En el caso de los flujos *bióticos*, hemos considerado 128 cultivos agrícolas, junto con el heno cosechado en las praderas así como una estimación del pasto aprovechado a diente por el ganado teniendo en cuenta el peso vivo pastado anualmente y la ingesta diaria del mismo. A ello hay que sumar la madera y la leña y otros productos forestales procedentes del monte, al igual que 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), *Anuario de la producción agrícola*; *Anuario de la producción ganadera*; *Estadísticas de la producción forestal*. Desde 1972 hasta 1995, 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:** A los flujos *abióticos* se han aplicado, sustancia a sustancia, los coeficientes de generación de estériles procedentes de la base de datos del Wuppertal Institute, que aparecen recogidos con mayor detalle en el trabajo de Brigenzu y Schütz (2001). El trabajo de Adriaanse, et.al, (1997): *Resource Flows...* 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): «Problems associated with establishing reliable estimates of material flows linked to extractive industries», op.cit.; junto con las estimaciones de A. Ortíz, (1999), en Naredo y Valero, (dirs.), (1999): *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, op.cit, pp. 103-105. Como ya apuntamos anteriormente en el texto, 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. 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 Brigenzu y Schütz: 23 tn/m de carretera (13.142 m³/km): Vid. Brigenzu, S; Schütz, H, (1998): *Material flow accounts...*, op.cit, p. 37. 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*



ENSAYO

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 por 100 de residuos consecuencia del movimiento de tierras. Vid, Brigenzu, S; Schütz, H, (1998): *Material Flow...*, op.cit, p. 25.

En el caso de los flujos *bióticos*, se ha tenido en cuenta el Índice de Cosecha (relación paja/grano) para los diferentes cultivos en los que existían datos, realizando una estimación par aquellos que no presentaban dichas cifras. Para el caso de la carne importada se ha supuesto (de acuerdo con De Marco, et.al, (1998): «Material Flow Analysis of the Italian Economy: Preliminary results», *Third ConAccount Meeting*, p. 33) que cada tonelada de carne lleva aparejada una mochila de 4,5 tn 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 por 100 de las capturas son descartes (Brigenzu y Schütz, 2001).

Sobre la Huella Ecológica (HE)

Las cifras de la huella ecológica se refieren a cuatro apartados: huella agrícola, pastos, forestal y energética. No se ha estimado la huella «urbana» debido a la escasa fiabilidad de la fuente principal (el apartado «otras superficies» de la Distribución de la Tierra contenido en el *Anuario de Estadística Agraria*). La razón principal es que, según el *Anuario...* la evolución de esta magnitud mostraba un comportamiento contradictorio pues se daba de bruces con los intensos procesos de urbanización acaecidos. Hemos preferido, por tanto, adoptar una posición conservadora y prescindir de esta parte en el cálculo de la HE.

En general la HE relaciona el consumo aparente (producción + importaciones - exportaciones) per cápita (tn/hab) de cada bien con el rendimiento al que se obtiene ese producto (tn/ha). El resultado son las has/habitante que se ocupan para satisfacer ese consumo. En el caso de los cultivos agrícolas este cálculo no ofrece ninguna dificultad. Esto quiere decir que la huella y el déficit ecológico calculados nos informan del territorio que, *con las mismas características de rendimientos que el español*, necesitaríamos para mantener nuestro consumo y asimilar nuestros residuos de dióxido

de carbono. Esta opción, aunque tiene la ventaja de apreciar en cuántas hectáreas deberíamos extender nuestros *actuales* límites, posee el inconveniente de dificultar las comparaciones internacionales debido a que, distintas y superiores productividades de la tierra, pueden enmascarar situaciones de mayor consumo. Para vencer esta eventualidad se han realizado cálculos de huella ecológica teniendo en cuenta las «productividades medias mundiales», de modo que los déficit ecológicos mostrarían un desequilibrio general con independencia del lugar concreto en que se sitúen esas hectáreas. Vid. Wackernagel, M, et.al, (1999): «National natural capital accounting with ecological footprint concept», *Ecological Economics*, 29, pp 375-390. Una comparación de los resultados siguiendo métodos diferentes, es decir, productividades nacionales y globales, se puede consultar para el caso de Austria en: H. Haberl, Erb, K.H, F. Krausmann, (2001): «How to calculate an interpret ecological footprints for long periods of time: the case of Austria 1926-1995», *Ecological Economics*, 38, pp. 25-45. Para la huella de «pasto» se ha tenido en cuenta la tierra dedicada a prados naturales y pastizales, así como la clasificada como monte abierto y leñoso (desde 1973, y con una estimación para 1955-1972), que coincide con el terreno adhesionado para el aprovechamiento de montanera o pastoreo. Además se ha añadido la tierra apropiada necesaria para el consumo de las exportaciones *netas* de carne de vacuno bajo el supuesto de alimentación vía pastos. En lo referente a la huella «forestal» se ha tenido en cuenta la parte de superficie forestal coincidente con el «monte maderable», o con fines de extracción de madera. Para los años 1955-1972, se ha realizado una estimación suponiendo que se mantiene la misma proporción entre el maderable y el total que en 1973. El cálculo de la huella «energética», durante el período 1972-1995 se ha apoyado en las cifras de emisiones de CO₂ procedentes de la OCDE, (1997): *CO₂ emissions from fuel combustion*, París. Entre 1955-1971 se han estimado según la metodología del IPCC, con los datos de consumo de combustibles fósiles procedentes del MINER. Para determinar la capacidad de absorción de nuestros bosques, en vez de utilizar el coeficiente propuesto por Rees y Wackernagel, hemos preferido realizar los cálculos con las estimaciones realizadas para nuestro país por J.C Rodríguez Murillo, que ofrece una media de 0,59 t C/ha (que multiplicado por 44/12, nos da la cifra de absorción de 2,16 t CO₂/ha). Vid. J.C. Rodríguez Murillo, (1999): «El ciclo mundial del carbono. Método de cálculo por cambios de uso de la tierra. Balance de carbono en los bosques españoles», en: F. Hernández Álvarez, (coord.), (1999): *El calentamiento global en España*, Madrid CSIC, pp. 97-139.